

Investigaciones

UAM[®]2021

Nº 8 | enero - diciembre | 2021

ISSN Impreso: 2390-0547

ISSN Electrónico: 2711-0729



Investigaciones UAM[®] 2021



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

© Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales
Antigua Estación del Ferrocarril
E-mail: editorial@autonoma.edu.co
Teléfono: (56+6) 8727272 Ext. 166
Manizales-Colombia

Miembro de la Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia, ASEUC

Título: Investigaciones UAM 2021
Compilación: María del Carmen Vergara Quintero
Correo electrónico: mcvq@autonoma.edu.co

Manizales, noviembre de 2021
ISSN Impreso: 2390-0547
ISSN Electrónico: 2711-0729

Edición y coordinación editorial: Laura V. Obando Alzate
Corrección de estilo: Diego Fernando Noreña Vélez
Diseño y Diagramación: Sebastián López Ubaque /Estratosfera
Ilustraciones: Freepik adaptadas a diseño

Comité Editorial: Iván Escobar Escobar, Vicerrector Académico UAM. Nancy Liliana Mahecha Bedoya *Mg.*, Vicerrectora Administrativa y Financiera. María del Carmen Vergara Quintero *PhD.*, Coordinadora Unidad de Investigación. Laura V. Obando Alzate, Editora y Coordinadora Editorial UAM. Dora Cardona Rivas *PhD.*, representante de la Facultad de Salud. Francy Nelly Jiménez García *PhD.*, representante de la Facultad de Ingenierías. Mónica Naranjo Ruiz *Mg.*, representante de la Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Juliana Acosta López de Mesa *PhD.*, Editora de la revista *Ánfora* y representante del Departamento de Ciencias Humanas. Luisa Fernanda Buitrago Ramírez *Mg.*, Directora de la revista *Araña que Teje*. Wbeimar Cano Restrepo *Mg.*, Coordinador de la Biblioteca. Diego Fernando Noreña Vélez, Asistente Editorial.

Contenido

Presentación
Carlos Eduardo Jaramillo Sanínt

14

Resúmenes de investigaciones

Estudios Sociales y Empresariales

Reintegración y paz en Colombia. Revisión sistemática de la política nacional de reintegración social y económica de desmovilizados -PRSE-

19

Estudio sobre el esfuerzo de procesamiento de neónimos, neologismos y unidades no neológicas en el marco de la neología experimental

29

Fortalecimiento de la competitividad y la transformación digital en los sectores agroindustriales de musáceas y cítricos en Manizales

37

Ingenierías

Evaluación de la evolución geométrica de la falla superficial de limas NiTi usadas en endodoncia	45
Evaluación de las capacidades de la técnica de difracción de rayos X como método de diagnóstico de la reutilización de limas endodónticas de NiTi	52
Diseño y construcción de un laboratorio de dinámica, mecanismos y vibraciones mecánicas – Dinamev II fase	62
Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica	70
Construcción y validación de un equipo de ventilación mecánica para terapia intensiva basado en mecanismos modulares que garantice el abastecimiento mediante una línea de producción a bajo costo y de alto nivel de confiabilidad para el tratamiento de covid-19	77
Desarrollo de una tecnología de cosecha selectiva de café arábica aplicando vibraciones de alta frecuencia-II fase	84
Producción de nanoestructuras de óxido cúprico para el tratamiento de efluentes contaminados con colorantes	94

Aplicación de redes neuronales convolucionales para esteganálisis **103**

Relación entre la mediación y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas **109**

Salud

Control postural en personas con esquizofrenia: estudio de cohorte **117**

Adaptación transcultural, validez y confiabilidad de la prueba de Evaluación de Desarrollo Infantil - EDI en Colombia **124**

Aplicación móvil de realidad virtual para el entrenamiento de la mano espástica. Reporte de caso **133**

Análisis multidimensional en una muestra de niños con Trastornos del Espectro Autista (TEA) y niños neurotípicos en la ciudad de Manizales **140**

Configuración anatómica externa e interna de las raíces del primer molar inferior permanente con tomografía computarizada de haz de cono en una población colombiana 2018 - 2019 **150**

Asociación entre partos pre-término y enfermedad periodontal en Bolivia, Chile y Colombia: estudio ecológico	158
Periodontitis, sobrepeso y obesidad: revisión narrativa	165
Trastornos del sueño y eventos de bruxismo después de la colocación de un dispositivo de avance mandibular para el control del ronquido	170
Relación entre el biotipo gingival y los resultados de procedimientos quirúrgicos de cubrimiento radicular: una revisión sistemática	178
Reabsorción del reborde alveolar posterior en pacientes usuarios de sobredentaduras mandibulares sobre dos implantes no ferulizados con ajustes en bola. 7 años de seguimiento	184
Arquitectura y calidad del sueño después del uso de un aparato para el control del ronquido	192
Fase III del desarrollo de <i>software</i> para asistencia en el diseño de prótesis parciales removibles	200
Implantes cigomáticos en abordajes intrasinusal y extra maxilar para rehabilitación protésica en maxilares severamente atróficos. Análisis de elementos finitos	208

Medidas de adaptación y estrategias para la implementación en la dimensión salud en el marco del plan integral de gestión al cambio climático en Caldas

215

Delfín

Implementación de realidad aumentada para la intervención en niños con problemas de psicomotricidad infantil

223

Clasificación del lenguaje pragmático usando técnicas de aprendizaje profundo

226

Aplicación móvil de apoyo a la comunicación en instituciones educativas ante la COVID-19

229

Computación evolutiva

231

Aplicación de técnicas de preprocesamiento y segmentación para la predicción de COVID-19 usando Deep Learning

233

BTS Y XBOX KINECT® para el análisis de los ángulos de movimiento en posiciones estáticas

236

Percepción de responsabilidad social en personas recuperados de la covid-19 en Colombia

238

Efectos del índice de desempeño logístico en el Movimiento de contenedores en la región Latinoamérica	241
Viabilidad Celular para Regeneración Ósea Utilizando Impresión 3D con Andamios Acelulares: Revisión de Alcance	243
Análisis cinético, cinemático y electromiográfico del patrón de marcha y de pateo en el fútbol	245
Revisión sistemática de estrategias de prevención de Diabetes Mellitus: México y Colombia	248
Relación entre las mediciones de las variables vitales y la mortalidad en una UCI pediátrica	251
Monitoreo e Intervenciones Persuasivas mHealth para Cuidados Postoperatorios	253
Desarrollo de un modelo de Negocio para el dispositivo medidor de saturación de oxígeno utilizando la metodología de <i>Design thinking</i>	257
Complicaciones en neonatos hijos de madres sospechosas/positivas para COVID-19	260
Desarrollo de aplicación móvil con uso de QR y realidad aumentada para implementación en tecnologías educativas	262

Transposable element databases review and statistical analysis of TEs size	265
Acciones para el fortalecimiento de la competitividad en iniciativas clúster, mediante la utilización de la administración de operaciones	268
Método de medición de señales electroencefalográficas para detectar lapsos de atención en un usuario con trastorno del espectro autista	271
Implementación de VR al sistema de entrenamiento de la marcha para infantes entre 3 y 12 años	274
Humanización en salud en tiempos de pandemia. Una necesidad para la investigación	277
Optimización del “Sistema para el Entrenamiento de la Marcha en Infantes de 3 a 12 años”	280
Segmentación Semántica de Imágenes de Fondo de Ojo usando Aprendizaje Profundo	283
Reproducción y eliminación del patriarcado a través de las maternidades campesinas de Calarcá Quindío	286
Saberes y prácticas ancestrales en salud bucal para la reconstrucción de memoria en la comunidad Embera Chamí del resguardo indígena Cañamomo Lomapieta, Riosucio, Caldas	288

Efectividad de un entrenamiento con realidad virtual a nivel domiciliario sobre el equilibrio postural, la movilidad y la funcionalidad de personas mayores: una revisión sistemática

291

Diseño mecánico de banco de pruebas para prótesis de tobillo

294

Desarrollo del sistema de información web para el proyecto PROBAUAM (Fase 1)

297

Actitudes sobre la discapacidad en el ámbito universitario

299

Sistema de calibración para los minijuegos del protocolo PROBAUAM

302

Productos de Apropiación Social del Conocimiento

Ingenierías

Diseño y construcción de un laboratorio de dinámica,
mecanismos y vibraciones mecánicas—Dinamev II fase
Protocolo de Laboratorio de Cinemática Plana.

306

.....

Aprendizaje basado en investigación para la solución
de problemas de ingeniería a partir de conceptos
de física básica
**Control basado en Arduino para demostración de la
condición de peso aparente.**

308

.....

Aprendizaje basado en investigación para la solución
de problemas de ingeniería a partir de conceptos
de física básica
Momento Lineal e Impulso en condiciones de laboratorio.

310

.....

Aprendizaje basado en investigación para la solución
de problemas de ingeniería a partir de conceptos
de física básica.
**Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio:
Oscilaciones y Ondas.**

312

Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio: Física Mecánica.

314

Salud

Análisis multidimensional en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) y niños neurotípicos en la ciudad de Manizales

Tamizaje, caracterización e intervención en Trastornos del Desarrollo Infantil con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TICs en el ámbito educativo.

317

Validación e impacto de las aplicaciones móviles en el diagnóstico de patologías bucales.

Aplicaciones móviles aplicadas a la odontología

321

Diagnóstico del deterioro cognitivo por medio de teleasistencia e intervención educativa a la comunidad de la ciudad de Manizales

Kit Que envejecer no sea un problema.

324

Grupos y líneas de investigación UAM

326

Presentación

En la Universidad Autónoma de Manizales -UAM-, la gestión del conocimiento contempla cuatro eslabones: la producción, la transferencia, la divulgación de productos de Apropiación Social del Conocimiento y la formación; para ello, cuenta con un importante capital humano, estructural y relacional. En dicho proceso están vinculados los diferentes actores de nuestra comunidad educadora, en alianza con otros actores académicos, del Estado, la empresa privada y la sociedad civil.

Este 2021 se cumplen 24 años de nuestro *Foro de Investigación*, un espacio que se ha convertido en la oportunidad para que nuestras comunidades académicas y grupos de investigación UAM entreguen a la población general los resultados, conclusiones y recomendaciones de los proyectos de investigación científica. Nuestro principal propósito es aportar a la transformación del aula, a la proyección y transferir los resultados de investigación a las comunidades no científicas (empresarios, y actores sociales y del Estado), de manera que puedan utilizarlos como insumo para la toma de decisiones informadas y la solución de problemas socialmente vivos.

En esta ocasión, el *Foro de Investigación* hará énfasis en el aporte que la UAM ha realizado, desde su función investigativa, a los ejes temáticos propuestos en la Misión Internacional de Sabios 2019 y, en especial, a la regionalización de la Misión de Sabios por Caldas en 2020-2021, logrando que Caldas formule su política pública de CTeI, con el fin de promover un desarrollo productivo, competitivo y sostenible para el Departamento, basado en la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación.

Estas interacciones han permitido fortalecer el trabajo interdisciplinario, interinstitucional e inter-grupos de investigación, con una única intención: seguir aportando a la solución de los problemas reales de la sociedad y, con ello, contribuir al Desarrollo Regional Sostenible y a la Convivencia Pacífica, tal como lo expresa la misión institucional de la UAM.

Este libro que se entrega a la comunidad contiene tres secciones. La primera está constituida por resúmenes de las investigaciones terminadas durante el año 2020 y el primer semestre del año 2021 -en formatos de *policy brief*- de los grupos de investigación en las áreas: Estudios Sociales y Empresariales,

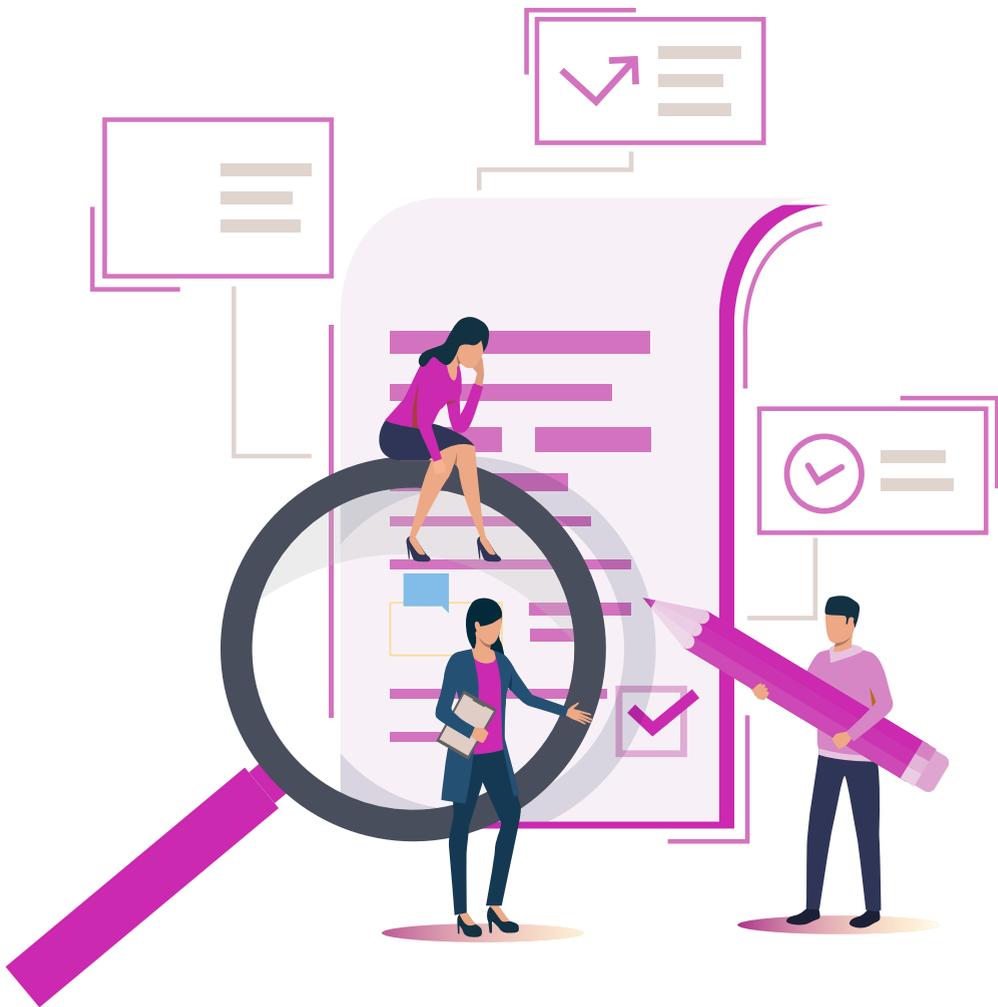
Ingeniería y Salud; igualmente, dicho apartado contiene los resúmenes de las investigaciones realizadas por estudiantes en sus pasantías de investigación en el marco del Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico -Delfín 2021-, del cual la UAM Coordina el capítulo Colombia. La segunda sección contiene reseñas de algunos productos de Apropriación Social del Conocimiento -ASC- y los *links* de acceso a estos contenidos para lograr su mayor difusión. En la última sección aparecen todos los grupos de investigación de la UAM, sus líneas de investigación y categorías.

Con esta publicación, la UAM espera contribuir al fortalecimiento de la sociedad del conocimiento.

Carlos Eduardo Jaramillo Sanínt
Rector

Resúmenes de investigaciones

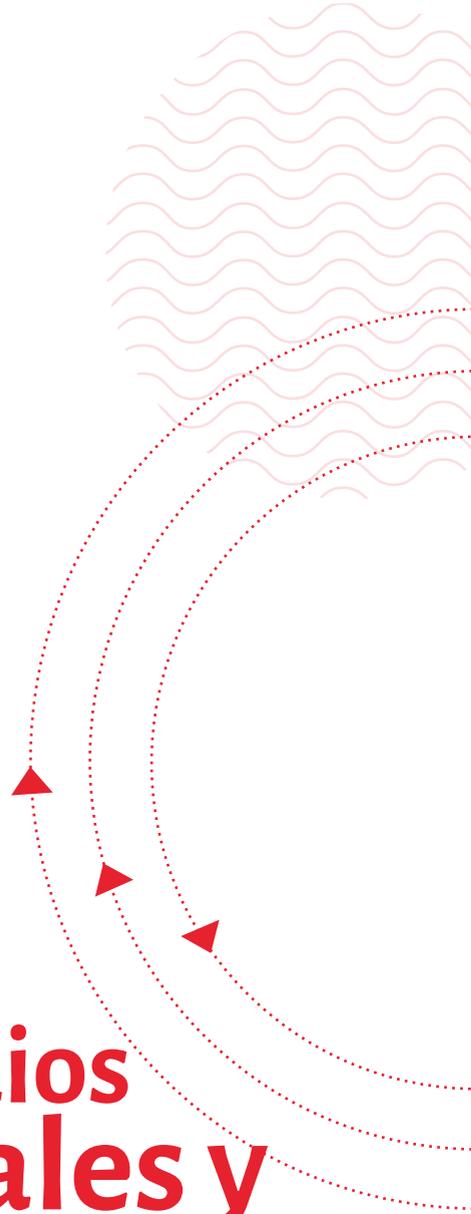
2020-2 y 2021-1





Estudios Sociales y Empresariales

Investigaciones terminadas
entre 2020-2 y 2021-1





Reintegración y paz en Colombia. Revisión sistemática de la política nacional de reintegración social y económica de desmovilizados -PRSE-

ODS al cual aporta el proyecto: No. 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible; facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

Paula Andrea Salazar Sánchez | Pregrado en Ciencia Política con énfasis en Gobierno y Relaciones Internacionales de la Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: paula.salazars@autonoma.edu.co

José Luis Medrano Benavidez | Psicólogo de la Universidad Católica de Pereira.

Magíster en Educación desde la Diversidad de la Universidad de Manizales.

Correo electrónico: josemedrano@reincorporacion.gov.co

■ Grupo de Investigación: **Ética y Política** ■

Palabras clave: reintegración, Integración social, Política Pública, Paz, DDR.

Problema a resolver

El desarrollo del presente artículo tiene como finalidad revisar el proceso de implementación de la Política Nacional de Reintegración Social y Económica de Desmovilizados (PRSE), en el marco del proyecto “Reconstrucción de memoria histórica del proceso de reintegración en el Eje Cafetero y dos municipios del departamento de Chocó”, a fin de analizar las evoluciones que permitieron su desarrollo y aplicación mediante la ruta de reintegración en el contexto de un conflicto armado colombiano activo, y que ha contribuido a la consolidación de la paz y la reintegración a la vida civil de los desmovilizados. Dicha investigación permite analizar, además, los puntos fuertes y débiles del programa de reintegración que se ha venido desarrollando por la Agencia para la Reincorporación y Normalización.

Con ello se busca resolver la pregunta sobre: ¿Qué tan efectiva ha sido la Política de Reintegración Social y Económica para la integración a la vida civil de los excombatientes alzados en armas y cómo ha sido su desarrollo a lo largo de los años?

Contexto del estudio

La búsqueda de fuentes se realizó a través de las bases de datos de la Agencia para la Reincorporación y Normalización, Fundación Ideas para la Paz, el Centro Nacional de Memoria Histórica, Escola de Cultura de Pau y repositorios científicos como SciElo, Redalyc y Google Académico. El tesoro aplicado para la búsqueda se relaciona con palabras como reintegración, DDR, política pública de reintegración, paz y conflicto, todo enmarcado en la ubicación geográfica correspondiente a Colombia con parámetros de búsqueda de año e idioma de los escritos, partiendo de 2008 al 2018 en inglés o español.

El consolidado de la información recogida se integró en una matriz formato RAE que permitió una revisión rápida y selectiva de criterios, partiendo de información como resumen, año de publicación, autor, propósito del texto y fundamentación de conceptos entre otros.

Recomendaciones

Dirigidas a la Universidad Autónoma de Manizales, Agencia para la Reincorporación y Normalización, SENA, Alcaldía de Manizales.

Esta investigación se obtuvo como resultado del análisis de la Política Pública de Reintegración Social y Económica de Desmovilizados y su Ruta de Reintegración, programa desarrollado y aplicado por la Agencia para la Reincorporación y Normalización, lo que concluyó en una revisión de su trayectoria y evolución como efectividad para el reintegro a la vida civil de los excombatientes en sus comunidades.

En este sentido, la investigación permitió hacer unas recomendaciones en torno a los retos en los que todavía se enfrenta esta población. La primera recomendación surgió a partir de la necesidad de la articulación institucional pública y privada para la generación de empleos; a partir de esto se pueden crear campañas institucionales que amparen a los desmovilizados y faciliten su integración a la vida laboral. La segunda recomendación se dirige a la educación para la paz y la reconciliación de las comunidades a través de programas de concientización, con el propósito de reconstruir los tejidos sociales y la no estigmatización del reintegrado.

Seguidamente se recomienda puntualmente a la ARN generar mecanismos que validen concretamente la funcionalidad y éxito de los programas aplicados en la ruta, logrando así una formación integral de los excombatientes a la vida civil coordinada con las necesidades de ellos y de la sociedad, ya que estos programas funcionan a manera de lista de cumplimiento dentro de la ruta de reintegración, pero no miden factores como grado de aceptación a la nueva vida, niveles de discriminación, grado de reconciliación, etc.

Referencias

Agencia Colombiana para la Reintegración. (2014a). *Informe de Gestión ACR enero-diciembre 2013: "Por la Paz, Soy Capaz"*. Bogotá, D.C: ACR. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/Documentos%20Informes%20de%20gestin/Informe%20de%20Gesti%C3%B3n%20Institucional%20Vigencia%202013.pdf>

Agencia Colombiana para la Reintegración. (2014b). *Documento de Apoyo Estrategía Post*. Documento de circulación interna. Bogotá, D.C: ACR.

- Agencia Colombiana para la Reintegración. (2015a). *Evolución del Proceso de Reintegración. Fortaleza Institucional Basada en la Experiencia y Lecciones Aprendidas*. N/A: ACR. Obtenido de: [http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/grupo%20de%20investigacion/1%20Evolucion%20programa%20de%20Reintegracion%20de%20Reintegracion.pdf#search=Evolucion%20de%20proceso%20de%20reintegracion](http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/grupo%20de%20investigacion/1%20Evolucion%20programa%20de%20Reintegracion%20de%20Reintegracion%20de%20Reintegracion.pdf#search=Evolucion%20de%20proceso%20de%20reintegracion)
- Agencia Colombiana para la Reintegración. (2015b). *Fundamentos Jurídicos Ley 1424*. Bogotá, D.C: Ministerio de Justicia y de Derecho. Obtenido de: https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Fundamentos_Juridicos.pdf
- Agencia Colombiana para la Reintegración. (2016b). *Anuario de Reintegración de 2016: la ACR a la Vanguardia del posconflicto*. Bogotá, D.C: Agencia Colombiana para la Reintegración. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centrodedocumentacion/Documentos/Anuario%20ACR%202016.pdf>
- Agencia Colombiana para la Reintegración de Personas y Grupos Alzados en Armas. (2016a). *Reseña Histórica*. ACR. Bogota, D.C: Agencia Colombiana para la Reintegración. Recuperado el 05 de 02 de 2021, de: http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/Documentos%20de%20Gestin%20Documental/Rese%C3%B1a_Historica_ACR.pdf
- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (2017). *Anuario de Reintegración 2017: El momento de afianzar lo aprendido*. Bogotá, D.C: ARN. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centrodedocumentacion/Documentos/Anuario%20ARN%202017.pdf>
- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (2016). *ABC de la Ley 1424 de 2010. Elementos esenciales para comprender el diseño y funcionamiento de la Ley 1424 de 2010*. Bogotá, D.C: ARN. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/Abec%C3%A9%20de%20la%20Ley%201424.pdf>
- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (2018). *Anuario 2018: Una Oportunidad lo Cambia Todo*. Bogotá, D.C: ARN. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/lareintegracion/centrodedocumentacion/Documentos/Anuario%20ARN%202018.pdf>
- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (2019). *Anuario 2019: Una Oportunidad Lo Cambia Todo*. Bogotá D.C: ARN. Obtenido de: http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-dedocumentacion/Documentos/Anuario_ARN_2019.pdf
- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (20 de 05 de 2021). *Reseña Histórica*. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/Paginas/resena.aspx>

- Agencia para la Reincorporación y Normalización. (2021). *ARN en cifras*. ARN. Obtenido de: http://www.reincorporacion.gov.co/es/agencia/Documentos%20de%20ARN%20en%20Cifras/ARN_en_Cifras_corte_Marzo_2021.pdf
- Alta Consejería para la Reintegración Social y Económica. (2009). *La Contribución de Cartagena al Desarme, Desmovilización y Reintegración*. Cartagena, Colombia: Alta Consejería para la Reintegración Social y Económica. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/La%20contribuci%C3%B3n%20de%20Cartagena%20al%20Desarme,%20Desmovilizaci%C3%B3n%20y%20Reintegraci%C3%B3n.pdf#search=la%20contribuci%C3%B3n%20de%20cartagena%20al%20DDR>
- Alta Consejería para la Reintegración Social y Económica (ACR). (2010). *Evolución Histórica de la Atención a Población Desmovilizada*. Bogotá, D.C: Documento de circulación interna. Presidencia de la República.
- Beltran, Y., & Ramírez, L. F. (2015). *Análisis de la Política Nacional de Reintegración en Bucaramanga*. Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad de La Salle. Obtenido de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1070&context=maest_gestion_desarrollo
- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2013). *¡Basta Ya! Colombia: Memorias de guerra y dignidad*. Grupo de Memoria Histórica. Santa Fe de Bogotá: Imprenta Nacional. Obtenido de: <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co/descargas/informes2013/bastaYa/basta-ya-colombia-memorias-de-guerra-y-dignidad-2016.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2008). *CONPES 3554 Política Nacional de Reintegración Social y Económica para Personas y Grupos Armados Ilegales*. Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, D.C: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado el 01 de marzo de 2021, de Agencia para la Reincorporación y Normalización: <https://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/Documento%20Conpes%203554%20l%20Pol%3ADtica%20nacional%20de%20reintegraci%C3%B3n%20social%20y%20econ%C3%B3mica%20para%20personas%20y%20grupos%20armados%20ilegales>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2010). *Documento CONPES 3673: Política de Prevención del Reclutamiento y Utilización de Niños, Niñas y Adolescentes por Parte de los Grupos Armados Organizados al Margen de la Ley y de los Grupos Delictivos Organizados*. Bogotá, D.C: Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de: https://siteal.iiiep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/co_0443_o.pdf

- Contraloría Nacional de la República. (2017). *Análisis del Desarme, Desmovilización y Reintegración (DDR) en Colombia. 2006-junio 2014*. Bogotá, D.C: Contraloría Nacional de la República. Obtenido de: <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/466201/AN%C3%81LISIS++DEL+DESARME%2C+DESMOVLIZACI%C3%93N+Y+REINTEGRACI%C3%93N+%28DDR%29++EN+COLOMBIA+2006+-+JUNIO+2014.pdf/ed94c45d-fb7b-4eac-b202-7057e9720f3c?version=1.2>
- Corrales, S. (2017). Procesos de IDDRS en el mundo: análisis de variables en el caso colombiano. *Administración & Desarrollo*, 47(1), 41-54. Obtenido de: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-Procesos IDDRS EnElMundo-6403435.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-Procesos%20IDDRS%20EnElMundo-6403435.pdf)
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (1993). *Decreto 2707 de 1993*. Decreto Departamento Administrativo de la Función Pública, Bogotá, D.C. Recuperado el 01 de marzo de 2021, de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=11314
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2012). *Ley 1592 de 2012*. Obtenido de: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=50829
- Departamento Nacional de Planeación. (2010). *Evaluación de Resultados de la Política de Reintegración Social y Económica para Personas y Grupos Armados al Margen de la Ley en Colombia 2008-2010*. Bogotá, D.C. Documento de circulación interna. Departamento Nacional de Planeación.
- Fisas, V. (1998). Una Cultura de Paz. En V. Fisas, UNESCO (Ed.), *Cultura de Paz y Gestión de conflictos* (págs. 380-395). Barcelona, España: Icaria Editorial. Obtenido de: https://escolapau.uab.cat/img/programas/cultura/una_cpaz.pdf
- Fiscalía General de la Nación. (2005). *Ley 975 de 2005*. Ley. Obtenido de: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/2013/04/Ley-975-del-25-de-julio-de-2005-concordada-con-decretos-y-sentencias-de-constitucionalidad.pdf>
- Fundación Ideas para la Paz. (18 de noviembre de 2005). *Siguiendo el Conflicto: hechos y análisis de la semana*. FIP. Obtenido de: http://archive.ideaspaz.org/images/boletin_conflicto38.pdf
- Fundación Ideas para la Paz. (2009). *Gira de Cooperación Técnica "Construcción de Paz en Colombia: Una Experiencia para Compartir"*. FIP. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/I%20Gira%20de%20Cooperaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20Sur-Sur.pdf>

- Fundación Ideas para la Paz. (2010). *Consolidación de Paz en Colombia: "Una experiencia integrada en DDR y Desarrollo"*. FIP. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/II%20Gira%20de%20Cooperaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20Sur-Sur.pdf>
- Fundación Ideas para la Paz. (2011). *DDR en el Contexto Colombiano*. N/A: FIP. Obtenido de: <http://www.ideaspaz.org/tools/download/52280>
- Fundación Ideas para la Paz. (2012). *Tercera Gira de Cooperación Sur-Sur "De la reintegración hacia la reconciliación: DDR para la construcción de la paz"*. FIP. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/III%20Gira%20de%20Cooperaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20Sur-Sur.pdf>
- Fundación Ideas para la Paz. (2013). *Cuarta Gira de Cooperación Técnica Sur-Sur. La Reintegración en Colombia: 10 años construyendo paz*. Cali, Valle del Cauca: FIP. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/IV%20Gira%20de%20Cooperaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20Sur-Sur.pdf>
- Fundación Ideas para la Paz. (2014). *Fin del Conflicto: Desarme, Desmovilización y Reintegración - DDR*. N/A: Fundación Ideas para la Paz. Obtenido de: <http://cdn.ideaspaz.org/media/website/document/534dd40668414.pdf>
- Giraldo, S. (17 de octubre de 2010). Contextualización Teórica e Histórica de la Reintegración Social y Económica de Desmovilizados en Colombia. *Poliantea*, 35-52. Obtenido de: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/198-Texto%20del%20art%C3%83%20culo-565-1-10-20130529.pdf>
- Herrera, D., & González, P. (enero/abril de 2013). Estado del Arte del DDR en Colombia Frente a los Estándares Internacionales en DDR (IDDRS). *Colombia Internacional*, 10. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So121-56122013000100010
- Hundek, L. E. (17 de febrero de 2016). Mujeres reinsertadas: pos-conflicto en la ciudad de Barranquilla. *Advocatus*, 14(27), 65-82. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5907136>
- Kaplan, O., & Enso, N. (24 de noviembre de 2015). Community counts: The Social reintegration of ex-combatants in Colombia. *Conflict Management and Peace Science*, 5(2), 132-153. doi:10.1177/0738894215614506
- Medrano, J., & Gonzales, M. A. (04 de 2014). Lenguajes de Guerra y la Paz en el Proceso de Reintegración Colombiano. *Plumilla Educativa*, 302-326. doi:10.30554/plumilla.edu.13.413.2014

- Mejía, L. F. (2014). *La Reintegración Social y Económica de los Grupos Armados en Colombia: Reflexiones a Partir de la Trayectoria de Nueve Excombatientes*. Bogotá, D.C: Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Obtenido de: <http://www.reincorporacion.gov.co/es/la-reintegracion/centro-de-documentacion/Documentos/La%2oreintegraci%C3%B3n%20social%20y%20econ%C3%B3mica%20de%20los%20grupos%20armados%20ilegales.pdf>
- Ministerio de Defensa. (2003). *Decreto Número 128 de 2003*. Obtenido de: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/2016/02/Decreto-128-de-2003-03-22.pdf>
- Ministerio del Interior. (1997). *Ley 418 de 1997*. N/A. Obtenido de: <https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/ley-418-de-1997.pdf>
- Ministerio del Interior y de Justicia. (2005). *Resolución 513 de 2005*. Resolución. Obtenido de: https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_mininteriorjust_0513_2005.htm
- Ministry for Foreign Affairs Sweden. (2004). *Stockholm Initiative on Disarmament, Demobilization, Reintegration*. Suiza: Ministry for Foreign Affairs Sweden. Obtenido de: Ministry for Foreign Affairs Sweden
- Naciones Unidas. (2010). *Second Generation Disarmament, Demobilization and Reintegration (DDR) Practices in Peace Operations*. N/A: Naciones Unidas. Obtenido de: https://peacekeeping.un.org/sites/default/files/2gddr_eng_with_cover_o.pdf
- Nussio, E. (15 de diciembre de 2011). How ex-combatants talk about personal security. Narratives of former paramilitaries in Colombia. *Conflict, Security & Development*, 11(5), 579-606. doi:10.1080/14678802.2011.6417725
- Observatorio de Paz y Conflicto. (2015). *DDR y Construcción de Paz. Conceptos y Prácticas*. Bogotá, D.C: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de http://www.humanas.unal.edu.co/observapazyconflicto/files/8214/4043/5792/Anexo_5 OPC_DDR_construccionPaz.pdf
- Presidencia de la República. (2003). *Decreto N° 3360 de 2003*. Decreto. Obtenido de: <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/leyes/Documents/Juridica/DECRETO%203360%20de%202003.pdf>
- Sanabria, L. P. (2018). *Análisis de la Política Nacional de Reintegración Social y Económica para Personas y Grupos Armados Ilegales*. Bogotá, D.C, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 22 de febrero de 2021, de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69075/Leidysanabriap.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

The International Bank for Reconstruction and Development. (2010). *The Multicountry Demobilization and Reintegration Program*. Washington, D.C: The International Bank for Reconstruction and Development. Obtenido de: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/481721468149096857/pdf/564580WPOMDRP110Box349496Bo1PUBLIC1.pdf>

The World Bank Group. (2016). *Revisión Técnica del Proceso de Reintegración de Excombatientes en Colombia. Construir para la Paz*. N/A: Documento de circulación interna.

Universidad Militar Nueva Granada. (2013). *Desarme, Desmovilización y Reintegración, DDR: Una Introducción para Colombia*. Instituto de Estudios Geoestratégicos y Asuntos Políticos. Bogotá, D.C: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de: <https://iugm.es/wp-content/uploads/2017/02/Cuaderno-An%C3%A1lisis-DDR.pdf>



Estudio sobre el esfuerzo de procesamiento de neónimos, neologismos y unidades no neológicas en el marco de la neología experimental

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

Mercedes Suárez de la Torre | PhD en Lingüística Aplicada.

Correo electrónico: mercedessuarez@autonoma.edu.co

Alexandra Suaza Restrepo | Magíster en Traducción.

Estudiante del doctorado en Ciencias Cognitivas (UAM).

Correo electrónico: alexandra.suazar@autonoma.edu.co

Andrea Suárez Salazar | Magíster en Educación y Desarrollo Humano.

Correo electrónico: andreasuarez@autonoma.edu.co

Óscar Andrés Calvache Dulce | Magíster en Didáctica del Inglés.

Correo electrónico: oscarac@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **CITERM -Centro de Investigación Terminológica** ■

Palabras clave: *Esfuerzo de procesamiento, Neologismos, Neónimos, Unidades no neológicas, Neología experimental.*

Problema a resolver

Las investigaciones centradas en el estudio de las nuevas palabras del español han tenido reciente interés en trabajar metodológicamente desde un enfoque experimental (Varo, 2013; Llopart et al., 2014), profundizando en la manera como los usuarios de una lengua procesan dichas unidades, es decir, su esfuerzo de procesamiento como parte del esfuerzo cognitivo (Todd y Benbasat, 1991). En efecto, el fenómeno de innovación léxica, conocido como la neología, resulta de especial interés en lo que respecta al diseño de teorías y modelos sobre procesamiento lingüístico.

Entre los estudios experimentales que abordan este interés se ubica el de Varo (2013), quien aborda el procesamiento lingüístico de neologismos para determinar los mecanismos cognitivos implicados en su procesamiento desde una perspectiva psicolingüística. Como parte de los hallazgos, Varo plantea que la frecuencia de uso constituye un factor influyente en el procesamiento léxico de las nuevas palabras. Cabe resaltar que los hallazgos presentados por Varo se obtuvieron a partir de las percepciones de los sujetos participantes en su estudio, lo que se considera una medición subjetiva del esfuerzo cognitivo.

Por otra parte, y haciendo uso de medidas más objetivas como el registro de la fijación ocular, Llopart et al. (2014) realizaron mediciones durante una tarea de decisión léxica con neologismos y unidades no neológicas. De este modo, brindaron evidencia empírica sobre los tiempos de reacción y su relación con el costo de procesamiento de neologismos, afirmando que: “la novedad tiene un mayor costo de procesamiento”. Estos hallazgos se plantean desde la vertiente general del lenguaje.

En efecto, se puede observar una carencia de evidencia empírica sobre el esfuerzo de procesamiento, en tanto mecanismo del esfuerzo cognitivo, de las nuevas palabras del español pertinentes a la vertiente especializada del lenguaje, es decir, los neónimos, por parte de sujetos especialistas, de tal manera que se puedan cotejar dichos datos con los hallazgos existentes. Esto permitirá dar cuenta del procesamiento léxico de las nuevas palabras pertenecientes a un dominio de especialidad, cuando estas son procesadas por sujetos expertos en dicho dominio. A partir de lo anterior, la pregunta que orienta la presente investigación es: ¿Qué características tiene el esfuerzo de procesamiento de neologismos, unidades no neológicas y neónimos del proceso de negociación e implementación del acuerdo de paz en Colombia, por parte de especialistas en el dominio de las Ciencias Políticas?

Contexto del estudio

Neología

Cabré (2011) define la neología como el fenómeno de innovación léxica que introduce en una lengua una unidad u otro recurso lingüístico nuevo que puede haber sido creado aprovechando los recursos internos de la propia lengua o por un préstamo de una lengua extranjera. En este sentido, Varo, Díaz y Paredes (2009) definen los neologismos como el producto resultante del proceso de innovación lingüística que puede ser reciente tanto en su significante y significado, o sólo en su significante, o sólo en su significado, o tomado de otra lengua.

Al respecto, Cabré (2015) afirma que el neologismo es un objeto complejo dada su inestabilidad, y relativo dado su carácter de novedad; este debería analizarse desde varias perspectivas: lingüística, morfológica, semántica y cognitiva. Según lo planteado por Guerrero (1995), se infiere que la principal característica de la neología y los neologismos es la noción de novedad. Esta cualidad se relaciona, entre otros aspectos, con los sentimientos subjetivos del hablante, esto es, la percepción de que la unidad léxica es de reciente aparición (Freixa, 2010).

En relación con lo anterior, Vega y Llopart (2017) plantean que, aunque la noción de novedad tiene un grado de solidez teórico, su identificación por parte de los hablantes no resulta evidente, lo cual dificulta determinar qué unidades son nuevas en la lengua y, por tanto, neológicas. En este sentido, existen criterios que permiten la detección neológica, a saber: criterios tangibles como el criterio temporal, el lexicográfico (o textual) y el de inestabilidad; además de criterios cognitivos que engloban lo psicológico y se fundamentan en la percepción de novedad por parte de los hablantes (Cabré, 1993; Estornell, 2009; Rey 1976; Sablayrolles, 2003; Vega y Llopart, 2017).

Sin embargo, estudios realizados en torno al sentimiento neológico, en tanto criterio cognitivo, han arrojado resultados poco contundentes y han demostrado que la percepción de novedad puede variar según los procesos de formación neológica y según la familiaridad de los usuarios de la lengua con los afijos instaurados en las bases nominales o verbales de las nuevas palabras (Gardin et al., 1974; Sablayrolles, 2009).

Modelos de reconocimiento de palabras: modelos basados en el léxico versus modelos basados en el aprendizaje

Existen modelos de reconocimiento de palabras que difieren entre sí. Algunos de ellos representan tradiciones desde una perspectiva del procesamiento morfológico (*lexicon-based models*), mientras otros provienen de una tradición basada en el aprendizaje (*learning-based models*) (Milin, Feldman y Smolka, 2017). Son precisamente estos últimos los modelos alternativos más distintivos para describir los efectos morfológicos en términos de patrones de forma y significado procesados de manera conjunta.

En el marco de los modelos basados en el aprendizaje, se encuentran otros modelos conexionistas, a saber: el modelo de Procesamiento Distribuido en Paralelo (PDP) (Kielar, Joanisse y Hare, 2008; Plaut y Gonnerman, 2000; Seidenberg y Gonnerman, 2000) que tienden a presentar eventos léxicos específicos de las palabras cuando estas se presentan de manera aislada y separada; el modelo de aprendizaje discriminativo indirecto (NDL) (Baayen Milin, Đurđević, Hendrix y Marelli, 2011; Milin, Feldman, Ramscar y Baayen, 2017), es un modelo que busca entender y explicar la dinámica del lenguaje a través de la discriminación de sus propiedades contrastivas, en lugar del “contenido” de las representaciones (Milin et al., 2017). Tanto el modelo de procesamiento en paralelo como el de aprendizaje indirecto permiten cuantificar el esfuerzo de procesamiento resultante de la sistematicidad del mapeo entre forma y significado.

Ahora bien, tal y como señalan Coltheart et al. (2001), Coslett (2003) y Ellis y Young (1988), los estudios sobre los procesos cognitivos en el reconocimiento visual de una palabra aislada han tenido en cuenta dos mecanismos de procesamiento: una vía léxica y una vía subléxica o fonológica. Tanto la vía léxica como la fonológica se ponen en funcionamiento durante la presentación de un estímulo visual “escrito”; sin embargo, al parecer, ambas vías contribuyen de manera diferente en función del tipo de estímulo; en este caso específico, si es una unidad léxica nueva o no; si existe cierto grado de familiaridad para determinar dicha “novedad”; si dicha unidad léxica es especializada o no y, por último, si quienes realizan la lectura se consideran lectores “principiantes” o “avanzados” (Adelman et al., 2014; Andrews, 2012; Kuperman y Van Dyke, 2011).

Aunque otros aspectos como la “transparencia” y “opacidad” de las lenguas se han constituido en variables relevantes en otros estudios, en este trabajo, al ser el español una lengua con un alto nivel de correspondencia entre grafema y fonema, no se ha incluido como variable para el análisis; además, porque la investigación sólo se realizó en español.

En la actualidad, para estudiar estos dos tipos de mecanismos y su interacción, los efectos más analizados en las investigaciones relacionadas

con el paradigma de decisión léxica visual son: lexicalidad y frecuencia. En este trabajo, estos efectos se representan de la siguiente manera: lexicalidad (los neónimos se reconocen de manera más rápida que los neologismos y las unidades no neológicas); familiaridad o frecuencia (ambos estrechamente relacionados, debido a que las unidades léxicas más familiares para el lector, por lo tanto, más frecuentes, se reconocen más rápidamente que las unidades menos familiares y, por consiguiente, menos frecuentes). Adicional a ello, puede incluirse para efectos del presente estudio, que el carácter de “novedad” no es proporcional a tal efecto de familiaridad y frecuencia, aspecto que se pondrá en evidencia posteriormente.

Si bien el interés central en el presente estudio radica en el reconocimiento de la novedad de la unidad léxica neológica, neonímica o no neológica, interesa también proporcionar indicios sobre la interrelación que se presenta entre los componentes fonológicos, morfológicos y léxicos; la cual, al parecer, también emerge por la capacidad experiencial del individuo.

Recomendaciones

Dirigidas a la comunidad científica en los campos de la lingüística aplicada, lingüística y neurociencia cognitivas.

Los resultados obtenidos permitirán esclarecer cuestiones fundamentales sobre el reconocimiento y el procesamiento de palabras que apuntan a resolver el debate sobre la constitución y organización de nuestro conocimiento léxico. Asimismo, permiten trascender el ámbito del lenguaje general mediante el estudio de los neologismos para profundizar en el procesamiento de las nuevas palabras que emergen en el discurso especializado.

Como parte de las recomendaciones se hace necesario realizar más estudios de este tipo, debido a las limitaciones que se presentaron durante el diseño y la realización de esta investigación. Se requiere, por lo tanto, seleccionar una muestra con sujetos no especialistas, de tal manera que se puedan contrastar los datos con los hallazgos de este trabajo. Para dicha selección, se recomienda realizar pruebas para determinar el nivel de lectura de los participantes y poder discriminar si se trata de lectores avanzados o principiantes; además, se considera relevante ampliar estos trabajos con sujetos que pertenezcan a otros dominios de especialidad. En cuanto a la selección de las unidades de nueva creación, se sugiere el diseño de protocolos de experimentación controlando variables como: tipo de formación, frecuencia de aparición; y no menos importante, incluir la posibilidad de diseñar protocolos con unidades en contexto, de tal manera que puedan brindarse más luces sobre los modelos existentes.

Referencias

- Adelman, J., Sabatos-Devito, M., Marquis, S. y Zachary, E. (2014). Individual differences in reading aloud: A mega-study, item effects, and some models. *Cognitive psychology*, 68, 113-160.
- Andrews, S. (2012). Individual differences in skilled visual word recognition and reading: The role of lexical quality. *Visual word recognition. Meaning and context, individuals and development*. Hove, England, *Psychology Press*, 2.
- Baayen, R. H., Milin, P., Durdevic, D. F., Hendrix, P., & Marelli, M. (2011). An based on naive discriminative learning, *Psychological Review*, 118, 438-481.
- Cabré, M. T. (1993). *La terminología. Teoría, metodología, aplicaciones*. (S. A. Editorial Empúries, Ed.) (Primera). Barcelona: Hurope, S.A.
- Cabré, M. T. (2011). Bases para la construcción de una teoría sobre los neologismos, *II Congreso Internacional de Neología en las Lenguas Románicas*. Sao Paulo, diciembre.
- Cabré, M.T. (2015). La neologia: un nou camp a la cerca de la seva consolidació científica. *Caplletra, Revista Internacional de Filologia*, 59, 125-136. <http://doi.org/0214-8188>.
- Coltheart, M., Perry, C. y Coltheart, Max. (2001). DRC: A computational model of visual word recognition and reading aloud, *Psychological Review*, 108, 205-256.
- Coslett, H. B. (2003) Acquired dyslexia, *Clinical neuropsychology*. New York: Oxford University Press, 108-125.
- Ellis, A. y Young. (1988). A. Human cognitive neuropsychology. London: *Psychological Press*.
- Estornell, M. (2009). *El reconocimiento de neologismos y su caracterización en un corpus de prensa escrita (2004-2007)* [Tesis doctoral]. Universitat de València, València, España.
- Freixa, J. (2010). Paraules amb rareses, *Terminàlia*, 1, 7-16.
- Gardin, B., Lefèvre, B., Marcellesi, C. & Mortureux, M.-F. (1974). À propos du «sentiment néologique», *Langages*, 8(36), 45-52.
- Guerrero Ramos, G. (2015). Uso de neologismos recogidos y propagados por la prensa, *Neológica*, 9, 223-49.
- Kielar, A., Joanisse, M. F., y Hare, M. L. (2008). Priming English past tense verbs: rules or statistics? *Journal of Memory and Language*, 58(2), 327-346.

- Kuperman, V., y Van Dyke, J. (2011). Effects of individual differences in verbal skills on eye-movement patterns during sentence reading, *Journal of Memory and Language*, 65, 42-73.
- Llopart-Saumell, E; Loureda, Ó; Cabré, M. T; Freixa, J. (2014). *An experimental approach to the study of neologisms*, Heidelberg University Language and Cognition lab, Heidelberg (Alemania).
- Milin, P., Feldman, M.B. y Smolka, E. (2017). Models of Lexical Access and Morphological Processing. En: *The Handbook of Psycholinguistics*, 240-268.
- Plaut, D. C., & Gonnerman, L. M. (2000). Are non-semantic morphological effects.
- Rey, A. (1976). Le néologisme: un pseudoconcept? *Cahiers de Lexicologie*, 28, 3-7.
- Sablayrolles, J.F. (2009) ¿neologismo o no? Ensayo de clarificación de algunos problemas de incorporación, *Revista de Investigación Lingüística*, 12,101-122. ISSN: 1139-1146. Universidad de Murcia
- Sablayrolles, J. F. (2003). Le sentiment néologique”. L’innovation lexicale. Ed. Jean François Sablayrolles. Paris: Honoré Champion, 279-95.
- Seidenberg, M., & Gonnerman, L. M. (2000). Explaining derivational morphology.
- Todd, P. y Benbasat, I. (1991). An Experimental Investigation of the Impact of Computer Based Decision Aids on Decision. Making Strategies, *Information Systems Research* 2(2), 87-115.
- Varo, C., Díaz Hormigo, M. T., & Paredes Duarte, M. J. (2009). Modelos comunicativos y producción e interpretación neológicas, *Revista de Investigación Lingüística*, 12, 185-218.
- Varo, C. (2013). Aproximación teórico-práctica al procesamiento lingüístico de neologismos léxicos: A theoretical and practical approach to the linguistic processing of neologisms, *Revista Signos*, 46(81), 132-152.
- Vega Moreno, E. & Llopart-Saumell, E. (2017). Delimitación de los conceptos de novedad y neologicidad. Rilce, *Revista de Filología Hispánica*. 33, 1416-1451. 10.15581/008.33.3.1416-51.



Fortalecimiento de la competitividad y la transformación digital en los sectores agroindustriales de musáceas y cítricos en Manizales

ODS al cual aporta el proyecto: No. 9. Fomentar el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo, y el trabajo decente para todos.

Olga Lucía Ocampo López | Doctora en Ingeniería. *Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co*

Lina Victoria Berrío | Magíster en Administración. *Correo electrónico: lberrio@autonoma.edu.co*

Gloria Patricia Castrillón Arias | Doctora en Sociología. *Correo electrónico: reddeproyeccion@autonoma.edu.co*

Catalina Rocha Ruiz | Arquitecta. Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones. *Correo electrónico: reddeproyeccion@autonoma.edu.co*

Paula Zuluaga | Maestría en Administración. *Correo electrónico: pzuluaga@autonoma.edu.co*

Óscar Cardona Morales | Doctor en Ingeniería. *Correo electrónico: oscar.cardonam@autonoma.edu.co*

Steffany Fisher | Maestría Business Internacionales. *Correo electrónico: steffany.fischer@autonoma.edu.co*

Julián Escobar Vélez | Ingeniero Agrónomo. *Correo electrónico: Julianescobarv@gmail.com*

Jhon Jaime Arias Hernández | Ingeniero Agrónomo. *Correo electrónico: jhonj.ariash@autonoma.edu.co*

Elizabeth Rodríguez Parra | Ingeniera Industrial. *Correo electrónico: elizabeth.rodriguez@autonoma.edu.co*

Alejandra María Restrepo Franco | Maestría en Ingeniería. *Correo electrónico: alejandra.restrepof@autonoma.edu.co*

Jessica Paola Buitrago Corrales | Especialista en Planeación y Gestión Estratégica. *Correo electrónico: jessicap.buitragoc@autonoma.edu.co*

Edna Paola Melo Camacho | Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria. *Correo electrónico: ednap.meloc@autonoma.edu.co*

■ Grupos de Investigación: **Automática / Desarrollo Regional Sostenible / Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial – Archytas / Diseño y Complejidad / Empresariado** ■

Palabras clave: productividad, innovación, emprendimiento, vigilancia, tecnología.

Planteamiento del problema

En 2014, por iniciativa de la Secretaría de TIC y Competitividad, se elaboró la Agenda de Competitividad de Manizales como un plan de trabajo Público-Privado con acciones de corto, mediano y largo plazo que permitan acelerar la productividad e impulsar un crecimiento económico sostenido en los sectores estratégicos, entre los cuales se encuentra la Agroindustria. Para este sector, según las cifras de áreas cultivadas y producción suministradas por la Unidad de Desarrollo Rural, se priorizaron los sectores de musáceas y cítricos, entre otros.

Desde el año 2016, el municipio de Manizales apuesta por la creación de agroempresas rurales, de base tecnológica, y apoya proyectos que promuevan su creación, teniendo en cuenta el cierre de brechas y la creación de modelos de negocios que permitan impactar todos los eslabones de la cadena.

La Universidad Autónoma de Manizales ha venido trabajando desde el año 2017 en convenio con la Alcaldía de Manizales por los sectores agroindustriales, en especial con las cadenas de musáceas y cítricos; las acciones se han concentrado en la certificación en Buena Prácticas Agrícolas (BPA), la implementación de los estándares de Análisis de peligros y puntos de control crítico (HACCP por sus siglas en inglés *Hazard Analysis and Critical Control Points*) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en empresas transformadoras. El trabajo de la UAM® ha incluido la caracterización física de los frutos, estudio de mercados y desarrollo de productos innovadores con sus respectivos modelos de negocio. Finalmente, se ha apostado por la generación de productos para la apropiación social del conocimiento en las cadenas.

Durante el año 2020, en época de pandemia, fue necesario fortalecer la transformación digital en los sectores y continuar con acciones para mejorar la productividad en la finca, la seguridad alimentaria y fortalecer el comercio justo. Desde este punto de vista, la pregunta de investigación fue la siguiente: ¿Cómo avanzar en el fortalecimiento y transformación digital de la competitividad agroindustrial de Manizales en los sectores de musáceas y cítricos durante el año 2020?

Antecedentes y referente teórico

En Colombia, las condiciones geográficas son favorables para el cultivo de plátano. Las zonas productoras se encuentran ubicadas entre 0 y 2000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con temperaturas medias entre 26°C y 27°C, lluvias acumuladas anuales entre 120 a 150 mm y luminosidad suficiente para su óptimo desarrollo (Agrosavia, 2018).

Del área cultivada en plátano en Colombia la mayor cantidad se presenta asociada y restante en monocultivo tecnificado y han sido identificadas más de 30 variedades de musáceas cultivadas en todas las zonas agroecológicas del país (Martínez, 2005). Entre las variedades más representativas figuran: Hartón, Dominico hartón, Dominico, Guayabo, Comino, Pampo y Guineo (Castellanos, 2011). Caldas es uno de los departamentos ubicados en la zona del Eje Cafetero colombiano, la cual proporciona condiciones favorables de clima y suelo para el cultivo del plátano y determinan su potencial como una de las principales regiones productoras del país (Cenicafé, 2004). En el departamento de Caldas, la producción de plátano ocupa el séptimo puesto a nivel nacional, con 288.170 Toneladas (Ton) producidas para el año 2020 (Ministerio de Agricultura, 2020b), siendo el Municipio de Manizales productor de 1.4 Ton para el mismo año, según el reporte en las Evaluaciones Agropecuarias de Caldas.

En Colombia, las condiciones geográficas también son favorables para el cultivo de cítricos; las zonas productoras se encuentran ubicadas entre 0 y 1600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), con temperaturas medias entre 23°C y 34°C, lluvias acumuladas anuales entre 900 y 1200 milímetros (mm) y luminosidad mayor a 1900 horas de brillo solar anual. La producción de fruta es permanente, aunque se presentan temporadas de mayor producción o picos de cosecha, según el régimen pluviométrico en la zona (Corporación universitaria Lasallista, 2012).

En el departamento de Caldas, la producción de cítricos ocupa el cuarto puesto, con 113.652 Ton producidas para el año 2020 (Ministerio de Agricultura, 2020a), se destaca la producción de naranjas en las variedades Valencia (*Citrus sinensis* var. Valencia), Salustiana (*Citrus sinensis* var. Salustiana), Tangelo (*C. × tangelo*) y Limón Tahití (*Citrus × latifolia*).

Dentro de las características de calidad de los frutos se consideran tanto las variables externas relacionadas con apariencia física, color, peso y tamaño, como las internas que se refieren a atributos fisicoquímicos y propiedades organolépticas (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, 2018), que son atributos dependientes de la genética del cultivo, ubicación geográfica, condiciones climáticas, prácticas y labores culturales en los sistemas de producción.

Recomendaciones

Dirigidas a sectores agroindustriales de Musáceas y Cítricos de Manizales, Asociación de Musáceas de Manizales (ASO-MUMA), Asociación de Citricultores de Caldas (CitriCaldas) e instituciones como: Alcaldía de Manizales, Agrosavia, ICA, Asohofrucol, Universidad de Caldas, Universidad de Manizales, Universidad Católica de Manizales, Universidad Católica Luis Amigó y Universidad Autónoma de Manizales, así como otros actores de la Mesa para la Competitividad de Cítricos y de Musáceas.

Continuar con la apuesta de las Mesas para la Competitividad: el trabajo desde las mesas de competitividad se resalta por ser un escenario que permite concentrar diferentes grupos de interés para trabajar de forma articulada y realizar una proyección de los problemas de un sector buscando soluciones y beneficios que se dan a toda una comunidad. Las Mesas permiten el trabajo en equipo y logran dar soluciones y engrandecer las acciones en pro del gremio y una región.

Potenciar la integración de la tecnología para el desarrollo del sector y encontrar soluciones a problemáticas cítricas: soluciones como el ARCO de Lisboa que es un Área Regional de Control para el HLB son posibles con el apoyo tecnológico que ofrecen empresas locales como Geocampo, pero también con la transferencia tecnológica del ICA, Agrosavia, Asohofrucol, Citricaldas, Universidad de Caldas y la UAM. Las reflexiones para la transformación digital realizadas en el proyecto brindan recomendaciones para entender que se requieren soluciones simples para los problemas cotidianos. La capacitación virtual fue bien lograda con productores rurales apoyada con tutoriales de video.

Reconocer la heterogeneidad de las cadenas y la necesidad de intervenciones diferenciadas: desde esta diversidad es fundamental continuar con el fortalecimiento de capacidades a partir de la identificación de las brechas y fallas, y las dinámicas cambiantes territoriales.

Avanzar con las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como la estrategia para el mejoramiento de la productividad, la inocuidad y el control de la producción en el campo: el productor es el eslabón clave de la cadena agroindustrial y, por tanto, se requiere continuar con el fortalecimiento de capacidades en finca con la BPA para lograr productividad y sostenibilidad.

Promover la integración con equidad mediante el Comercio Justo: es importante avanzar en la consolidación del Comercio Justo con asociaciones de productores y con empresas ancla, así como fortalecer el trabajo comunitario y la formación socio-empresarial para los sectores agroindustriales, realizando acciones en conjunto para el fortalecimiento de la comercialización.

Innovar para generar nuevos productos y aportar valor a las cadenas: con el trabajo colaborativo entre instituciones académicas, productores y transformadores de cada sector, es posible potenciar la innovación para la generación de una nueva oferta de productos con mayor valor agregado, fortalecer la competitividad y la comercialización, así como la diversificación de mercados. Continuar con misiones tecnológicas internacionales permite avanzar y lograr mejor cooperación con mayor efectividad.

Fortalecer la transferencia de tecnología y la apropiación social de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación: el trabajo colaborativo Academia-Empresa-Estado-Sociedad Civil-Ambiente es clave para la investigación, la transferencia de tecnologías y la apropiación del conocimiento enfocadas a soluciones de cada sector productivo que conlleven a mejorar la competitividad y la sostenibilidad.

Referencias

- Agrosavia. (2018). Manejo sostenible del cultivo del plátano. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=3252>
- Castellanos, F. L. Aguirre, J. (2011). Caracterización física del fruto en variedades cultivadas en la zona cafetea de Colombia, *Revista Acta Agronomica*. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/27847
- Corporación Universitaria Lasallista. (2012). *Cítricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. Editorial Artes y Letras S.A.S.
- Acevedo, Y. (2008). Eventos fisiológicos asociados a la madurez y calidad de frutos cítricos en Cuba y su relación con los productos transformados de la industria. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical*. FAO, 1-21.
- Martínez, H. (2005). *La cadena del Plátano en Colombia. Una mirada global de sus estructura y dinámica 1991 – 2005*. Ministerio de agricultura y desarrollo. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: <http://unicatolica2012.pbworks.com/w/file/53984149/platano.pdf>

Ministerio de Agricultura. (2020a). *Cadena de cítricos. Indicadores e instrumentos*. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Ministerio de Agricultura. (2020b). *Cadena de plátano. Dirección de cadenas agrícolas y forestales*. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Platano/Documentos/2020-12-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

Moreno, A. Hernández, E. Grisales, F. (2004). *Plátano Dominico Hartón intercalado con café: mas ingresos para los caficultores*. Cenicafé. Recuperado el 20 de septiembre de 2021 de: <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/400/1/avto325.pdf>



MISIÓN HOLANDA

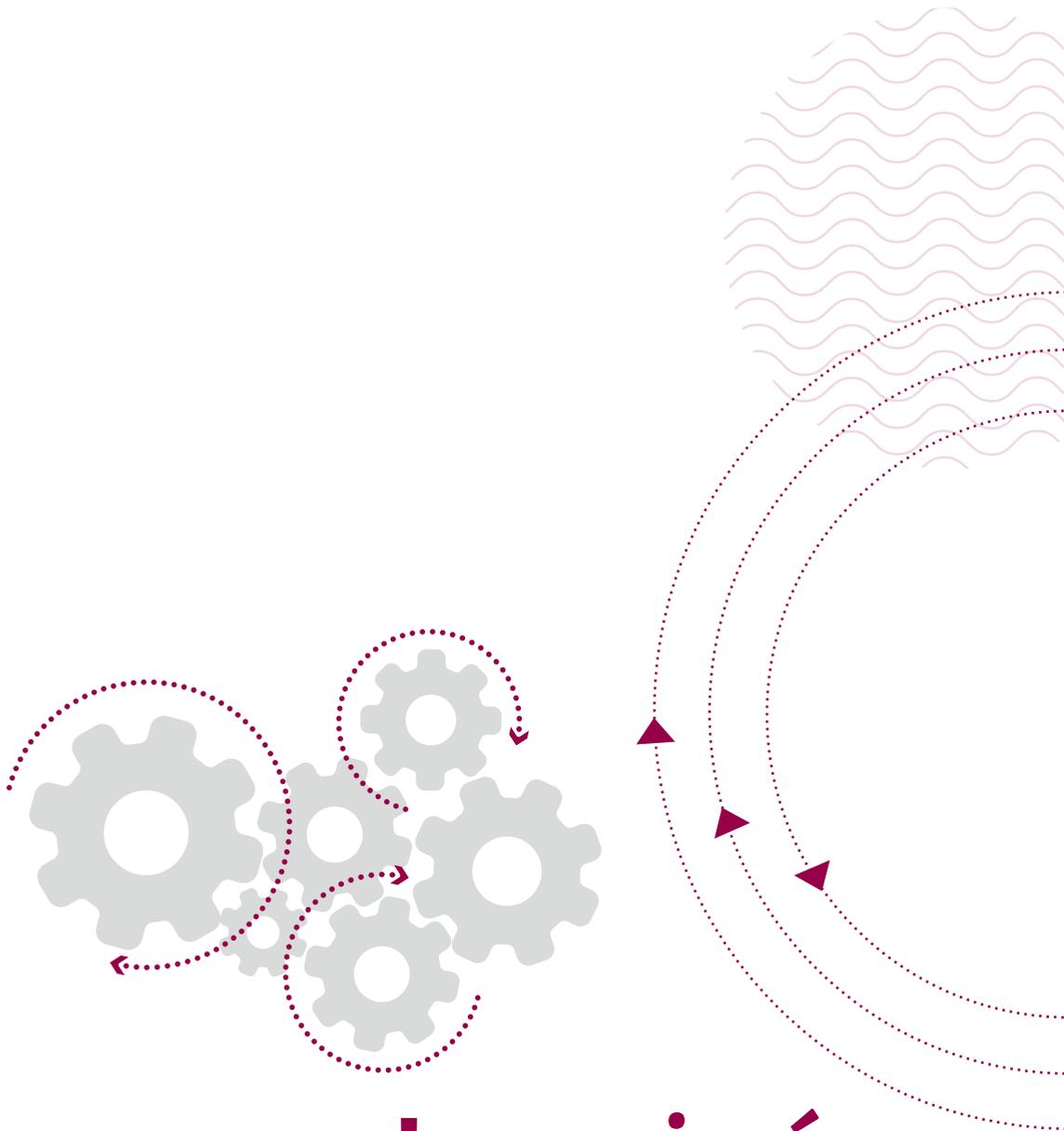
19 de Octubre de 2020 • 7-10 a. m
Agricultura familiar / sostenible
Nuevas tecnologías e innovaciones agroindustrial

20 de Octubre de 2020 • 7-10 a. m
1. Orgánicas / Bio orgánicas
2. Orzotas
3. Procesos logísticos y aduaneros

21 de Octubre de 2020 • 7:30-10:30 a. m
1. Chocó Food Valley
2. Nuevas metodologías de semillas y producción
3. Tendencias Food & Health

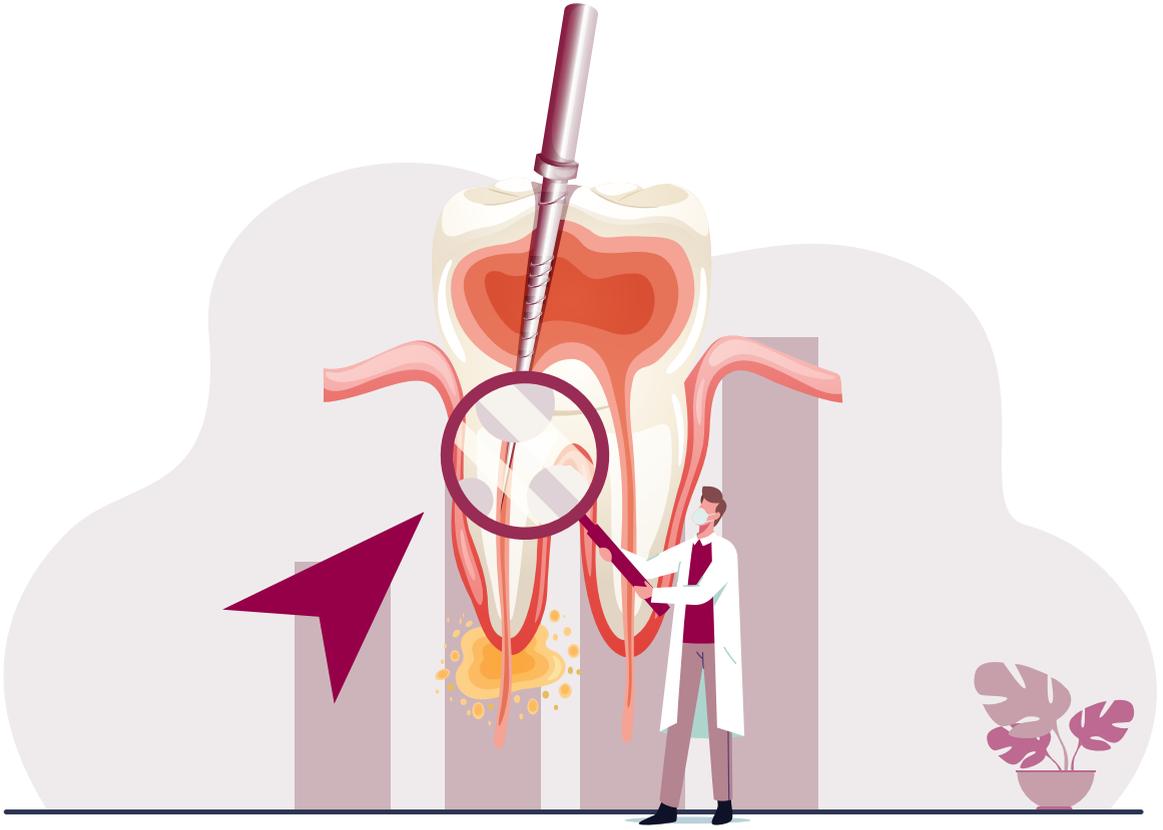
Link de inscripción: <https://forms.gle/ZeYlH2XBDez2xH778>

Logos: DE TIPO, COLOMBIA, Mesas, and other partners.



Ingenierías

Investigaciones terminadas
entre 2020-2 y 2021-1



Evaluación de la evolución geométrica de la falla superficial de limas NiTi usadas en endodoncia

ODS al cual aporta el proyecto: No. 9. Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

Paola Ximena Jaramillo Gil | Odontóloga.

Correo electrónico: paolax.jaramillo@autonoma.edu.co

César Augusto Álvarez Vargas | PhD Ingeniería Mecánica.

Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co

Yolanda Grajales Garay | Especialista en Endodoncia.

Correo electrónico: yolanda.grajalesg@autonoma.edu.co

Yenny Marcela Orozco Ocampo | Magíster en Ingeniería Mecánica.

Correo electrónico: yorozco@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial - Archytas / INSAO** ■

Palabras clave: lima endodóntica, separación de lima, falla superficial, microscopía óptica, deformación de Cauchy.

Problema a resolver

A pesar de los esfuerzos en tecnología para mejorar la resistencia a la fractura de las limas NiTi, continúa ocurriendo el desprendimiento de parte de la lima dentro del conducto radicular durante el procedimiento de limpieza y preparación. Este inconveniente todavía es un evento adverso que se presenta cuando se realiza un procedimiento endodóntico. El objetivo del presente trabajo es estudiar la evolución geométrica de la falla superficial de limas NiTi empleadas en endodoncia, la cual es causada por los factores habituales de operación, aspecto que la reviste de gran importancia, ya que existen muchos estudios comparativos entre marcas de limas, pero pocos que estén enfocados en determinar la causalidad de la fractura de estos instrumentos. Se realizó un estudio descriptivo observacional cuantitativo en el cual, por medio de la simulación experimental, tanto de canales radiculares fabricados en acrílico, como de la temperatura de la cavidad oral, se opera la lima y se hace una observación secuencial a diferentes ciclos tomando fotos microscópicas a 400X, con el fin de determinar la evolución de las fallas superficiales de las limas en cada momento de su operación. La evolución geométrica se midió en el cambio de longitud de líneas de maquinado originales de fabricación con respecto al número de picoteos. Se exponen los resultados y su discusión en el campo de análisis y se concluye con los cambios encontrados.

Contexto del estudio

Los procesos endodónticos tienen dificultades con las limas NiTi, ya que es factible que se produzca su fractura durante la instrumentación de conductos radiculares, lo que causa fallas en el tratamiento dental. Actualmente no existe un método adecuado que advierta previamente la ocurrencia de la fragmentación. Las limas rotatorias y reciprocantes en NiTi constituyen una revolución en la técnica endodóntica porque permiten al profesional realizar un tratamiento del conducto radicular de manera eficaz (Ye & Gao, 2012); además ofrecen mayor flexibilidad durante la instrumentación de conductos radiculares curvos; sin embargo, tienen la susceptibilidad de sucumbir a una fractura frágil por fatiga durante la instrumentación. Esta desventaja de la aleación puede traer consecuencias negativas para el diente afectado y dar como resultado el fracaso endodóntico, un mal pronóstico dental e incluso implicaciones éticas y legales. La fractura intraconducto de los instrumentos de endodoncia se puede producir de manera súbita y en algunas ocasiones no se presentan cambios visibles al ojo humano en la superficie del material (para algunas de las aleaciones utilizadas en el presente), lo que dificulta los

procedimientos de limpieza y conformación dentro del sistema del conducto radicular con un impacto potencial en el resultado del tratamiento (Bhatt & Rajkumar, 2019; Cunha et al., 2020; Loios et al., 2016).

En las revisiones de literatura realizadas se encuentran pocos estudios relacionados con el análisis de la causalidad de la fractura y la evolución geométrica de la falla: el proceso fenomenológico de la falla no es completamente conocido. En términos de la utilidad, observar los cambios geométricos y prevenir la ruptura súbita de la lima NiTi durante el tratamiento endodóntico es importante y necesario actualmente, ya que hasta el momento de la revisión literaria no se halló evidencia de que exista una ayuda tecnológica confiable dentro del consultorio odontológico que permita predeterminar la ocurrencia de la ruptura y establecer la continuidad del uso del instrumento, con el fin de mejorar el desempeño clínico.

Materiales y Métodos

El proyecto fue desarrollado en el Laboratorio de Metalografía y el Laboratorio de Materiales de la Universidad Autónoma de Manizales. Se usaron canales artificiales en cubos de resina poliéster transparente con curvatura de 30°, longitud de 17 mm, parte recta de 12 mm y radio de 5 mm. Las limas se operaron con un motor X-Smart Plus Dentsplay Sirona (referencia A1032), a una velocidad de giro de 300 r/min y un torque de 2,5 N cm. Los instrumentos, el irrigante y los cubos de resina se encontraban a temperatura ambiente (18°C - 20°C) y humedad relativa del 65%. Con el propósito de simular las condiciones de la cavidad bucal, tanto en temperatura como en humedad, se utilizó un dispositivo que permite mantener la temperatura de los bloques de resina a 36°C ± 1°C, mediante baño de agua que se mantiene durante toda la preparación. Se realizó una irrigación constante utilizando hipoclorito de sodio al 5%. Con una lima ProGlider de 25 mm de movimiento rotatorio se creó una vía de deslizamiento como fase previa a la utilización de la lima WOG, lo que evita bloqueos del conducto y deformaciones posteriores. Se realizó suave presión hacia adentro del canal hasta la longitud de trabajo del conducto durante 20s para establecer la vía de desplazamiento, se irrigó nuevamente con 5 ml de hipoclorito de sodio durante 5 s, y así sucesivamente, hasta alcanzar la longitud de trabajo total. Se inició el proceso de conformación del conducto con la lima WOG Primary a 2 mm o 3 mm cervicales del conducto en línea recta durante 15 s. Se retiró el instrumento, se limpió utilizando un

Clean Stand con agua desionizada, se recapituló con lima #10 y se irrigó por 5 s. Se emplea nuevamente el instrumento Primary aplicando ciclos (grupo de tres “picoteos”) hasta una longitud de 12 mm, durante 30s y con movimiento de cepillado hacia el exterior. La determinación de los ciclos se definió por el concepto de movimiento picoteo (*pecking*), el cual consiste en un movimiento cíclico de entrada y salida de la lima en el canal con cierta amplitud y tiempo. Un ciclo fue definido como 3 picoteos. Se verificó la longitud de trabajo con lima #10 manual, se irrigó con hipoclorito y se continuó con la lima Primary hasta la longitud de trabajo total durante 30 s ejerciendo mínima presión apical. Finalmente, se confirma la forma y la preparación del conducto, además del límite apical con un probador WOG Primary. Se realizó la limpieza de la lima WOG después de cada grupo de ciclos en limpiador ultrasónico y sumergido en agua desionizada a temperatura ambiente, durante 2 min.

El número de ciclos para inspección mediante microscopía fueron: 0, 27, 54, 64, 74, y cada tres hasta la fractura. Para la adquisición de fotografías y posterior medición, se emplean dos componentes básicos:

- Microscopio óptico portátil (referencia Proscope HR2 Advanced Lab).
- *Stage XYZ*: plataforma con desplazamiento calibrado en los tres ejes por medio de un tornillo micrométrico y un *R-Stage* o porta muestras tipo R (rotación), en el que se adecuó un mandril para sujetar la lima.

Con el procedimiento de microscopía se adquirieron fotografías en resolución 1280 x 1024 píxeles de cada una de las etapas definidas. Se marcó con un rayador de punta de tungsteno la referencia 0° para posicionamiento de la lima en microscopio.

Las limas se llevaron a la fractura y se observaron a un aumento de 400X para evidenciar los cambios de las líneas de maquinado de fabricación, originalmente verticales y así estimar el proceso de falla de la lima mediante su deformación. Usando el *software* libre “*ImageJ*” se tomaron medidas de la deformación normal unitaria lagrangiana promedio ϵ_L establecidas sobre la referencia de las trazas de mecanizado de la lima medida como:

$$\epsilon_L = \frac{s - s_0}{s_0} \times 100\%;$$

donde *s* es la longitud final de la línea de mecanizado y “*s*” “*o*” es la longitud inicial de la línea de mecanizado.

Recomendaciones

Dirigidas a Endodoncistas, estudiantes de endodoncia y odontología en general; ingenieros, estudiantes de ingeniería en todos los niveles: pregrado y posgrado.

Desde el punto de vista clínico se recomienda al endodoncista operar con una lima hasta un máximo de seis conductos de geometría simple. Se observa que luego de seis conductas, la vida última de la lima se reduce y se genera una fractura súbita indeseable para el éxito del tratamiento.

Desde el punto de vista de la ingeniería se destaca el uso de las técnicas ópticas como apoyo fundamental a los procesos de medición. Se recomienda el uso de sistemas de análisis y digitalización de imágenes para hacer mediciones metrologías precisas y exactas.

Realizar diseños experimentales que permitan establecer conclusiones objetivas acerca de observaciones formales de un experimento. Un error fuerte en la experimentación consiste en no hacer diseños adecuados de la toma de datos, los factores de operación, el número de réplicas y las variables de respuesta, y así mismo, usar métodos estadísticos sin conceptualización que generan bastante ruido en las observaciones finales.

Referencias

- Bhatt, A., & Rajkumar, B. (2019). A comparative evaluation of cyclic fatigue resistance for different endodontic NiTi rotary files: An in-vitro study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 9(2), 119–121. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2018.12.003>
- Cunha, T. C., de Souza Matos, F., Paranhos, L. R., de Macedo Bernardino, Í., & Moura, C. C. G. (2020). Influence of glide path kinematics during endodontic treatment on the occurrence and intensity of intraoperative and postoperative pain: A systematic review of randomized clinical trials. *BMC Oral Health*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01164-w>
- Loios, G., Martins, R. F., Ginjeira, A., Dragoi, M. V., & Buican, G. (2016). Fatigue Resistance of Rotary Endodontic Files Submitted to Axial Motion in

Multiplanar Canals Manufactured by 3D Printing. *Procedia Engineering*, 160(1cmfm XVIII), 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.870>

Ye, J., & Gao, Y. (2012). Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *Journal of Endodontics*, 38(1), 105–107. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.09.028>



Evaluación de las capacidades de la técnica de difracción de rayos X como método de diagnóstico de la reutilización de limas endodónticas de NiTi

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Daniel Escobar Rincón | PhD en Física.

Correo electrónico: daniel.escobarr@autonoma.edu.co

Francy Nelly Jiménez García | PhD en Ingeniería.

Correo electrónico: francy@autonoma.edu.co

César Augusto Álvarez Vargas | Candidato a PhD en Ingeniería.

Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co

Yenny Marcela Orozco Ocampo | Magíster en Ingeniería.

Correo electrónico: yorozco@autonoma.edu.co

Paola Ximena Jaramillo Gil | Especialista en Endodoncia.

Correo electrónico: paolax.jaramillo@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Física y Matemáticas con Énfasis en la Formación de Ingenieros / Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial - Archytas / Salud Oral - INSAO** ■

Palabras clave: lima endodóntica, NiTi, difracción de rayos X, análisis estructural, fractura.

Problema a resolver

Para el diagnóstico de limas de NiTi y evaluar su reusabilidad existe la necesidad de seleccionar una técnica adecuada. Esto consiste en que se permita cuantificar parámetros que estén directamente relacionados con la resistencia a la fatiga cíclica. La flexión y rotación conllevan a la generación de tres efectos principales: acumulación, microdeformación, generación de esfuerzos y transformaciones de fase. Debido a que estos parámetros pueden ser determinados por la técnica de difracción de rayos X, entonces se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo la técnica de difracción de rayos X puede constituir un método para determinar la reusabilidad de limas de endodoncia de NiTi?

La separación de limas conlleva a complicaciones graves tales como la no culminación del tratamiento, mayor trauma e invasión, gastos mayores, problemas éticos y legales, entre otros. Esta investigación permitirá determinar las capacidades de la técnica de difracción de rayos X para monitorear cambios generados en las limas relacionados con la resistencia a la fatiga cíclica y de esta forma generar criterios de reutilización. Adicionalmente, los datos obtenidos en la investigación pueden ser fuente para establecer modelos predictivos de falla y como información base para el diseño de materiales para generar herramientas con mejor desempeño.

El presente proyecto se encuentra enmarcado en las líneas de investigación: Diseño Mecánico y Mecánica Computacional (Archytas), Endo-Perio (INSAO) y Materiales de Ingeniería (Física y Matemática) y constituye una investigación multidisciplinar que busca contribuir a la generación de conocimiento y su potencial aplicación en el campo de la endodoncia.

Marco conceptual

Falla en limas para endodoncia de NiTi. Desde una perspectiva general, la fractura de limas de NiTi (también llamada separación) está asociada a dos tipos de falla principales cuando se encuentra en uso al interior del canal de la raíz del diente: fractura por torsión y fractura por flexión (Grande et al., 2006; Thompson & Dummer, 1997; Yared et al., 1999). La primera consiste en el anclaje de la lima en una parte del canal de la raíz cuando el torque aplicado excede el límite elástico del material (Da Frola et al., 2014; Montalvão et al., 2014). Cuando el material ha sufrido fatiga cíclica es más propenso a sufrir este tipo de fractura, dado que su resistencia se ha visto disminuida por procesos de fatiga. El segundo tipo de fractura se relaciona con los ciclos de flexión a los que son sometidas las limas para seguir la forma del canal de la raíz, más la aplicación de

cargas (Peters, 2004; G. Plotino et al., 2010). La falla por flexión es causada por el endurecimiento por deformación y fatiga del metal.

En el punto de curvatura de la herramienta, el instrumento se flexiona hasta la fractura en el punto de máxima flexión (Sattapan et al., 2000) generándose la formación y crecimiento de grietas de fatiga, la cual en aleación del tipo NiTi, es mayor a las de metales con resistencia similar, por lo que cuando la grieta es iniciada, se propaga rápidamente, causando la falla (Cheung et al., 2005; Gianluca Plotino et al., 2009). Es importante destacar que la falla por flexión depende fuertemente de la curvatura que la lima toma durante su uso (Sattapan et al., 2000). En ambas situaciones, por las cuales se da la fractura de las limas, se ha encontrado que, al estar sometidas a ciclos de carga, su separación está asociada a fatiga cíclica (Cheung et al., 2005; Peng et al., 2005; Yin et al., 2012). Esta fatiga se encuentra relacionada con esfuerzos aplicados en ida y vuelta, flexionando y retorciendo el instrumento, contribuyendo del 50% al 90% de las fallas mecánicas de las limas de NiTi (Chang et al., 2011).

Influencia de la fatiga cíclica en la microestructura y el estado de esfuerzo residual: La fatiga cíclica se define como la falla en un material cuando es sometido a cargas alternas. Con la misma frecuencia y carga máxima por ciclo, la resistencia a la fatiga se mide en función de la cantidad de ciclos de carga que el material puede soportar antes de sufrir una fractura. La fatiga en aleaciones de memoria de forma, como es el caso de NiTi, se puede dividir en dos principales mecanismos: fatiga estructural y fatiga funcional (Eggeler et al., 2004). Fatiga estructural se refiere a la acumulación de defectos (densidad de dislocaciones) y cambios estructurales en el material, los cuales pueden resultar en iniciación, crecimiento de grietas y -finalmente- en la ruptura (Miyazaki et al., 1999; Wagner et al., 2008). La fatiga estructural es el mecanismo de falla por fatiga más conocido y reportado en la actualidad. Por otra parte, la fatiga funcional está asociada a la pérdida de propiedades funcionales del material, tales como la súper-elasticidad en el caso del NiTi. Este tipo de falla está asociado a la aplicación de un delta de esfuerzo, el cual se define como la diferencia entre el máximo y el mínimo valor de esfuerzo aplicado al material durante un ciclo de carga. Este tipo de fatiga está directamente relacionado con las transformaciones martensíticas inducidas por esfuerzo y a su interacción con la acumulación cíclica de deformación local (Ataalla et al., 2012; Gao et al., 2017; Wagner et al., 2008). En conclusión, los procesos de fatiga en limas de NiTi, los cuales son causantes de la fractura, son resultado del aumento de defectos locales (micro deformación), la acumulación de esfuerzos y la transformación de la fase austenítica a martensítica en el material; por lo que, una técnica que permita el monitoreo de la evolución de estos parámetros en los materiales constituiría un método de diagnóstico del estado mecánico de la lima.

Técnica de difracción de rayos X

La técnica de difracción de rayos X se ha consolidado, hoy en día, como una de las principales para la caracterización de materiales desde la perspectiva estructural. Por medio de un análisis integral del patrón de difracción es posible tener una gran variedad de parámetros tales como la fase del material (por fase se refiere a la estructura cristalina en conjunto con su composición), el estado de esfuerzo residual, parámetros microestructurales -tales como micro-deformación y tamaño de dominio cristalino-, textura, entre otros (Chateigner, 2013). Dentro de las ventajas de la técnica de difracción de rayos X se encuentra la rapidez con que las medidas pueden ser obtenidas, la técnica es no-destruktiva y posee alta precisión en los datos obtenidos. Es posible obtener los parámetros mencionados usando metodologías de análisis del patrón de difracción de rayos X, tales como el método Williamson-Hall para la determinación de la micro-deformación (Microstructural Analysis, 2010), el método del $\sin^2\psi$ para el cálculo de la acumulación de estados de esfuerzo-deformación macroscópica en el material (Hauk, 1997) y análisis cualitativo-cuantitativo del patrón para la determinación de fases presentes en la aleación, tales como la formación de martensita (Preliminary Data Processing and Phase Analysis, n.d.).

Antecedentes

Existen diferentes técnicas que han sido utilizadas como herramienta de diagnóstico con el fin de elucidar información sobre la integridad de las limas de NiTi. A continuación, se relacionan algunas. Chang et al. (2011) propusieron, con una metodología basada en la impedancia para monitorear el daño por fatiga, que cuando dicha herramienta alcanzaba entre un 60% y 80% del límite de vida útil, la impedancia aumentaba un 7.5%. O'Sullivan et al. (2004), por su parte, estudiaron la relación entre la deformación plástica en aceros inoxidable austeníticos a través de la determinación de la coercitividad, de forma tal que cuando se evidenciaba una disminución en la frecuencia natural, el material alcanzaba entre el 77% y 85% del límite de su vida útil. Por otro lado, existen también otros enfoques basados en modelos físicos que pueden llegar a generar una predictibilidad en el tiempo de vida del instrumento (Cubillo et al., 2016). También se han intentado realizar enfoques utilizando la microscopía, pero debido a la súper-elasticidad presentada por las limas de NiTi, la evidencia de fracturas en la superficie del material es difícil de observar (Montalvão et al., 2014). Se han reportado fracturas del material sin evidencia superficial de signos de falla (Lopes et al., 2007; Sattapan et al., 2000).

Si bien los trabajos anteriormente mencionados presentan avances respecto al diagnóstico del estado de una herramienta que es sometida a ciclos de fatiga,

como lo son las limas de NiTi en su utilización normal, estos están en etapas tempranas de estudio y aún se encuentran en procesos de desarrollo. En este sentido, existen retos que deben ser resueltos para consolidar de manera confiable el diagnóstico de dichos materiales, con el fin de establecer parámetros de reusabilidad. Los trabajos desarrollados relacionan, de manera indirecta, propiedades físicas tales como eléctricas y magnéticas, con parámetros estructurales y microestructurales como transformaciones de fase, densidad de defectos locales (micro-deformación) y estados de esfuerzos residuales, los cuales están directamente relacionados con el desempeño mecánico del material, como se mencionó en el apartado conceptual. De esta forma, por medio de las técnicas que intentan determinar el estado de fatiga o posible fractura con propiedades físicas, se plantea de forma indirecta determinar la futura falla del material con características que, si bien pueden dar un indicio del posible fallo, no proporcionan valores que realmente estén relacionados con la separación de la lima. Esto conlleva a inconvenientes como la confiabilidad en la medida, ya que otros factores pueden afectar las propiedades evaluadas en las que se confía en el estado mecánico de la lima (impedancia, coercitividad, etc.) y, por tanto, sesgar la predictibilidad de la usabilidad de la herramienta o no aportar, con un diagnóstico preciso, a la posibilidad de reutilización de la lima.

Recomendaciones

Dirigidas a Profesionales del campo de la odontología y la endodoncia. Personas naturales que necesitan de procesos endodónticos. Compañías que proveen materiales y equipos para los procesos endodónticos. Instituciones que desarrollen procesos de investigación en odontología y endodoncia.

Los resultados de la investigación desarrollada plantean diferentes escenarios investigativos de importancia en los campos de los procesos endodónticos, los materiales usados para tal fin, las pruebas de laboratorio realizadas y las técnicas de diagnóstico para la reusabilidad de limas. Inicialmente, plantea la importancia de realizar estudios en la separación de limas endodónticas, ya que destaca, de acuerdo con su gravedad, que es un escenario relativamente frecuente. También se resalta que, si bien el único uso de limas es un enfoque que puede mitigar la frecuencia de separación de limas, no lo evita totalmente y genera un gran aumento en los costos. Por otra parte, para el desarrollo del trabajo de investigación se implementó un sistema para simular el proceso

endodóntico a nivel de laboratorio, resaltándose todas las consideraciones que deben tener en cuenta para generar una adecuada fidelidad entre el escenario real y el simulado. Esto conlleva a evidenciar la alta necesidad de desarrollar sistemas que permitan realizar experimentos en laboratorio que arrojen resultados y conclusiones que puedan ser transferidos a aplicaciones reales en el ejercicio de la endodoncia. También, considerando que las limas endodónticas fueron utilizadas en condiciones de laboratorio, de forma tal que se tuviera un control sobre dicha utilización, también se inspeccionó el cambio de forma y tamaño que pudiera presentar a medida que se iba aumentando su uso. Esto presentó un reto, ya que las limas endodónticas presentan una geometría de tipo complejo (poca planitud), por lo que, la microscopía de tipo óptica, al tener muy baja profundidad de campo, presenta limitaciones. Para esto se debió implementar un sistema de movimiento controlado por micrómetros para realizar variaciones finas en la distancia del lente a la región de consideración y obtener imágenes con buenas características para analizar variaciones geométricas cualitativa y cuantitativamente.

Los resultados basados en las modificaciones geométricas permitieron evidenciar que existen variaciones que pueden correlacionarse con el número de ciclos aplicados a las limas, lo cual puede ser un indicativo de límite de usabilidad. Si bien este resultado puede parecer concluyente sobre el diagnóstico de falla de una lima endodóntica, existen también fallas que pueden estar asociadas a mecanismo interno y, por lo tanto, no visibles en la superficie del instrumental. Dichos mecanismos pueden estar asociados a dislocaciones, transformaciones de fase, esfuerzos residuales, entre otros; su análisis por microscopía puede ser por lo menos inviable. Para esto se utilizó la técnica de difracción de rayos X, la cual permite cuantificar observables relacionados con densidad de defectos locales y defectos volumétricos.

Conociéndose muy bien las capacidades de la técnica de rayos X en metales y aleaciones, las medidas de las limas por esta técnica arrojaron resultados que pueden llevar a tres consideraciones importantes: (1) la textura cristalográfica presenta variaciones en las etapas iniciales de utilización de la lima, dando evidencias de la transformación de fase relacionada con martensita orientada. Esto puede relacionarse con los ciclos y de alguna manera con el desgaste y la capacidad de reutilización de la lima. (2) La fase de Ni-Ti que posee la lima puede ser diferenciada entre austenita, fase R y martensita, lo que permite conocer las características de la lima desde su primer uso y a medida que se van aplicando ciclos. Esto es importante porque permite evidenciar el estado de superelasticidad y de memoria de forma de la aleación que compone la lima. (3) Para determinar variaciones en el tamaño de cristalito y microdeformaciones, es importante considerar que la porción de material analizado y la intensidad de rayos X deben ser elevados, ya que estadísticamente, las variaciones en dichas características, cuando únicamente se miden los 3 mm iniciales de la lima no son evidenciables.

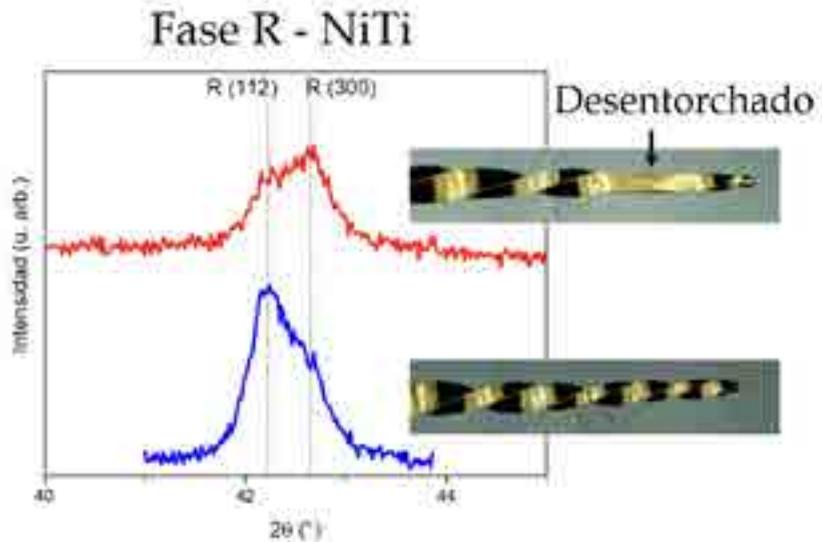


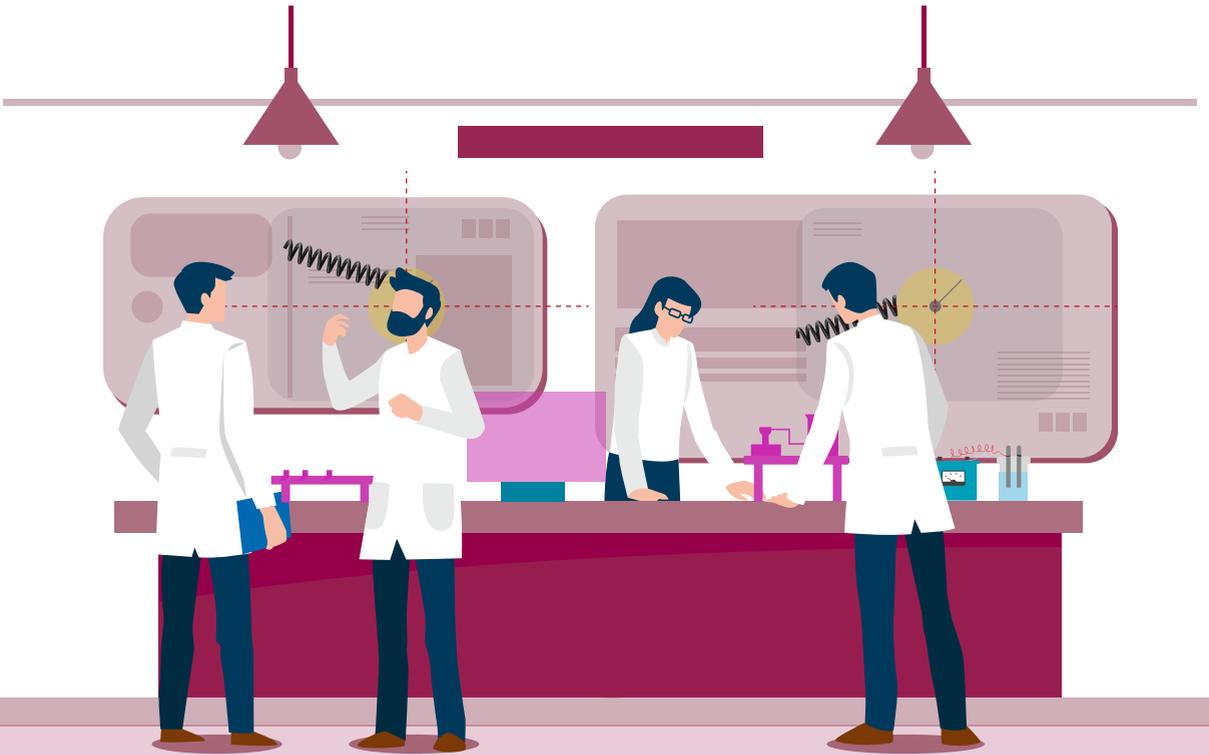
Gráfico 1. Fase R - NiTi

Referencias

- Ataalla, T., Leary, M., & Subic, A. (2012). Functional Fatigue of Shape Memory Alloys. In *Sustainable Automotive Technologies 2012* (pp. 39–43). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24145-1_6
- Chang, Y.-Z., Liu, M.-C., Pai, C.-A., Lin, C.-L., & Yen, K.-I. (2011). Application of non-destructive impedance-based monitoring technique for cyclic fatigue evaluation of endodontic nickel–titanium rotary instruments. *Medical Engineering & Physics*, 33(5), 604–609. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2010.12.016>
- Chateigner, D. (2013). *Combined Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118622506>
- Cheung, G. S. P., Peng, B., Bian, Z., Shen, Y., & Darvell, B. W. (2005). Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *International Endodontic Journal*, 38(11), 802–809. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.01020.x>

- Cubillo, A., Perinpanayagam, S., & Esperon-Miguez, M. (2016). A review of physics-based models in prognostics: Application to gears and bearings of rotating machinery. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(8), 1–21. <https://doi.org/10.1177/1687814016664660>
- Da Frota, M. F., Espir, C. G., Berbert, F. L. C. V., Marques, A. A. F., Sponchiado-Junior, E. C., Tanomaru-Filho, M., Garcia, L. F. R., & Bonetti-Filho, I. (2014). Comparison of cyclic fatigue and torsional resistance in reciprocating single-file systems and continuous rotary instrumentation systems. *Journal of Oral Science*, 56(4), 269–275. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25500924>
- Eggeler, G., Hornbogen, E., Yawny, A., Heckmann, A., & Wagner, M. (2004). Structural and functional fatigue of NiTi shape memory alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 378(1–2), 24–33. <https://doi.org/10.1016/J.MSEA.2003.10.327>
- Gao, Y., Casalena, L., Bowers, M. L., Noebe, R. D., Mills, M. J., & Wang, Y. (2017). An origin of functional fatigue of shape memory alloys. *Acta Materialia*, 126, 389–400. <https://doi.org/10.1016/J.ACTAMAT.2017.01.001>
- Grande, N. M., Plotino, G., Pecci, R., Bedini, R., Malagnino, V. A., & Somma, F. (2006). Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *International Endodontic Journal*, 39(10), 755–763. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01143.x>
- Hauk, V. (1997). *Structural and Residual Stress Analysis by Nondestructive Methods*. Elsevier.
- Lopes, H. P., Moreira, E. J. L., Nelson Elias, C., Andriola de Almeida, R., & Neves, M. S. (2007). Cyclic Fatigue of Protaper Instruments. *Journal of Endodontics*, 33(1), 55–57. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.09.003>
- Microstructural Analysis. (2010). In *X-ray Diffraction by Polycrystalline Materials* (pp. 195–196). ISTE. <https://doi.org/10.1002/9780470612408.part2>
- Miyazaki, S., Mizukoshi, K., Ueki, T., Sakuma, T., & Liu, Y. (1999). Fatigue life of Ti–50 at.% Ni and Ti–40Ni–10Cu (at.%) shape memory alloy wires. *Materials Science and Engineering: A*, 273–275, 658–663. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(99\)00344-5](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(99)00344-5)
- Montalvão, D., Shengwen, Q., & Freitas, M. (2014). A study on the influence of Ni–Ti M-Wire in the flexural fatigue life of endodontic rotary files by using Finite Element Analysis. *Materials Science and Engineering: C*, 40, 172–179. <https://doi.org/10.1016/J.MSEC.2014.03.061>
- O’Sullivan, D., Cotterell, M., & Meszaros, I. (2004). The characterisation of work-hardened austenitic stainless steel by NDT micro-magnetic

- techniques. *NDT & E International*, 37(4), 265–269. <https://doi.org/10.1016/J.NDTEINT.2003.10.001>
- Peng, B., Shen, Y., Cheung, G. S. P., & Xia, T. J. (2005). Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *International Endodontic Journal*, 38(8), 550–557. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2005.00991.x>
- Peters, O. A. (2004). Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review. *Journal of Endodontics*, 30(8), 559–567. <https://doi.org/10.1097/01.DON.0000129039.59003.9D>
- Plotino, G., Grande, N. M., Cordaro, M., Testarelli, L., & Gambarini, G. (2010). Influence of the shape of artificial canals on the fatigue resistance of NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*, 43(1), 69–75. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01641.x>
- Plotino, Gianluca, Grande, N. M., Cordaro, M., Testarelli, L., & Gambarini, G. (2009). A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 35(11), 1469–1476. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.06.015>
- Preliminary Data Processing and Phase Analysis. (n.d.). In *Fundamentals of Powder Diffraction and Structural Characterization of Materials* (pp. 347–405). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09579-0_13
- Sattapan, B., Nervo, G., Palamara, J., & Messer, H. (2000). Defects in Rotary Nickel-Titanium Files After Clinical Use. *Journal of Endodontics*, 26(3), 161–165. <https://doi.org/10.1097/00004770-200003000-00008>
- Thompson, S. A., & Dummer, P. M. (1997). Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *International Endodontic Journal*, 30(1), 1–7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9477788>
- Wagner, M. F.-X., Nayan, N., & Ramamurty, U. (2008). Healing of fatigue damage in NiTi shape memory alloys. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 41(18), 185408. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/41/18/185408>
- Yared, G. M., Bou Dagher, F. E., & Machtou, P. (1999). Cyclic fatigue of Profile rotary instruments after simulated clinical use. *International Endodontic Journal*, 32(2), 115–119. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10371906>
- Yin, D., Peng, X., Qin, Y., & Wang, Z. (2012). Adhesion, atomic structure, and bonding variation at TiN/VN interface by chemical segregation. *Surface and Interface Analysis*, 44(9), 1261–1270. <https://doi.org/10.1002/sia.4998>



Diseño y construcción de un laboratorio de dinámica, mecanismos y vibraciones mecánicas – Dinamev II fase

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

Diana Lorena Cardona Montoya

Correo electrónico: dcardona@autonoma.edu.co

César Augusto Álvarez Vargas

Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co

Sebastián Durango Idárraga

Correo electrónico: sebastiandi@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Física y Matemática UAM** ■

Palabras clave: auto-equipamiento, laboratorio, dinámica, mecanismos, vibraciones.

Problema a resolver

Los procesos de auto-equipamiento de laboratorios dentro de las universidades colombianas se han vuelto comunes en las últimas décadas, debido a dos razones principales: los altos costos de equipos comerciales para la dotación de laboratorios pedagógicos y de investigación, y la labor de investigación y posibles registros de patentes conseguidos por las universidades cuando se invierte en la producción propia de equipos. El proyecto se justifica desde los puntos de vista académico (apropiación de tecnología, extensión de conocimiento sobre las asignaturas tratadas y desarrollo de prototipos y posibles patentes); financiero (reducción de costos según comparación con la adquisición de equipos comerciales para laboratorios) y de desarrollo de la investigación.

Contexto del estudio

El desarrollo de laboratorios y protocolos para enseñanza e investigación en ingeniería tiene motivaciones en el modelado y en la demostración de leyes físicas en el aula de clase. Se recalca sus inicios con una serie de problemas que han sido estudiados por varios autores usando diferentes configuraciones y sistemas, tales como problemas de masa variable, por ejemplo, proyectiles consumiendo combustible, bandas de transporte de materiales, cadenas o cuerdas cayendo sobre una balanza, péndulos o máquinas de Atwood, con masas variables, y modelamiento de flujo de fluidos [2], [3]. Desde la mecánica, no todos estos problemas se abordan de manera formal, puesto que es habitual considerar que la masa es constante en la Segunda Ley de Newton para una partícula y, por tanto, los problemas referenciados están por fuera de los resultados de aprendizaje de un curso de física mecánica. Por ejemplo, en [4] se estudia el problema de una cadena en caída libre, tanto teóricamente como experimentalmente, y se discute la forma de implementarse en un laboratorio de física con tecnología sencilla. Igualmente, en [5] y [6] se estudian problemas de masa variable con péndulos y en una máquina de Atwood. La referencia [7] presenta un estudio de las vibraciones en un sistema masa-resorte que se encuentra oscilando sobre un plano inclinado con fricción. En este caso, no hay masa variable; sin embargo, cabe destacar, tanto en los estudios anteriores como en este, que se aborda el problema desde una perspectiva teórica y experimental, por tanto, siempre se verifica empíricamente la validez de un modelo. Con los ejemplos anteriores, se espera mostrar una de las direcciones de este proyecto, que es el estudio de problemas más allá de los ejemplos usuales de clase o del laboratorio de física, los cuales pueden tener mayor

grado de dificultad y, en consecuencia, representan interés tanto académico como práctico, ya que esto es un poco más cercano a lo que suele llamarse el “mundo real”. Los problemas propuestos en este proyecto (por su naturaleza se espera que el proyecto se extienda por fases), son estudiados teóricamente y verificados experimentalmente a través de instrumentación con la que se cuenta en los laboratorios de la UAM, o construyendo los experimentos con materiales de bajo costo y adaptando tecnologías modernas; por ejemplo, registro de video y señales de aceleración con celulares, implementaciones mecatrónicas con microcontroladores (por ejemplo, Arduino), y procesamiento computacional de datos.

Es necesario reconocer que no siempre es posible llevar a cabo un experimento de esta manera, ya que el control experimental que se requiere para verificar alguna manifestación de la naturaleza puede llegar a ser muy sofisticado, pues el problema que se estudia puede ser altamente complejo o porque la implementación puede resultar costosa. Este es el caso de los problemas de interacción de muchos cuerpos (que es una idea central en diferentes áreas de la física como: astro-física, gravitación, materia condensada, entre otras), el comportamiento de un conjunto de partículas (otra idea importante en áreas de la física como termodinámica y mecánica, y en otras áreas como en biología o química), entre otros casos. Una forma de abordar estos problemas es a través de simulaciones, las que pueden tener la ventaja de tener un costo relativamente bajo (dependiendo de las necesidades de *software* y *hardware*).

Los siguientes casos ilustran ejemplos de procesos de simulación implementados para propósitos de enseñanza y aprendizaje. El primer caso corresponde al aparentemente simple caso de una cuenta (elemento usado para contar en el ábaco) moviéndose en un alambre de forma arbitraria [8]. Este es un problema que se puede estudiar en clase, si se considera el caso en que el alambre tiene forma circular (un aro); sin embargo, para cuentas sobre caminos de forma arbitraria, el problema no es sencillo de modelar matemáticamente. Aquí es cuando la física y matemática, aunque manifiestan su potencia, se tornan poco evidentes o abstractas; en ese sentido, la idea de este proyecto es verificar cómo, a partir del modelado de un problema, se puede simular lo que se espera de la naturaleza, lo cual aporta al proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que la aparente abstracción se puede volver un objeto concreto a través de la simulación. En relación al estudio de problemas en mecánica -en [9]-, se presenta el caso de estudio de una esfera pequeña que se mueve sobre una superficie lisa. De nuevo, este es un problema en apariencia sencillo, pero que tiene una fenomenología compleja, como la aparición de no linealidades y comportamiento caótico. La referencia [10] presenta un *software* que permite crear, probar y compartir experimentos usando conceptos de la Teoría Especial de la Relatividad.

Así, en este proyecto, se pretende también estudiar algunos problemas a partir de simulaciones. Estas herramientas permiten representar fenómenos, así en [8], usando el método Montecarlo se explican modelos fundamentales cuya naturaleza es abstracta y, por tanto, ayuda a visualizar los fenómenos físicos; además, es útil como herramienta didáctica, ya que posibilitan la presentación de resultados en el aula. La referencia [11] introduce un modelo de laboratorio de física en el cual se usan equipos de bajo costo, principalmente micro-controladores Arduino, y sensores compatibles, en los cuales los estudiantes tienen completa libertad en la elección del experimento que quieren desarrollar; los sensores disponibles permiten tratar un gran rango de problemas de física, por ejemplo, sensores de voltaje, temperatura, luz, sonido, aceleración y fuerza.

En este proyecto, segunda etapa, se diseñaron módulos y protocolos de laboratorio que contribuyen a *DINAMEV* (acrónimo para Laboratorio de Dinámica, Mecanismos y Vibraciones Mecánicas) en las áreas dinámica, estática, mecánica de materiales y mecánica de vibraciones. Los nuevos módulos y protocolos diseñados fueron: (i) Conservación del *momentum* lineal (protocolo) [12]; (ii) equilibrio de cuerpo rígido en dos y tres dimensiones; (iii) movimiento de un sistema de segundo orden masa-resorte-amortiguador; (iv) dispositivo para realizar pruebas de tensión biaxiales en una máquina universal de ensayos[14]; (v) protocolo de laboratorio de cinemática plana [14].

Se tiene previsto que el laboratorio no sólo sea utilizado como lugar de enseñanza de asignaturas básicas en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Biomédica e Ingeniería Electrónica, sino también como lugar de desarrollo de futuros proyectos de investigación en las áreas de dinámica, control de sistemas mecánicos, estudio avanzado del comportamiento de mecanismos, robótica e instrumentación y análisis de señales.

Recomendaciones

Dirigidas a comunidades académicas en enseñanza de la Ingeniería y de la física, por ejemplo, programas de Ingeniería (Mecánica, Industrial, Biomédica, entre otros), facultades de Ingeniería, grupos de investigación y desarrollo tecnológico en Ingeniería.

El proyecto *DINAMEV*, enmarcado principalmente en el desarrollo tecnológico y articulado con los semilleros de investigación de los grupos Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial, y Física y Matemática, ha sido un

medio para contribuir académicamente con el Direccionamiento Estratégico de la Universidad [15], alineado con el ODS 4 (educación de calidad inclusiva y equitativa). Particularmente, se contribuye al proyecto *Desarrollo de la Infraestructura Física y Recursos de Apoyo* en dos niveles: (i) uno tangible, representado por los módulos de práctica y los protocolos y procedimientos de laboratorio; y (ii) uno intangible, tal vez de mayor valor, representado en el desarrollo de la comunidad académica, destacando a los semilleros de investigación.

Los semilleros son tanto soporte como el objeto del proyecto, toda vez que los estudiantes articulados son actores desde los procesos de diseño hasta los pilotos de los protocolos y prácticas, pero también son representantes significativos de los programas de pregrado que se espera beneficiar. En este punto, el proyecto se alinea con el ODS 4, pues se espera que sus resultados sean un vehículo para aumentar la oportunidad de una educación de calidad, equitativa e inclusiva, en especial en universidades regionales como la UAM.

Se recomiendan los proyectos de autoequipamiento y desarrollo de laboratorios y protocolos de práctica por sus ventajas financieras (pueden tener un costo menor al de alternativas comerciales), ya que proveen problemas significativos de diseño (le sirven al desarrollo curricular de los semilleros de investigación), y porque permiten el crecimiento académico de los grupos de investigación (los integrantes apropian y aportan conocimiento durante el desarrollo del proyecto, trascendiendo desde lo técnico hasta lo didáctico).

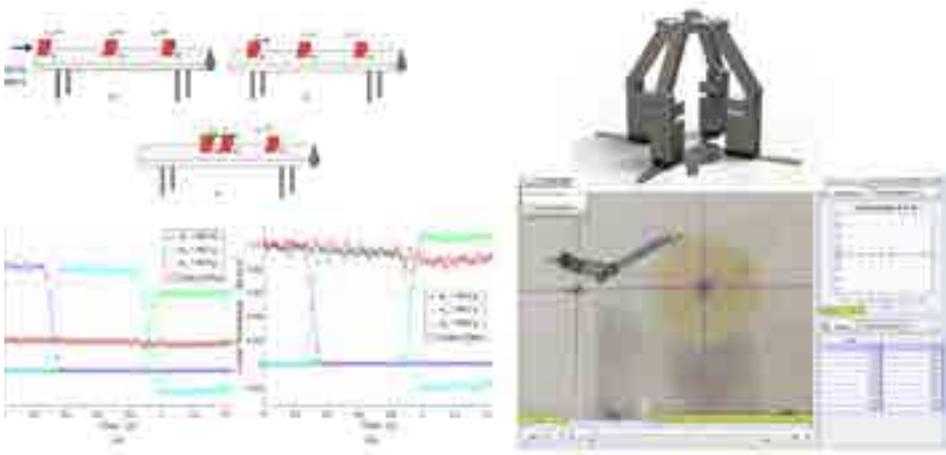


Figura 1. Mosaico representativo de los módulos, prácticas y protocolos desarrollados en el proyecto DINAMEV 2.

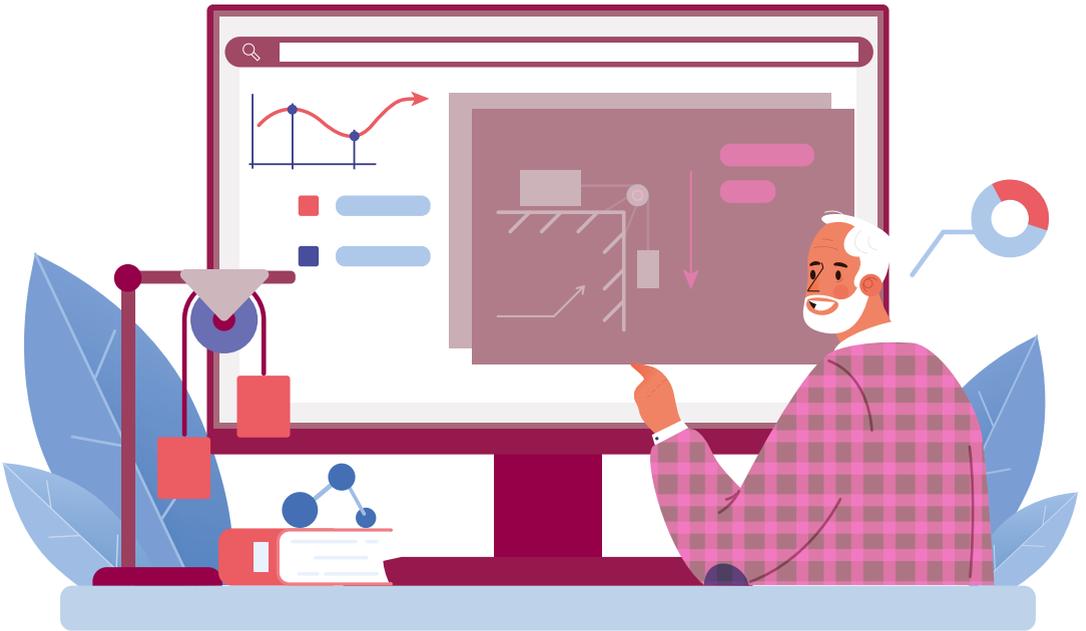
Fuente: [1].

Referencias

- [1] D.L Cardona-Montoya, C.A. Álvarez-Vargas, S.D. Durango-Idárraga, P.C. Cardenas-Montoya, P.C. Informe Final de Investigación del proyecto Diseño y Construcción de un Laboratorio de Dinámica, Mecanismos y Vibraciones Mecánicas –Dinamev II Fase. Universidad Autónoma de Manizales, 2021.
- [2] D. Kleppner, R.J. Kolenkow. An Introduction to Mechanics. McGraw-Hill, Boston, Massachusetts, 1973.
- [3] R.L. Street, G.Z. Watters, and J.K. Vennard. Elementary Fluid Mechanics. John Wiley & Sons, Inc., Canada, 1996.
- [4] E. Hamm and J-C. Géminard. The weight of a falling chain, revisited. Am. J. Phys., 78:828-833, 2010.
- [5] J. Flores, G. Solovey, S. Gil. Flow of sand and a variable mass Atwood machine. Am. J. Phys., 71:715-720, 2003.
- [6] J. Flores, G. Solovey, S. G. Variable mass oscillator. Am. J. Phys., 71:721-725, 2003.
- [7] P. Onorato, D. Mascoli, A. DeAmbrosis. Damped oscillations and equilibrium in a mass-spring system subject to sliding friction forces: Integrating experimental and theoretical analyses. Am. J. Phys., 78:1120-1127, 2010.
- [8] T.J. Bensky and M.J. Moelter. Computational problems in introductory physics: Lessons from a bead on a wire. Am. J. Phys., 81:165-172, 2013.
- [9] L.N. Virginia, T.C. Lyman, R.B. Davis. Nonlinear dynamics of a ball rolling on a surface. Am. J. Phys., 78:250-257, 2010.
- [10] Z.W. Sherin, R. Cheu, P. Tan, et al. Visualizing relativity: The openrelativity project. Am. J. Phys., 84:369-374, 2016.
- [11] F. Bouquet, J. Bobroff, M. Fuchs-Gallezot, L. Maurines. Project based physics labs using low-cost open-source hardware. Am. J. Phys., 85:216-222, 2017.
- [12] D.Y. Risk-Mora, S. Durango-Idárraga, P.C. Cardenas-Montoya. Video analysis of one-dimensional multi-body collisions: linear momentum, impulse and energy. Physics Education. 55, 065023 (2020).
- [13] C. Loaiza, S. Durango, D. Cardona, C. Álvarez, P. Cardenas. Protocolo de Laboratorio de Cinemática Plana. Video publicado por la Universidad

Autónoma de Manizales, dirección: <https://www.youtube.com/watch?v=z2CuNVTfTmo>. Consultado el 26 de abril de 2021.

- [14] C. Loaiza. Diseño de un Accesorio para Realizar Pruebas de Tracción Biaxial en una Máquina de Ensayo Uniaxial. Trabajo de pregrado en I. Mecánica. Tutores: D. Cardona, S. Durango. Universidad Autónoma de Manizales, 2020.
- [15] Direccionamiento Estratégico 2016-2025. Universidad Autónoma de Manizales, 2016.



Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

Investigador Principal

Paulo César Cárdenas Montoya | PhD Física
Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

Co-investigadores

Francy Nelly Jiménez García | PhD en Ingeniería
Correo electrónico: francy@autonoma.edu.co

Sebastián Durango Idárraga | PhD en Ingeniería
Correo electrónico: sebastiandi@autonoma.edu.co

Ligia Beleño Montagut | Magíster en Ingeniería Ambiental
Correo electrónico: lbeleno@unab.edu.co

■ **Grupos de Investigación:** **UAM:** Física y Matemáticas con énfasis en la formación de Ingenieros / Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial - Archytas. | **UNAB:** Ciencias aplicadas ■

Palabras clave: aprendizaje basado en investigación, enseñanza de la física, innovación en el aula.

Problema a resolver

Según las tendencias actuales en el mercado laboral, los futuros profesionales deben contar con habilidades que les permitan desarrollar su potencial en entornos laborales, por ejemplo: trabajo colaborativo, resolución de conflictos, emprendimiento, creatividad, toma de decisiones informadas, etc. Desde una perspectiva de enseñanza centrada en el profesor, el desarrollo de estas habilidades se ve comprometida, puesto que está orientada a solo la transmisión de contenido. Este panorama plantea un reto importante para los profesores, ya que, en atención a las futuras necesidades de los estudiantes, deben adaptar sus formas de enseñanza de manera que cumplan con el contenido de los cursos y que la misma práctica permita a los estudiantes explorar y adaptar las habilidades necesarias para su futuro profesional. Buscando responder a esta necesidad, la UAM ha promovido diferentes estrategias que van desde políticas (Mejía Botero, et. al., 2018) hasta incentivos a docentes a través del escalafón.

Existen distintas estrategias que los profesores pueden incorporar a su práctica docente para que el estudiante pueda vivenciar una transmisión de información y conocimiento diferentes; tales estrategias dependen de la naturaleza de conocimiento del curso, el momento en el cual se encuentra el curso en el plan de estudios, el número de participantes, entre otros. Para el caso de áreas de enseñanza tipo STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés), una estrategia comúnmente usada es el Aprendizaje Basado en Investigación (ABI), el cual permite al estudiante entrar a un ciclo de aprendizaje donde experimenta situaciones en las que puede relacionar los contenidos del curso con prácticas, permitiéndole tomar datos y decisiones.

Aunque estas estrategias se han venido implementando, aún no es clara su efectividad en la aplicación en el aula de una y en comparación con la otra. En este contexto, el presente trabajo de investigación busca responder ¿Qué efecto tiene la implementación de una estrategia tipo ABI en aula, en el aprendizaje a corto plazo de los estudiantes?

Contexto del estudio

El presente proyecto se basó en la implementación en aula de la estrategia de enseñanza ABI, y de una serie de experimentos realizados a lo largo de tres semestres consecutivos, en los cuales fue posible recolectar información orientada a responder la pregunta de investigación planteada. En este sentido, el contexto que se presenta busca orientar al lector en dos aspectos: 1). ¿Qué es el ABI? Y 2). ¿cómo se implementó en el curso de Física 1 (Física Mecánica) para Ingenierías en la UAM?

Aprendizaje Basado en Investigación (ABI)

Existen estrategias de enseñanza que tienen en común que los estudiantes pasen a través de un ciclo de aprendizaje que les permita comparar el estado de entrada al proceso con su momento a la salida; además, que el proceso de enseñanza se catalogue como activo, es decir, que el estudiante participe directamente en la construcción de su conocimiento, estas estrategias son: Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Basado en Proyectos y Aprendizaje Basado en Investigación o Indagación (ABI). Esta última tiene como finalidad que los estudiantes vivencien un proceso de investigación a pequeña escala, siendo lo más relevante la pregunta problema y las posibles estrategias de solución que pueden generarse. El ciclo del ABI comprende etapas que se describen a continuación y se presentan en la figura 1:

1. **Puesta a punto:** se diseñan actividades orientadas a desencadenar acciones, por ejemplo: formar grupos de trabajo, identificar problemas comunes para resolver, proponer soluciones, etc.
2. **Descubrimiento:** en esta fase se busca responder ¿qué conocen los estudiantes sobre el problema que quieren resolver y qué recursos requieren para resolverlo?
3. **Ordenar:** con la información de las etapas anteriores, se ordena y se hace énfasis en lo que falta y que es necesario aprender para resolver el problema. Los estudiantes generan un plan de trabajo.
4. **Avanzar:** se ejecuta el plan de trabajo. En física mecánica corresponde con el diseño y obtención de datos experimentales de algún movimiento controlado.
5. **Hacer conexiones:** con los datos y resultados obtenidos se pasa a una fase de análisis de datos y se plantean las conclusiones del proceso.
6. **Tomar decisiones:** teniendo en cuenta la información colectada (pregunta de investigación o indagación, plan de trabajo, ejecución del plan, análisis de datos y conclusiones) se evalúa si el proceso permitió o no, o en qué nivel resolver la pregunta inicial. De esta forma, cuando el estudiante cierra el proceso toma una decisión informada de lo que vivió durante la implementación de la estrategia.



Figura 1. Ciclo del ABI.

Implementación en aula y toma de datos

La implementación en aula implica que el profesor diseñe actividades orientadas a que el estudiante pase por cada uno de los pasos del ABI. Para el caso de la presente investigación estas actividades se diseñaron para Física 1 usando diferentes ejercicios que se pueden revisar en Cárdenas Montoya et. al (2020). Para realizar una medición orientada a responder la pregunta de investigación se plantearon las siguientes etapas:

1. **Etapas de calibración.** Esta fase correspondió a la implementación de la estrategia en aula; fue una etapa exploratoria que permitió calibrar algunos de los instrumentos de recolección de información usados.
2. **Primera medición.** Se aplicó un diseño pre-experimental en el cual se evaluó un cuestionario de entrada (antes de la aplicación ABI en aula) y el mismo cuestionario a la salida (después de la aplicación ABI en aula). Finalmente, se comparó el resultado por medio de estadística descriptiva (consultar en: Cárdenas Montoya et. al, 2020).

Segunda medición

Se realizó un diseño cuasi-experimental donde se compararon dos grupos: el grupo experimental con el cual se realizó la implementación de ABI en aula y el grupo control, con el cual se implementó una estrategia de enseñanza usual. Ambos grupos se evaluaron a la entrada y a la salida usando el mismo cuestionario, se realizó un análisis empleando estadística descriptiva (consultar en Cárdenas Montoya et. al., 2020).

Recomendaciones

Dirigidas a Instituciones de Educación a cualquier nivel.
Secretarías de Educación.

Dado que no se presentaron formalmente los resultados de los experimentos diseñados, a continuación, se exponen algunas de las conclusiones obtenidas basadas en el análisis de información estadística.

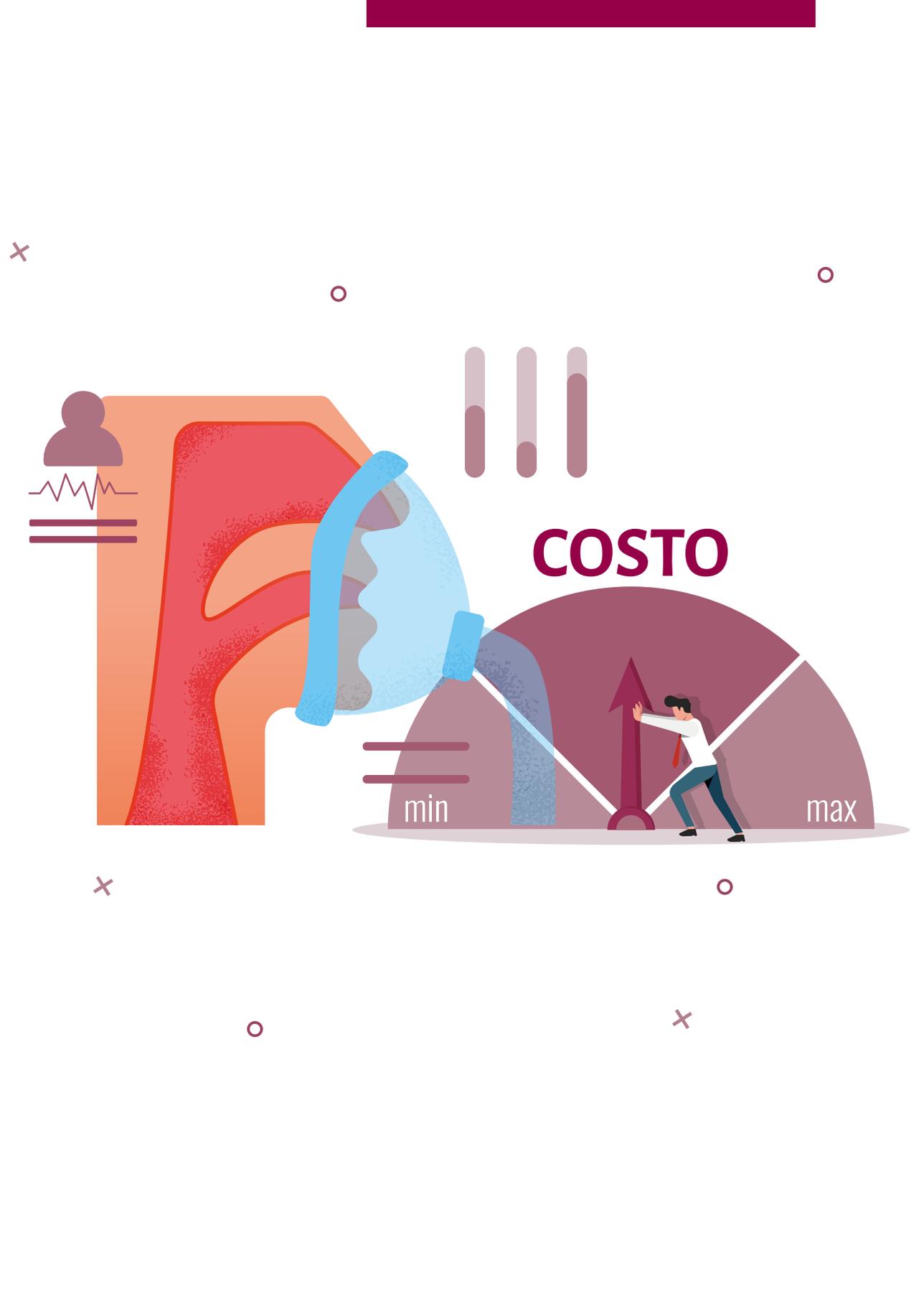
El análisis estadístico en el caso del diseño pre-experimental indicó que sí existe una diferencia estadísticamente significativa en el conocimiento adquirido por los estudiantes bajo el modelo ABI. Sin embargo, el diseño cuasi-experimental mostró que este nivel de aprendizaje es similar a la instrucción basada en transmisión de contenido. En contraste, la evaluación de la experiencia de los estudiantes en los diferentes cursos en los que se realizó el experimento indicó que, en términos generales, les gustó la forma de hacer el curso y las actividades; además, la valoración de la parte experimental fue alta. Sólo metodologías como el ABI permiten a los estudiantes desarrollar habilidades profesionales relevantes. Se sugiere a los centros educativos fomentar este tipo de estrategias en aula, pues son un modelo para el establecimiento de currículos basados en cursos con modalidad *Capstone*, (necesarios en acreditaciones internacionales).

Se sugiere que los profesores implementen ciclos ABI con estudiantes de formación en investigación, como los semilleros de investigación, donde es posible dar origen a la elaboración de artículos.

Se recomienda la experimentación en aula del ABI en otro tipo de cursos, por ejemplo, en Beleño, et. al., (2020), se aplicó un diseño pre-experimental para el caso de Física 2 para Ingenierías en la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Referencias

- Beleño-Montagut, L., Jiménez-García, F. N y Cárdenas-Montoya, P. C. (2020). Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio: Oscilaciones y Ondas. En Arias, M. D. F. (1 Ed). Integración de las Ciencias y la Tecnología como Tendencia Educativa/V Encuentro Internacional Sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (p-450). Universidad Católica de Pereira.
- Cárdenas-Montoya, P. C., Jiménez-García, F. N., Beleño-Montagut, L. y Mirarada, B. E. (2020). Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio: Física Mecánica. En Arias, M. D. F. (1 Ed). Integración de las Ciencias y la Tecnología como Tendencia Educativa/V Encuentro Internacional Sobre la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales (p-115). Universidad Católica de Pereira.
- Mejía-Botero, L., Velasco-Escobar, L. A. y Londoño-Betancourt O. (2018). Ajuste Curricular. Una propuesta de reflexión desde el aula. 1ed- Manizales. Colombia: Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales.



Construcción y validación de un equipo de ventilación mecánica para terapia intensiva basado en mecanismos modulares que garantice el abastecimiento mediante una línea de producción a bajo costo y de alto nivel de confiabilidad para el tratamiento de covid-19

ODS al cual aporta el proyecto: **No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Héctor Andrés Tinoco Navarro | Ingeniero Mecánico.

Correo electrónico: htinoco@autonoma.edu.co

Dairon José Marulanda Hurtado | Ingeniero Mecánico.

Correo electrónico: daironj.marulandah@autonoma.edu.co

Luis Felipe Uribe López | Ingeniero Mecánico.

Correo electrónico: luis.uribel@autonoma.edu.co

Luis Perdomo Hurtado | Ingeniero Químico.

Correo electrónico: lperdomo@autonoma.edu.co

Natalia Betancur Herrera | Ingeniera Biomédica y Electrónica.

Correo electrónico: natalia.betancurh@autonoma.edu.co

Mateo Hurtado Hernández | Ingeniero Biomédico y Electrónico.

Correo electrónico: mateo.hurtadoh@autonoma.edu.co

Carlos Iván Cardona García | Ingeniero Mecánico.

Correo electrónico: carlosi.cardona@autonoma.edu.co

Ricardo Molina Beltrán | Ingeniero Biomédico.

Correo electrónico: ricardo.molinab@autonoma.edu.co

Natalia Prieto Castañeda | Ingeniera Física.

Correo electrónico: natalia.prieto@ucaldas.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Diseño mecánico y desarrollo industrial / Automática.** ■

Palabras clave: enfermedad respiratoria, covid-19, sistema de ventilación, ventilador mecánico, Ventilación invasiva.

Problema a resolver

La perspectiva de la actual emergencia sanitaria global trajo nuevos retos para la concepción y fabricación de equipamientos biomédicos. Un caso particular se evidenció en las etapas iniciales de la pandemia iniciada por el COVID-19: Italia solicitó a Alemania la fabricación de ventiladores, sin embargo, Alemania en un primer momento no pudo responder a la totalidad de su solicitud, ya que sus esfuerzos estaban volcados en responder a su propia demanda, siendo una de las tantas razones por las que las cifras de muertos sean significativamente diferentes entre ambos países. Caldas es un departamento con alto indicador de población mayor de 70 años donde la mayoría de los municipios no cuentan con ventiladores y la capacidad instalada para el departamento es de 136 UCI, de acuerdo con el REPS y con las proyecciones realizadas por INS el departamento de Caldas se requieren por lo menos 600 ventiladores para anticiparse al riesgo de mortalidad de los pacientes.

Actualmente, el país no cuenta con una fabricación propia de ventiladores; sin embargo, en diferentes regiones de Colombia existen desarrollos con un bajo nivel de madurez tecnológica. Lo que supone que hay esfuerzos conjuntos para consolidar una tecnología en un nivel de madurez tecnológica que permita llegar a una etapa pre-comercial. Las dificultades de estos desarrollos vienen dadas por la financiación, los requisitos de los procesos sanitarios (INVIMA) y el desgaste de los equipos de investigación para consolidar los prototipos en un nivel de madurez tecnológica TRL 8. Por lo tanto, el desarrollo de un dispositivo debe lograr.

Contexto del estudio

La ventilación mecánica es la técnica de soporte vital a corto plazo más utilizada en todo el mundo y se aplica a diario para un espectro diverso de indicaciones, desde procedimientos quirúrgicos programados hasta insuficiencia orgánica aguda. Se han realizado actualizaciones sobre la fisiología básica de la mecánica respiratoria, los principios de funcionamiento y los principales entornos ventilatorios, así como las posibles complicaciones de la ventilación mecánica. En el siglo XVI, Andreas Vesalius proporcionó lo que puede considerarse una de las primeras descripciones de intubación endotraqueal y ventilación artificial, describiendo la inserción de un tubo de caña en la tráquea de un animal y soplar aire en los pulmones para mantener vivo al animal. Cuatro siglos después, el pulmón de hierro fue el primer ventilador de presión negativa utilizado con éxito en la práctica clínica. Sin embargo, el cuidado del paciente fue difícil con el pulmón de hierro porque el cuerpo del paciente estaba

completamente encerrado en un tanque de metal. El siguiente gran paso en la evolución de la Ventilación mecánica (VM) fue el uso de presión positiva al final de la espiración (PEEP), principalmente alentado por la identificación del síndrome de dificultad respiratoria (aguda) del adulto (SDRA) (Ashbaugh et al., 1967). El Servo 900A (Siemens - Eléma) lanzado en 1972 fue el primer ventilador mecánico con PEEP, y las servo válvulas que controlan el flujo permitieron la introducción de nuevos modos de ventilación como la ventilación controlada por presión y la ventilación con soporte de presión (VPS). Antes del desarrollo y uso generalizado de los ventiladores de presión positiva, la lesión pulmonar aguda (LPA) y el síndrome de distensión respiratoria aguda (SDRA), a menudo denominada neumonía doble, eran formas casi universalmente fatales de insuficiencia respiratoria. Sin embargo, en 1967, cuando Ashbaugh et al. (1967) describieron la entidad clínica que llamaron "dificultad respiratoria aguda en adultos"; la ventilación mecánica con presión positiva era un componente importante de la atención de los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda y estaba claro que esta terapia era vital para la supervivencia de los pacientes con SDRA. Las mejoras generales en cuidados intensivos contribuyeron a una cierta disminución de la mortalidad asociada con el SDRA, pero estos beneficios alcanzaron una meseta en la década de 1990.

A finales de esa década, se llevaron a cabo los primeros ensayos aleatorios que demostraron que un método experimental de ventilación mecánica (ventilación de bajo volumen corriente) podría reducir la mortalidad en comparación con los métodos tradicionales de ventilación. Si bien los volúmenes corrientes de 10 a 15 ml/kg se habían utilizado tradicionalmente en la mayoría de los pacientes con insuficiencia respiratoria, se reconoció a mediados de la década de 1980 que el SDRA resultó en una reducción significativa en la cantidad de tejido pulmonar normalmente aireado. Los enfoques ventilatorios específicos en situaciones particulares como el SDRA y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) han sido de vital importancia en los últimos años junto con la ventilación protectora en pacientes con pulmones normales. Adicionalmente, los datos recientes sobre la disincronía paciente-ventilador, el alto flujo de oxígeno humidificado a través de la cánula nasal, el soporte vital extracorpóreo y la fase de destete han sido el tema de investigación actual en la VM, además de clasificar los diferentes modos de ventilación para todos los usos mencionados (Chatburn, 2010).

Recomendaciones

La pandemia de COVID-19 es una situación desafiante que ha puesto en desequilibrio los sistemas de salud a nivel mundial, en la que los trabajadores de la salud no sólo deben determinar el mejor curso de tratamiento, sino también asegurarse de que el virus no se transmita, sin embargo, esto depende de la capacidad tecnológica de las instituciones.

Una forma de apoyar a los proveedores durante la postpandemia es mejorando las capacidades de respuesta de producción tecnológica de equipos biomédicos. Hasta el día de hoy los conocimientos inmunológicos y virales obtenidos durante la pandemia han mostrado la eficacia de los dispositivos ventilatorios. Sin embargo, es posible que en los años posteriores no se detenga la propagación viral, lo cual indica que el fortalecimiento de las instituciones de salud tendrá un inminente crecimiento de la demanda de equipos relacionados con la ventilación mecánica.

El diseño modular de este ventilador es la característica diferencial frente a otros modelos existentes o en desarrollo. De esta manera, se posibilita el intercambio de piezas restrictivas para poder usar tanto componentes que cuentan con certificación (en su mayoría importados), como los producidos en la región bajo escenarios de dificultades logísticas de aprovisionamiento. Por otra parte, al permitir que sean remplazadas fácilmente, se flexibilizan los procesos y se facilita las intervenciones que permiten el mejoramiento continuo del equipo. Con el éxito del proyecto el país tendría una estrategia para suplir la demanda de ventiladores en los hospitales, que solo en Caldas se estiman en 600 unidades, adicionalmente que no habría necesidad de importar el equipo y se podría fabricar localmente. Por último, la producción de ventiladores tendría un impacto económico importante, debido a que la compra de estos equipos supone una gran inversión para las empresas locales. Como productos de actividades de desarrollo tecnológico e innovación se propone un producto tecnológico validado y de generación de nuevo conocimiento y patente.

El nuevo coronavirus (COVID-19) ha sido catalogado por la Organización Mundial de la Salud como una emergencia en salud pública de importancia internacional (ESPII). Se han identificado casos en todos los continentes y el 6 de marzo se confirmó el primer caso en Colombia. La crisis sanitaria originada por la COVID-19 ha generado una desmesurada necesidad de ventiladores. Estos equipos han desempeñado un papel vital para poder salvar la vida de las personas con insuficiencia respiratoria, una de las complicaciones que sufren los enfermos más graves de COVID-19. Así mismo, el soporte ventilatorio no invasivo se puede aplicar en alrededor del 70 por ciento de los pacientes que están ingresados en el hospital con COVID-19 e insuficiencia respiratoria grave, como también puede ser usado en otras patologías respiratorias. A partir de los

datos de las oleadas de la pandemia, se han desarrollado diversos estudios que avalan que la intubación puede evitarse en un alto porcentaje de casos en que es posible utilizar diversas estrategias, como son la oxigenoterapia de alto flujo, la ventilación mecánica no invasiva (VMNI) y la presión positiva continua en la vía aérea (CPAP). Este proyecto valida un sistema de ventilación invasiva que permite ventilar mecánicamente a un paciente mediante una mascarilla facial o nasal en lugar de un tubo endotraqueal con el fin de disminuir de la tasa de intubación, la tasa de mortalidad y el número de complicaciones infecciosas, en particular la neumonía.



Imagen 1. Ventilador SPERANTA modelo 3D



Imagen 2. Ventilador SPERANTA modelo desarrollado

Referencias

- Ashbaugh DG, Bigelow DB, Petty TL, Levine BE. Acute respiratory distress in adults. *Lancet*. 1967;2(7511):319- 323.
- Chatburn RL. Understanding mechanical ventilators. *Expert Rev. Resp. Med.* 4(6), 809–819 (2010).
- Chatburn RL. Classification of ventilator modes: update and proposal for implementation. *Respir. Care* 52(3), 301– 323 (2007).



Desarrollo de una tecnología de cosecha selectiva de café arábica aplicando vibraciones de alta frecuencia-II fase

ODS al cual aporta el proyecto: No. 8. Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.

José Luis Rodríguez Sotelo | Doctor en Ingeniería.
Correo electrónico: jlrodriguez@autonoma.edu.co

Héctor Andrés Tinoco Navarro | Máster en Ingeniería Mecánica.
Correo electrónico: htinoco@autonoma.edu.co

Olga Lucía Ocampo López | Doctora en Ingeniería.
Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co

Fabio Marcelo Peña Bustos | Ingeniero Mecánico.
Correo electrónico: fabiope@autonoma.edu.co

Carlos Julio Arizmendi Pereira | Ingeniero Mecánico. *Correo electrónico: carizmendi@unab.edu.co*

Daniel Augusto Pereira | PhD.
Correo electrónico: danielpereira@ufla.br

Carlos Iván Cardona García | Ingeniero mecánico. *Correo electrónico: carlosi.cardona@autonoma.edu.co*

Jaime Buitrago Osorio | Ingeniero mecánico. *Correo electrónico: jaimе.buitragoo@autonoma.edu.co*

Alexander Rincón Jiménez | Doctorando en ingeniería. *Correo electrónico: alexander.rinconj@autonoma.edu.co*

Lina Victoria Berrio Rios | Magíster en administración de negocios
Correo electrónico: lberrio@autonoma.edu.co

■ **Grupos de Investigación: Diseño mecánico y desarrollo industrial / Automática** ■

Palabras clave: recolección mecanizada, cosechador de café, café arábica, vibraciones mecánicas, cosecha selectiva, café.

Problema a resolver

El cafeto es un árbol verde ampliamente cultivado que produce frutos de café, siendo un árbol tropical de hoja perenne que crece en altitudes desde 700 a 2.000 metros sobre el nivel del mar [1]. El fruto de café es una pequeña fruta verde de geometría irregular, amargo cuando no ha llegado a la maduración y dulce cuando está maduro, y estos se vuelven negros púrpuras cuando están sobre madurados. Para identificar la maduración en los frutos [3] se realizó un estudio de espectrofotometría de frutos de café resaltando los diferentes colores en el proceso de maduración. De los frutos de café se obtienen muchos subproductos que son muy deseados por los consumidores en los mercados internacionales. Estos subproductos tienen gran impacto socioeconómico en algunas regiones de Colombia [2] donde la producción genera ingresos sustanciales a los agricultores.

El café colombiano como subproducto es reconocido por su excelente calidad, la cual hace referencia al aroma y sabor [4]. Para obtener estos niveles de calidad, la cosecha de frutos de café se realiza manualmente y dentro de la cadena de cosecha sólo frutos maduros son seleccionados desde el árbol. Un pequeño porcentaje de frutos inmaduros se cosecha indiscriminadamente también, pero esto depende de la capacidad de selección de cada recolector, ya que en este proceso se permite hasta 2% de frutos inmaduros por los requerimientos de calidad establecidos. Esto significa que los diferentes procesos selectivos de frutos maduros se llevan a cabo manualmente y en el árbol principalmente. Como consecuencia, esto incrementa los costos en la cadena productiva [5]. Como menciona Oliveira et al. (2007) [5], una solución para reducir estos costos puede ser encontrada en la mecanización de las operaciones agrícolas, en especial la cosecha; por ejemplo, esto ha sido un factor clave para que Brasil lidere la producción mundial.

Actualmente, hay una gran motivación en diferentes países en estudiar diversas maneras de cosechar los frutos maduros en el árbol de café por medio de la implementación de nuevas tecnologías, como puede ser analizado en los estudios reportados por [6- 9]. Colombia también está buscando alternativas para fortalecer el sector, ya que desde el año 2017, el Fondo Nacional de Cafeteros lanzó una convocatoria que busca incentivar y motivar a sectores relacionados con la investigación de cosecha mecanizada, como centros, universidades, emprendedores entre otros; para premiar las nuevas tecnologías de recolección. Esto con el fin de promover un interés entre los productores hacia la adopción de nuevas tecnologías, ya que esto permitiría ser más competitivos en el mercado internacional. si los costos de recolección pueden ser disminuidos [10].

Contexto del estudio

El café fue introducido por jesuitas en la primera parte del siglo XIX, convirtiéndose desde 1860 en uno de los principales productos de exportación de Colombia [35]. Sin embargo, desde 1960 los datos en el valor de las exportaciones de café como porcentaje del producto interno bruto (GDP) muestran que este ha dejado de ser un sector que contribuye sustancialmente a la economía colombiana, como se evidencia en la Figura 1. Desde el año 2000 las exportaciones representan acerca del 1% del GDP y esto es debido a muchos factores como tasas cambiarias, la diversificación de la economía que generalmente en el ciclo productivo ha impactado la producción de este producto. De acuerdo con el Banco mundial [36], Colombia actualmente es el tercer país productor del mundo después de Vietnam y Brasil, y el mayor productor de frutos de café arábica. El gran éxito en principio de la industria del café es debido a la diversidad geográfica que Colombia presenta, ya que los valles, montañas y lugares de origen volcánico crean condiciones favorables para el cultivo de café que se destaca por sus propiedades organolépticas diferentes a los producidos por otros países.

La producción de café colombiano impacta la economía de aproximadamente 500,000 familias localizadas en 12 estados de Colombia, siendo esta reconocida internacionalmente por su calidad asociada con el aroma y sabor [4], [10]. La calidad del café depende de diversos factores, entre los cuales el proceso de cosecha garantiza, en buena parte, la calidad de la bebida final [10].

La cosecha puede ser realizada empleando métodos selectivos, *picking*, o no selectivos, *stripping* [37]. Para lograr los niveles de calidad requeridos por el mercado internacional, los frutos maduros son cosechados y recolectados manualmente; mientras el 2.5% de los frutos verdes son dejados. Las condiciones ideales de los cultivos de café en las montañas colombianas son dadas entre 1200 y 1800 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar) a 19 y 21.5°C grados centígrados de temperatura. En Colombia, la recolección de café es una de las etapas más complejas y caras en el proceso de producción, ya que las condiciones topográficas no son ideales y la selectividad de frutos maduros y la distribución espacial limita el uso de maquinaria en sitio. Por lo tanto, es de gran interés estudiar diversas alternativas de recolección de frutos de café maduro de manera selectiva sin usar maquinaria robusta.

En décadas recientes, la recolección mecánica de frutos de café ha jugado un rol importante [5,38] en la cadena productiva de café. Especialmente, países como Brasil han tomado ventaja con respecto a la recolección, ya que este proceso ha sido esencial para aumentar la capacidad operacional [39]. Gracias a la mecanización de la cosecha, Brasil continúa siendo el mayor productor mundial y ha podido ser económicamente exitoso, aún durante periodos prolongados de bajos precios internacionales. Colombia, por su parte, necesariamente tiene que

ser lo suficientemente creativo e innovador para anticiparse con soluciones que posibiliten la sostenibilidad de la caficultura nacional y mantener los estándares de alta calidad a nivel internacional [33].

Varias tecnologías que utilizan vibraciones de baja frecuencia (2-30 Hz) para la recolección de frutos, han sido implementadas con éxito en cultivos de manzanas, cítricos, cereza y aceituna [19-21]. Estas tecnologías podrían aplicarse al café si superan limitaciones como la pendiente y condiciones topográficas, distribución espacial del cultivo, acceso al tamaño de árbol y la relación entre el peso y la fuerza de desprendimiento de los frutos, el uso de estas tecnologías en otros frutos depende de los factores expuestos anteriormente. En Colombia las plantaciones de café se encuentran en terrenos montañosos y, por lo tanto, este aspecto se convierte en una dificultad a la hora de aplicar la mecanización por vibraciones con el éxito visto en Brasil, donde el terreno es plano [39].

Para desprender un fruto de un árbol, la fuerza de desprendimiento en la interfaz entre el fruto y el pedicelo del árbol debería tener un valor límite. Este valor es alcanzado por medio de dos técnicas, fuerzas directas en el fruto y movimientos inerciales realizados por el fruto [40]. Existen diferentes formas de desprender un fruto; podemos aplicar cargas en flexión, torsión, axial y cortante [41].

Recomendaciones

Como aporte a la línea temática *agregación de valor a recursos renovables y no renovables*, la realización de este proyecto abre la posibilidad de desarrollar nuevas técnicas y tecnologías de cosecha selectiva usando herramientas no convencionales para optimizar algunas operaciones de cosecha (Gestión de Operaciones), que en su implementación impactarían los costos de producción, ya que un proceso de mecanización podría ser desarrollado si son encontradas la frecuencias de desprendimiento que nosotros llamaríamos la música del café colombiano.

En el presente estudio se propone construir un dispositivo que permita estimular los frutos maduros discriminando el movimiento de los frutos verdes en frecuencias muy específicas de movimiento. La tecnología del dispositivo se establece sobre la base de un dispositivo neumático, con una técnica que permita focalizar la energía mediante arreglos de ondas armónicas [32] que deben ser controladas para excitar solo frutos maduros. Por lo tanto, una oportunidad es ampliamente observada en el estudio de la subestructura fruto pedúnculo para determinar en los diferentes estados de maduración índices dinámicos que favorezcan el desprendimiento de frutos maduros. Para lograr el objetivo de excitar solo frutos maduros, un procedimiento numérico experimental es necesario para la determinación de las funciones de respuesta en frecuencia

(FRF) que están asociadas a cada estado de maduración con el objetivo de buscar intervalos de frecuencia que favorezcan el desprendimiento de los frutos maduros.

La propuesta se desarrolló con el fin de analizar sobre las FRFs diferencias significativas en las frecuencias naturales para establecer cuáles frecuencias y modos de vibración son ideales para el desprendimiento y así usar el dispositivo propuesto como herramienta de recolección mecanizada. Es importante mencionar que los sistemas mecánicos excitados en una de sus frecuencias naturales tienden a colapsar, por lo tanto, en el diseño de máquinas y estructuras se evita estar cerca de ellas bajo condiciones de excitación conocidas. En este estudio se buscaron las frecuencias naturales para ocasionar desprendimiento selectivo con el dispositivo propuesto como consecuencia del estudio.

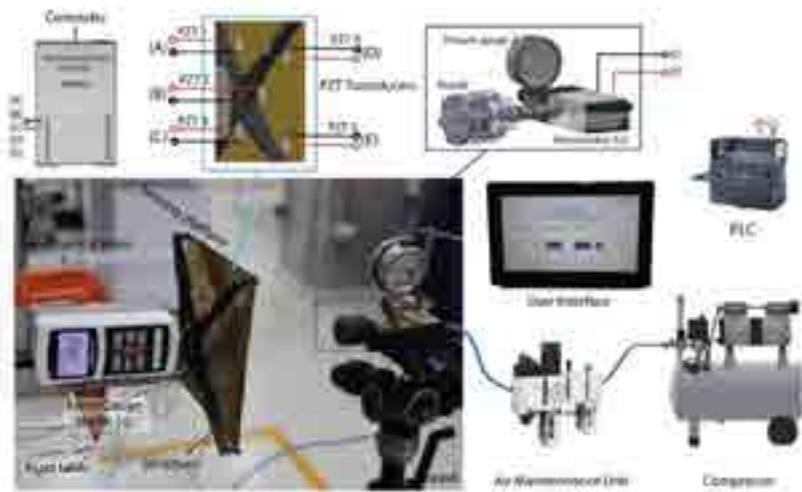


Imagen 1. Dispositivo

Referencias

- [1] Chandrasekar, V., & Viswanathan, R. (1999). Physical and thermal properties of coffee. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73(3), 227-234.
- [2] Sanz, C. G. C., Mejía, C. V., García, E. C., Torres, J. S. A., & Calderón, E. Y. T. (2012). El mercado mundial del café y su impacto en Colombia (No. 009612). *Borradores de economía*, Vol. 710.

- [3] Carvajal-Herrera, J.J., Aristizabal-Torres, I.D., Oliveros-Tascón, C. E., & Mejía-Montoya, J. W. (2011). Colorimetría del fruto de café (*Coffea arabica* L.) durante su desarrollo y maduración. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 64(2), 6229-6240.
- [4] Lopez-Fisco, H.A., Rodriguez-Gómez, C.A., Oliveros-Tascón, C.E., & Sanz-Uribe, J.R. (2008). Aroandes, una tecnología para la cosecha manual de café con alta calidad. *Cenicafé (Colombia)*. Oct-Dic, 59(4), 283-294.
- [5] Oliveira, E, Silva FM, Salvador N, Souza Z.M, Chalfoun SM, Figueiredo CAP (2007). Operational costs of mechanized harvest of coffee. *Pesqui. Agropec. Bras.* 42(6):827-831.
- [6] Santos, F. L., de Queiroz, D. M., de C, P., & de Resende, R. C. (2010). Efeito da frequência e amplitude de vibração sobre a derriça de frutos de café. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 14(4).
- [7] Da Silva, F. M., de Carvalho Alves, M., de Lima Bueno, R., & da Costa, P. A. N. (2012). Geostatistical analysis of fruit yield and detachment force in coffee. *Precision Agriculture*, 13(1), 76-89.
- [8] Silva, F. D., Silva, F. O. E., & Miranda, N. B. (2014). Mecanização da colheita viabiliza cafeicultor. *Granja*, 784, 60-62.
- [9] Junior, L. D. G. F., da Siva, F. M., & Ferreira, D. D. (2016). Displacement Tracking of Harvester Rods of a Coffee Harvester. *IEEE Latin America Transactions*, 14(12), 4674-4680.
- [10] FNC. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: Cafés de origen, (2017-June), disponible en: <http://www.federaciondecafeteros>.
- [11] Cárdenas, M., León, E., Oliveros Tascón, C. E., Carvajal, A., Alberto, O., & Álvarez Mejía, F. (2013). Development of a new striker for a portable coffee harvesting tool. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 66(2), 7071-7083.
- [12] Cárdenas, E. L. M.; TASCÓN, C. E. O.; MEJÍA, F. A. A portable device to assist in the harvest of coffee in Colombia. *Revista de Facultad Nacional de Agronomía de Medellín, Medellín*, v. 68, n. 1, p. 7471-7479, 2015.
- [13] Lanna GBM, Reis PR (2012). Influência da mecanização da colheita na viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais. *Coffee Sci.* 7:110-121.
- [14] D. M. Guedes. Efeito da utilização de frequências de vibração na faixa de 35 a 55 Hz sobre a eficiência de derriça do café. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)*, Universidade Federal de Viçosa, 52 p., 2011.

- [15] Tinoco, H. A., & Peña, F. M. (2017). Harmonic stress analysis on *Coffea arábica* L. var. Colombia fruits to stimulate the selective detachment: A finite element analysis. *SIMULATION*, 0037549717738068.
- [16] Tinoco, H. A., Ocampo, D. A., Peña, F. M., & Sanz-Uribe, J. R. (2014). Finite element modal analysis of the fruit-peduncle of *Coffea arabica* L. var. Colombia estimating its geometrical and mechanical properties. *Computers and electronics in agriculture*, 108, 17-27.
- [17] Van der Vossen, H., Bertrand, B., & Charrier, A. (2015). Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L.): a review. *Euphytica*, 204(2), 243-256.
- [18] Ovalle-Rivera, O., Läderach, P., Bunn, C., Obersteiner, M., & Schroth, G. (2015). Projected shifts in *Coffea arabica* suitability among major global producing regions due to climate change. *PloS one*, 10(4), e0124155.
- [19] Peterson, D. L. (2005). Harvest mechanization progress and prospects for fresh market quality deciduous tree fruits. *HortTechnology*, 15(1), 72-75.
- [20] Peterson, D. L., & Wolford, S. D. (2001). Mechanical harvester for fresh market quality stemless sweet cherries. *Transactions of the ASAE*, 44(3), 481.
- [21] Ferguson, L., Rosa, U. A., Castro-García, S., Lee, S. M., Guinard, J. X., Burns, J., ... & Glozer, K. (2010). Mechanical harvesting of California table and oil olives. *Advances in Horticultural Science*, 53-63.
- [22] Monroe, G. E., & Wang, J. K. (1968). Systems for mechanically harvesting coffee. *Transactions of the ASAE*, 11.
- [23] Tongumpai, P. (1993). Strategies for machine harvesting of mature coffee (*Coffea arabica* L.) fruits.
- [24] Martínez Rodríguez, A., Marçal de Queiroz, D., Gaskin Espinosa, B., & Zandonadi, R. (2006). Determinación de propiedades físicomecánicas de los frutos de café (*Coffea arábica* variedad Catuai) relacionadas con la cosecha mecanizada. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(3).
- [25] Gaskins Espinosa, B., Martínez Rodríguez, A., & Llanes Guerra, O. (2007). Búsqueda de modos de vibración apropiados para la cosecha selectiva del café. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(1).
- [26] Álvarez Mejía, F., Oliveros Tascón, C. E., & Sanz Uribe, J. R. (2013). diseño, construcción y evaluación de un equipo para la cosecha mecanizada de café en Colombia. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, (12).
- [27] Oliveros-Tascón, C. E. O. (2005). Cosecha del café con vibradores portátiles del tallo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(1).

- [28] Souza, C. M. A. D., Queiroz, D. M. D., & Raffle, L. Z. L. (2006). Portable harvester in the total and selective harvesting of coffee fruits. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(11), 1637-1642.
- [29] Souza, C., Queiroz, D. M. D., Pinto, F. D. A. D. C., & Teixeira, M. M. (2005). Performance of fruits portable harvester in the detachment of coffee plants. *Engenharia Agrícola*, 25(3), 791-800.
- [30] Rao, S. S., & Yap, F. F. (2011). *Mechanical vibrations (Vol. 4)*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- [31] Géradin, M., & Rixen, D. J. (2014). *Mechanical vibrations: theory and application to structural dynamics*. John Wiley & Sons.
- [32] Bulavinov, A., Joneit, D., Kröning, M., Bernus, L., Dalichow, M. H., & Reddy, K. M. (2006). *Sampling phased array a new technique for signal processing and ultrasonic imaging*. Berlin, ECNDT.
- [33] Salazar et al. (2016). *Mejora en el desempeño en la cosecha del café con Canguaroz2M Plus*. Universidad Autónoma de Manizales.
- [34] Cassia, M. T., Silva, R. P. D., Chioleroli, C. A., Noronha, R. H. F., & Santos, E. P. D. (2013). Quality of mechanized coffee harvesting in circular planting system. *Ciência Rural*, 43(1), 28-34.
- [35] Hanratty, D. and Meditz S., editors. (1988). *Colombia: A Country Study*. Washington: GPO for the Library of Congress.
- [36] World Bank. (2015). *Country Indicators*. Disponible en: <http://data.worldbank.org/>
- [37] Isaza G., L.E.; Montoya R., E.C.; Vélez Z., J.C.; Oliveros T., C.E. (2006) Evaluación de la concentración de los frutos maduros de café empleando técnicas no selectivas de recolección manual. *Cenicafé* 57(4):274-287.2006.
- [38] Barbosa JA, Salvador N, Silva FM. Desempenho operacional de derriçadores mecânicos portáteis, em diferentes condições de lavouras cafeiras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2005, 9(1), 129-132.
- [39] Coelho ALDF, Santos FL, Pinto FA, De Queiroz DM. Determinação das propriedades geométricas, físicas e mecânicas do sistema fruto-pedúnculo-ramo do cafeeiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2015, 19(3), 286-292.
- [40] Savary SU, Ehsani R, Salyani M, Hebel MA, Bora GC. Study of force distribution in the citrus tree canopy during harvest using a continuous canopy shaker. *Computers and electronics in agriculture*. 2011. 76(1), 51-58.

- [41] Ruiz-Altisent M, Oritz-Canavate J, Harvesters and threshers: fruits and vegetables. In: International Commission of Agricultural Engineering (Ed.), CIGR Handbook of Agricultural Engineering Vol. III Plant Production Engineering. ASAE, St. Joseph, Mich. 1999, 408–431.
- [42] Ciro HJ, Oliveros-Tascon CE, Álvarez F. Estudio dinámico bajo oscilación forzada del sistema fruto-pedúnculo (SFP) del café variedad Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía, 1998, 51(1), 63-90.
- [43] De Oliveira E, Da Silva FM, Salvador N, Figueiredo CAP. Influência da vibração das hastes e da velocidade de deslocamento da colhedora no processo de colheita mecanizada do café. Engenharia Agrícola. 2007, 27(3), 714-721.
- [44] Santinato, F.; Ruas, R. A. A.; Silva, R. P.; Carvalho Filho, A.; Santinato, R. (2014) Análise econômica da colheita mecanizada do café utilizando repetidas operações da colhedora. Coffee Science, v.10, p.213- 233, 2015.
- [45] Gonzaga, Luis et al. (2005). Recomendação para colheita mecânica do café baseado no comportamento de vibração das hastes derriçadoras. Ciência Rural, Santa Maria, Online. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141679>.
- [46] Inman, D. J. (2017). Vibration with control. John Wiley & Sons.



Producción de nanoestructuras de óxido cúprico para el tratamiento de efluentes contaminados con colorantes

ODS al cual aporta el proyecto: No. 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

César Leandro Londoño Calderón | Doctor en Ingeniería.

Correo electrónico: cesarl.londonoc@autonoma.edu.co

Óscar Moscoso Londoño | Doctor en Ingeniería.

Correo electrónico: oscar.moscosol@autonoma.edu.co

■ **Grupo de Investigación: Física y Matemáticas con Énfasis en la Formación de Ingenieros** ■

Palabras clave: *óxido cúprico, nanoestructuras, colorantes, precipitación, catálisis.*

Problema a resolver

Los colorantes comprenden una clase importante de contaminantes, estos son habitualmente generados por distintos tipos de industria. Su estructura química está compuesta de estructuras aromáticas complejas, altamente estables y difíciles de degradar. Estos contaminantes, aún en muy pequeñas cantidades, producen graves problemas en los cursos de agua, dada su elevada toxicidad para los seres vivos, además reducen la penetración de los rayos solares en los afluentes (Gupta et al., 2015). Los colorantes a menudo son utilizados como compuestos modelo para estudiar la remoción de contaminantes tóxicos del agua. Importantes esfuerzos están siendo realizados con el fin de eliminar estos materiales tóxicos de las aguas residuales (Yaseen & Scholz, 2019). En general, la degradación de estos compuestos involucra la generación y uso de especies transitorias de gran poder oxidante, principalmente el radical hidroxilo ($\text{HO}\cdot$), el cual posee alta efectividad. Por lo tanto, la degradación oxidativa de colorantes involucra una alta producción de radicales $\text{HO}\cdot$ que ataquen el compuesto orgánico en cuestión. Una forma de aumentar la presencia de tales radicales es incorporando un catalizador apropiado en el medio de reacción. Los catalizadores más eficientes para la generación de radicales hidroxilos y la degradación de colorantes son aquellos basados en materiales con metales preciosos (Gao et al., 2017) y materiales compuestos nanoestructurados (Arshad et al., 2018). Las principales dificultades asociadas a estos catalizadores son los altos costos de producción y los complicados procesos involucrados para su obtención, que hacen del escalado industrial un proceso poco viable hasta ahora.

Como respuesta a estas dificultades han aparecido los catalizadores de escala nanométrica producidos a bajo costo. Entre todos los catalizadores de bajo costo disponibles, el óxido cúprico (CuO) ha surgido como una opción real, debido a su abundante disponibilidad de materiales de partida, estabilidad térmica y química, y sus interesantes propiedades físicas (Zhang et al., 2014). El diseño de metodologías sintéticas para controlar la morfología, cristalinidad y aglomeración de nanoestructuras de óxido cúprico es un tema de interés actual (Ávila-López et al., 2019), no solo por las potenciales aplicaciones de este material en remediación ambiental, sino también por las nuevas fenomenologías expuestas cuando sus constituyentes tienen tamaño nanométrico. Entre todos los métodos de síntesis, la precipitación ha sido reconocida como una de las de más bajo costo y simplicidad (Zhang et al., 2014). Se han realizado diferentes estudios sobre la influencia de las condiciones de síntesis sobre la morfología, estructura cristalina y propiedades ópticas del óxido cúprico nanoestructurado, obtenido por la técnica de precipitación (Singh et al., 2009). Estudios sobre la influencia de la velocidad de adición del Alkali en la técnica de precipitación y su influencia sobre la morfología, estructura cristalina, propiedades ópticas y actividad catalítica para la obtención de CuO no han sido desarrollados.

Con todos los argumentos planteados hasta acá, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se puede optimizar la morfología, estructura cristalina y propiedades ópticas del óxido cúprico nanoestructurado, a partir de la velocidad de adición del Alkali, para obtener un nanocatalizador eficiente en la degradación de colorantes disueltos en medios acuosos?

Contexto del estudio

El CuO es un mineral (tenorita) con estructura cristalina del tipo monoclinica, perteneciente al grupo espacial C 2/c. Este arreglo atómico le confiere propiedades semiconductoras con una energía de brecha prohibida de 1.2 eV en estado masivo. El óxido cúprico se comporta como un semiconductor tipo p, donde los portadores de carga son principalmente huecos libres que existen en la banda de valencia. La concentración de huecos libres es principalmente determinada por la deficiencia en concentración del ion metálico (o exceso de oxígeno), dentro de los sitios cristalinos del material. Todas estas propiedades, sumadas con aquellas que emergen de la nanoescala, hacen del CuO un material prometedor desde el punto de vista tecnológico. Recientemente, las nanoestructuras de óxido cúprico han atraído mucha atención, dado su potencial en un amplio rango de aplicaciones como catálisis (Wang et al., 2019), sensores (Kamali et al., 2019), colectores solares (Shafiey Dehaj & Zamani Mohiabadi, 2019) y materiales antifúngicos (Safaei et al., 2019). Debido a la versatilidad y multifuncionalidad del óxido cúprico nanoestructurado, un gran interés ha despertado recientemente para ser usado en procesos de remediación ambiental (Egirani et al., 2019). Se ha reportado que el óxido cúprico es uno de los sistemas más efectivos para la degradación química fotocatalítica de colorantes como: rojo congo (Sadollahkhani et al., 2014), azul de metileno (Joshi et al., 2017), eosina (Bhattacharjee & Ahmaruzzaman, 2015) y rosa Bengal (Bhattacharjee et al., 2016), entre otros. También se ha reportado la degradación oxidativa de colorantes en presencia de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) en lugar del método fotocatalítico (Deka et al., 2016). En este trabajo Deka et al. (2016) muestran una reacción de degradación exitosa utilizando una alta proporción de catalizador/colorante y temperatura elevada. Por ende, la eficiencia del sistema catalítico es un punto para mejorar.

Cada vez con mayor asiduidad se recurre a los llamados Procesos Avanzados de Oxidación (PAOs) para la purificación de aguas, principalmente en lo que respecta a la oxidación de compuestos orgánicos tóxicos, persistentes y acumulables. El concepto de PAOs fue inicialmente establecido por Glaze (Glaze et al., 1987) que definió estos procesos como métodos catalíticos químicos o fotoquímicos que involucran la generación y uso de especies transitorias de gran poder oxidante, principalmente el radical hidroxilo

(HO•), el cual posee alta efectividad para la oxidación de la materia orgánica. Estos radicales son producidos por combinaciones de peróxido de hidrógeno, radiación UV, ozono y materiales semiconductores. Estas nuevas tecnologías tienen importantes ventajas sobre los métodos convencionales. Entre las más significativas se puede mencionar que generalmente se consigue la mineralización completa (destrucción) del contaminante; son muy útiles para contaminantes refractarios que resisten otros métodos de tratamiento, principalmente el biológico; no se forman subproductos de reacción, o se forman en baja concentración. La gran eficiencia de estos métodos radica en que los procesos involucrados poseen una mayor factibilidad termodinámica y una velocidad de oxidación muy incrementada por la participación de radicales (principalmente HO•). El radical hidroxilo posee propiedades adecuadas para atacar virtualmente a todos los compuestos orgánicos y reaccionar 10⁶-10¹² veces más rápido que oxidantes alternativos. Por otro lado, por su valor del potencial de oxidación el HO• es, después del flúor, el oxidante más energético (Legrini et al., 1993). Dentro de estas tecnologías de oxidación se encuentra la sono-química, es decir, el uso del ultrasonido de alta potencia (cuyas frecuencias se encuentran entre 15 kHz y 1 MHz). La sono-química genera dentro del líquido sonicado ciclos de compresión y expansión que producen burbujas de gas que aumentan su tamaño en sucesivos ciclos hasta colapsar. El fenómeno, denominado cavitación, es responsable de la termólisis y de las reacciones por formación de radicales que derivan finalmente en la degradación química del contaminante. Esta área de creciente desarrollo se inició desde las primeras décadas del siglo pasado y las observaciones del fenómeno de cavitación datan de fines del siglo XIX. En los años cincuenta se aplicó con éxito a reacciones de degradación de compuestos aromáticos (Currell & Zechmeister, 1958). La técnica es económicamente competitiva y simple, y la degradación se completa en tiempos breves (minutos a horas) (Joseph et al., 2000). Su efectividad puede mejorarse con el uso simultáneo de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) (Fung et al., 1999).

Recomendaciones

Dirigidas a comunidad científica, Aguas de Manizales, Grupo CHEC y Corpocaldas.

Con el desarrollo de la presente propuesta de investigación hemos demostrado la posibilidad de fabricar materiales nanoestructurados de una forma simple, económica y escalable. Las propiedades fisicoquímicas de dichos nanomateriales pueden ser controladas a partir de las condiciones de síntesis. Estos resultados nos permitieron constituir una empresa de base tecnológica

(Spin-Off) que brinda servicios de síntesis y asesoramiento para la incorporación de nanopartículas en diferentes productos de uso común.

Los dos factores más importantes a tener en cuenta a la hora de utilizar nanoestructuras de óxido cúprico como catalizadores, para la degradación oxidativa de colorantes son el tamaño y la forma de las nanopartículas.

El tamaño de las nanopartículas se puede controlar a partir del solvente en el que se fabriquen. Nanopartículas muy pequeñas producen una fuerte aglomeración, lo cual disminuye el área superficial efectiva y disminuye su desempeño para la eliminación de colorantes. Nanopartículas muy grandes poseen un área superficial menor y las fuerzas gravitacionales son importantes, lo cual las hace precipitar. Nuestra recomendación en este sentido es fabricar nanopartículas con un tamaño intermedio.

La forma de las nanopartículas se puede controlar a partir de la velocidad de adición del Alkali y del pH. La forma de las nanopartículas es un factor fundamental que determina el área específica. Dicha área es el detonante para una óptima degradación de colorantes. En este sentido, nuestra recomendación es utilizar nanopartículas con formas laminares y de bajo espesor.

El uso de la agitación en presencia de peróxido de hidrógeno y asistido por radiación ultravioleta, hace el proceso de degradación de colorantes exitoso. Bajo estas condiciones es posible degradar grandes cantidades de colorantes, en intervalos de tiempo muy cortos. Nuestra recomendación en este sentido es trabajar en el prototipado de sistemas donde se puedan combinar las bondades de una degradación exitosa para llevarla a un escalado industrial.

Una de las principales dificultades para el escalado industrial del uso de dichas nanopartículas, para la eliminación de colorantes industriales, es su recuperación. Para ello, nuestra recomendación está en trabajar en la posibilidad de adherir de una forma eficiente dichas nanopartículas a estructuras de almacenamiento de agua y que puedan ser usadas como contenedores para el tratamiento de aguas residuales.

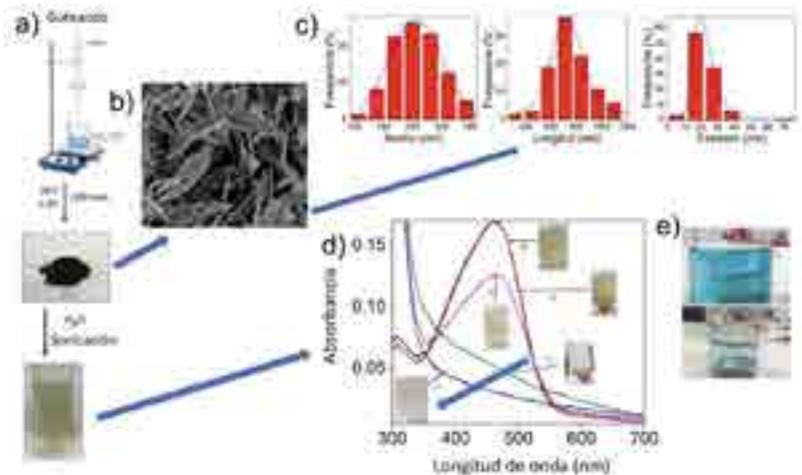


Imagen 1. a) Esquema de la producción de nanoestructuras de óxido cúprico por coprecipitación química. b) Microscopía Electrónica de Barrido de las nanoestructuras obtenidas. c) Histogramas del tamaño de las nanohojas de óxido cúprico. d) Espectro de absorción óptica de naranja de metilo tratado a diferentes condiciones para su degradación. e) Azul de metileno tratado con nanopartículas de óxido cúprico, soportadas sobre plástico reciclado.

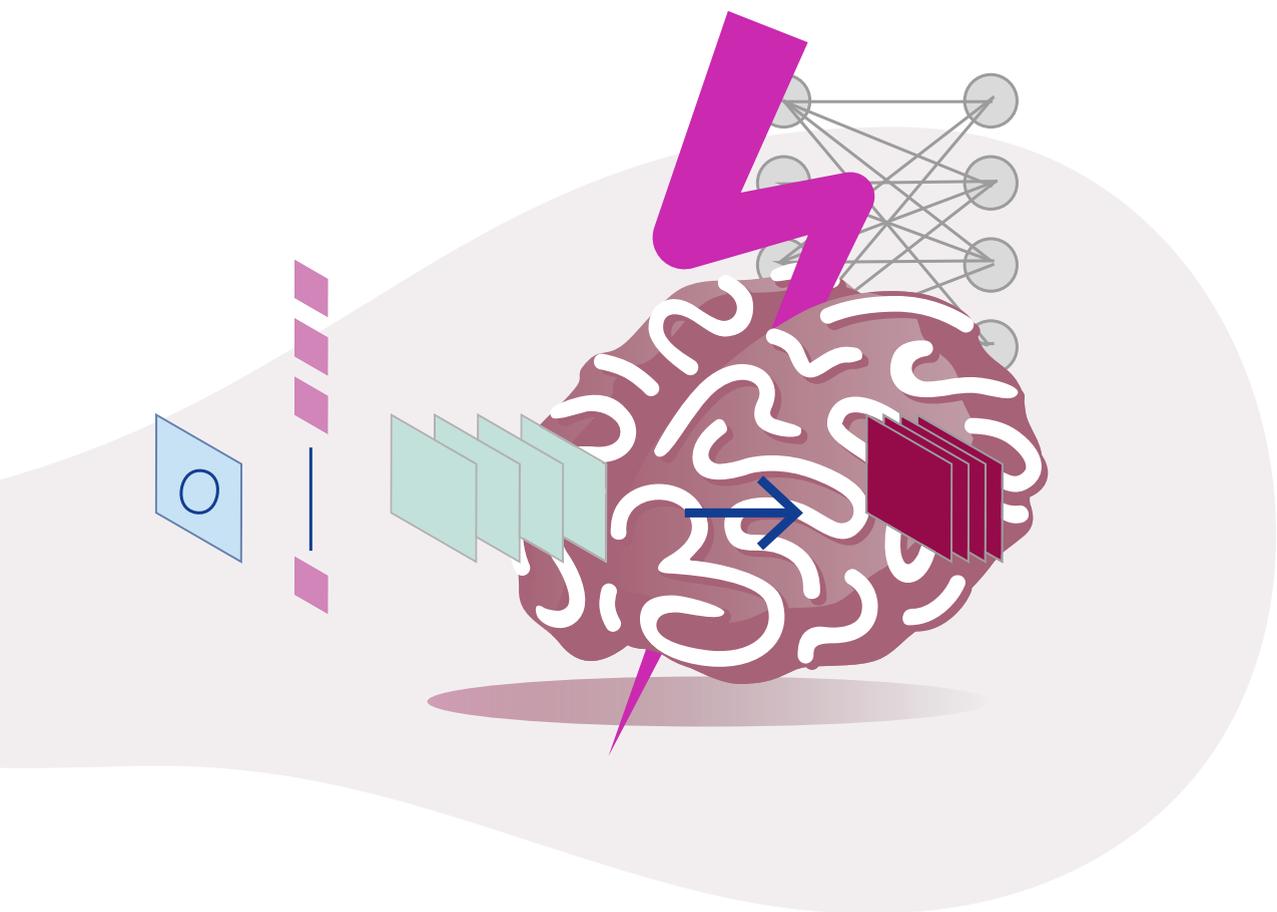
Fuente: César Leandro Londoño Calderón.

Referencias

- Arshad, A., Iqbal, J., Ahmad, I., & Israr, M. (2018). Graphene/Fe₃O₄ nanocomposite: Interplay between photo-Fenton type reaction, and carbon purity for the removal of methyl orange. *Ceramics International*, 44(3), 2643–2648. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.08.157>
- Ávila-López, M. A., Luévano-Hipólito, E., & Torres-Martínez, L. M. (2019). CO₂ adsorption and its visible-light-driven reduction using CuO synthesized by an eco-friendly sonochemical method. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 382(March), 111933. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2019.111933>
- Bhattacharjee, A., & Ahmaruzzaman, M. (2015). Facile synthesis of 2-dimensional CuO nanoleaves and their degradation behavior for Eosin Y. *Materials Letters*, 161, 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2015.08.064>
- Bhattacharjee, A., Begum, S., Neog, K., & Ahmaruzzaman, M. (2016). Facile synthesis of 2D CuO nanoleaves for the catalytic elimination of hazardous

- and toxic dyes from aqueous phase: a sustainable approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(12), 11668–11676. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6355-4>
- Currell, D. L., & Zechmeister, L. (1958). On the Ultrasonic Cleavage of Some Aromatic and Heterocyclic Rings. *Journal of the American Chemical Society*, 80(1), 205–208. <https://doi.org/10.1021/ja01534a051>
- Deka, P., Deka, R. C., & Bharali, P. (2016). Porous CuO nanostructure as a reusable catalyst for oxidative degradation of organic water pollutants. *New Journal of Chemistry*, 40(1), 348–357. <https://doi.org/10.1039/C5NJ02515J>
- Egirani, D., Latif, M. T., Wessey, N., Poyi, N. R., & Acharjee, S. (2019). Synthesis and characterization of kaolinite coated with copper oxide and its effect on the removal of aqueous Lead(II) ions. *Applied Water Science*, 9(4), 109. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-0989-6>
- Fung, P. C., Huang, Q., Tsui, S. M., & Poon, C. S. (1999). Treatability study of organic and colour removal in desizing/dyeing wastewater by UV/US system combined with hydrogen peroxide. *Water Science and Technology*, 40(1), 153–160. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00375-3](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00375-3)
- Gao, Q., Xing, Y., Peng, M., Liu, Y., Luo, Z., Jin, Y., Fan, H., Li, K., Chen, C., & Cui, Y. (2017). Enhancement of Fe₃O₄/Au Composite Nanoparticles Catalyst in Oxidative Degradation of Methyl Orange Based on Synergistic Effect. *Chinese Journal of Chemistry*, 35(9), 1431–1436. <https://doi.org/10.1002/cjoc.201700032>
- Glaze, W. H., Kang, J.-W., & Chapin, D. H. (1987). The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation. *Ozone: Science & Engineering*, 9(4), 335–352. <https://doi.org/10.1080/01919518708552148>
- Gupta, V. K., Khamparia, S., Tyagi, I., Jaspal, D., & Malviya, A. (2015). Decolorization of mixture of dyes: A critical review. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 1(1), 71–94. <https://doi.org/10.7508/gjesm.2015.01.007>
- Joseph, J. M., Destailats, H., Hung, H.-M., & Hoffmann, M. R. (2000). The Sonochemical Degradation of Azobenzene and Related Azo Dyes: Rate Enhancements via Fenton's Reactions. *The Journal of Physical Chemistry A*, 104(2), 301–307. <https://doi.org/10.1021/jp992354m>
- Joshi, S., C. B., R. K., Jones, L. A., Mayes, E. L. H., Ippolito, S. J., & Sunkara, M. V. (2017). Modulating interleaved ZnO assembly with CuO nanoleaves for multifunctional performance: perdurable CO₂ gas sensor and visible light catalyst. *Inorganic Chemistry Frontiers*, 4(11), 1848–1861. <https://doi.org/10.1039/C7QI00474E>

- Kamali, M., Samari, F., & Sedaghati, F. (2019). Low-temperature phyto-synthesis of copper oxide nanosheets: Its catalytic effect and application for colorimetric sensing. *Materials Science and Engineering: C*, 103(December 2018), 109744. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.109744>
- Legrini, O., Oliveros, E., & Braun, A. M. (1993). Photochemical processes for water treatment. *Chemical Reviews*, 93(2), 671–698. <https://doi.org/10.1021/cr00018a003>
- Sadollahkhani, A., Hussain Ibupoto, Z., Elhag, S., Nur, O., & Willander, M. (2014). Photocatalytic properties of different morphologies of CuO for the degradation of Congo red organic dye. *Ceramics International*, 40(7), 11311–11317. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.03.132>
- Safaei, M., Taran, M., & Imani, M. M. (2019). Preparation, structural characterization, thermal properties and antifungal activity of alginate-CuO bionanocomposite. *Materials Science and Engineering: C*, 101, 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.03.108>
- Shafiey Dehaj, M., & Zamani Mohiabadi, M. (2019). Experimental study of water-based CuO nanofluid flow in heat pipe solar collector. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 137(6), 2061–2072. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08046-6>
- Singh, D. P., Ojha, A. K., & Srivastava, O. N. (2009). Synthesis of Different Cu(OH) 2 and CuO (Nanowires, Rectangles, Seed-, Belt-, and Sheetlike) Nanostructures by Simple Wet Chemical Route. *The Journal of Physical Chemistry C*, 113(9), 3409–3418. <https://doi.org/10.1021/jp804832g>
- Wang, L., Hou, J., Liu, S., Carrier, A. J., Guo, T., Liang, Q., Oakley, D., & Zhang, X. (2019). CuO nanoparticles as haloperoxidase-mimics: Chloride-accelerated heterogeneous Cu-Fenton chemistry for H₂O₂ and glucose sensing. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 287(September 2018), 180–184. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.02.030>
- Yaseen, D. A., & Scholz, M. (2019). Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(2), 1193–1226. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2130-z>
- Zhang, Q., Zhang, K., Xu, D., Yang, G., Huang, H., Nie, F., Liu, C., & Yang, S. (2014). CuO nanostructures: Synthesis, characterization, growth mechanisms, fundamental properties, and applications. *Progress in Materials Science*, 60(October 2013), 208–337. <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2013.09.003>



Aplicación de redes neuronales convolucionales para estegoanálisis

ODS al cual aporta el proyecto: No. 16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.

Reinel Tabares-Soto | Doctor en Ingeniería.

Correo electrónico: rtabares@autonoma.edu.co

Harold Brayan Arteaga-Arteaga | Estudiante Ingeniería Electrónica.

Correo electrónico: harold.artegaa@autonoma.edu.co

Alejandro Mora-Rubio | Estudiante Ingeniería Biomédica y Electrónica.

Correo electrónico: alejandro.morar@autonoma.edu.co

Mario Alejandro Bravo-Ortíz | Ingeniera Biomédica y Electrónica.

Correo electrónico: mario.bravoo@autonoma.edu.co

Daniel Arias-Garzón | Ingeniero Biomédico y Estudiante Ingeniería Electrónica.

Correo electrónico: daniel.ariasgar@autonoma.edu.co

Jesús Alejandro Alzate-Grisales | Estudiante Ingeniería Biomédica y Electrónica.

Correo electrónico: jesus.alzateg@autonoma.edu.co

Simón Orozco-Arias | Maestría en Ingeniería.

Correo electrónico: simon.orozca@autonoma.edu.co

Gustavo Isaza | Doctorado en Informática.

Correo electrónico: gustavo.isaza@gmail.com

Raúl Ramos-Pollán | Doctorado en Ingeniería en Informática.

Correo electrónico: rramosp@unal.edu.co

■ **Grupo de Investigación: Automática e Ingeniería del Software** ■

Palabras clave: aprendizaje profundo, esteganografía, estegoanálisis, redes neuronales convolucionales.

Problema a resolver

Para hablar de estegoanálisis es necesario conocer sus raíces, por ello se tiene que hablar de esteganografía. Se cree que el primer registro de esteganografía se remonta a la antigua Grecia, cuando Heródoto envía un mensaje a Esparta con el fin de advertir sobre la intención de Jerjes de invadir Grecia; con el fin de camuflar el mensaje, este se escribió directamente en la madera y se cubrió con cera; el mensaje quedó oculto, imperceptible, seguido por un mensaje regular escrito ahí. La impresión solo permite ver el mensaje normal, pero si se eliminaba la cera, se revelaba la información oculta. La formulación del proceso de esteganografía se da por el famoso problema de los prisioneros (Simmons, 1984). Este problema presenta a Alice y Bob (prisioneros), los cuales se quieren enviar mensajes bajo la supervisión constante de Eve, la directora de la prisión. Si Eve considera los mensajes sospechosos, entonces ella no permitirá que los mensajes sean recibidos.

Esto para nuestro tiempo se ve incorporado en distintos medios digitales tales como imágenes, audios, videos y textos. Con el fin de determinar cuál archivo tiene o no información oculta, se necesita de estrategias de estegoanálisis. El enfoque en imágenes inicia a finales de los noventas, y se divide en dos dominios, el espacial y el frecuencial, de acuerdo a la esteganografía que se quiera enfrentar (Tabares-Soto et al., 2020). Centrándonos en el dominio espacial, éste se hizo desde detecciones visuales hasta el uso de aprendizaje profundo con redes neuronales convolucionales (CNNs, por sus siglas en inglés) (Tabares-Soto et al., 2019). El estegoanálisis en el dominio espacial con CNNs inició en 2014 (Tan & Li, 2014). Se busca enfrentar a los algoritmos esteganográficos tales como HUGO, HILL, MiPOD, S-UNIWARD y WOW, con diferentes cargas útiles (bpp, por sus siglas en inglés). Con ello el objetivo es establecer distintas estrategias basadas en aprendizaje profundo que permitan enfrentar la esteganografía. Donde los principales aportes se dan por el diseño de distintas CNN que sean mejores para identificar imágenes con contenido esteganográfico.

Contexto del estudio

Actualmente la capacidad de cómputo ha venido avanzando a grandes pasos y para este contexto del procesamiento digital de señales, específicamente el procesamiento de imágenes, es necesario el uso de unidades de procesamiento gráfico (GPU, por sus siglas en inglés) y unidades de procesamiento tensorial (TPU, por sus siglas en inglés). Con esto distintos investigadores han venido presentando diversas estrategias para mejorar el estegoanálisis, esto mediante el desarrollo de arquitecturas computacionales de CNNs. Estos modelos, a diferencia de los basados en métodos probabilísticos y filtrado manual, son de

los más avanzados a la fecha para este *problema de clasificación*. Así, en los últimos años se han propuesto redes neuronales convolucionales como Xu-Net, Ye-Net, Yedroudj-Net, SRNet, Zhu-Net, y GBRAS-Net (Reinel et al., 2021) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de precisión de las CNNs y SRM+EC para dos algoritmos esteganográficos con cargas útiles de 0.4bpp y 0.2b pp.

(Año) Algoritmo	WOW 0.2bpp	WOW 0.4bpp	S-UNIWARD 0.2bpp	S-UNIWARD 0.4bpp
(2020) GBRAS-Net	80.3	89.8	73.6	87.1
(2019) Zhu-Net	76.9	88.1	71.4	84.5
(2018) SRNet	75.5	86.4	67.7	81.3
(2018) Yedroudj-Net	72.3	85.1	63.5	77.4
(2017) Ye-Net	66.9	76.7	60.1	68.7
(2016) Xu-Net	67.5	79.3	60.9	72.7
(2015) Qian-Net	61.4	70.7	53.7	69.1
(2012) SRM+EC	63.5	74.5	63.4	75.3

Fuente: (Reinel et al., 2021)

Los resultados se validan en la base de datos llamada BOSSbase 1.01, que tiene 10000 imágenes de tamaño 512x512 píxeles con resolución de 8 bits, se divide en 4000 pares de imágenes para entrenamiento, 1000 pares para validación, y 5000 pares para test final. Adicionalmente, se incorpora la base de datos BOWS2 como refuerzo, así como técnicas de aumento de datos como rotaciones, distintos recortes, entre otras. Los tamaños de las imágenes que se han usado son 512x512, y principalmente 256x256, dependiendo de la capacidad de cómputo de cada equipo de investigación.

Este campo de estudio aún tiene camino por recorrer, los mejores aportes vienen dados por las CNNs diseñadas por los equipos que investigan estegoanálisis; sin embargo, aún se tiene que mejorar como es evidente en la tabla de precisiones (ver Tabla 1). Si no se sigue mejorando las arquitecturas de estegoanálisis con CNNs la esteganografía puede seguir tomando camino con nuevos algoritmos. Además, considerando que las precisiones no son muy altas habrá muchas ocasiones donde la esteganografía pase desapercibida por las arquitecturas, entonces es necesario que estas se vuelvan más eficientes.

Para el campo de estudio de estegoanálisis de imágenes en el dominio espacial es importante conocer los diferentes aportes que se han hecho; los cuales han sido principalmente por las CNNs presentadas que trabajan en

un todo en uno juntando diferentes etapas, y entonces por los elementos computacionales que estas incorporan en etapas, de preprocesamiento, extracción de características y clasificación (ver Tabla 1).

Además es importante resaltar el trabajo donde se presentó una estrategia que permite mejorar las redes neuronales convolucionales en precisión y eficiencia (Tabares-Soto, Arteaga-Arteaga, Mora-Rubio, Bravo-Ortíz, Arias-Garzón, Alzate Grisales, et al., 2021). En este trabajo se presenta cómo al incorporar elementos computacionales específicos en las distintas arquitecturas se puede lograr mejoras, e incluso adaptar CNN de clasificación comunes como las de la familia VGG para que funcionen para el estegoanálisis. También destacamos el trabajo donde se presenta un análisis de sensibilidad del aprendizaje profundo aplicado al estegoanálisis de imágenes en el dominio espacial (Tabares-Soto, Arteaga-Arteaga, Mora-Rubio, Bravo-Ortíz, Arias-Garzón, Alzate-Grisales, et al., 2021). En este *paper* se plantea los diferentes focos en términos de experimentación usando aprendizaje profundo, efecto de la base de datos, funciones de activación, mapas de activación, entre otros.

Recomendaciones

Dirigidas a personal de universidades, quienes siempre están en contacto con trasmisión de archivos digitales.

Investigadores de estegoanálisis o de esteganografía, quienes viven con la temática desarrollada su día a día.

Conocer estos temas permitirá a las personas de las universidades aumentar su conocimiento en tecnología y posibles riesgos al transmitir información. Para los investigadores de estegoanálisis o esteganografía, las siguientes recomendaciones contribuirán a acelerar el avance en este campo.

Para generar nuevas arquitecturas o elementos computacionales de CNN aplicados al estegoanálisis es importante realizar una revisión profunda de la literatura para tener una base clara de los resultados existentes y a partir de ellos superar los porcentajes de detección más nuevos.

Es importante reproducir los resultados de todas las arquitecturas de CNN aplicadas al estegoanálisis para tener claro los resultados novedosos y la complejidad del problema.

Es fundamental que al informar los resultados se generen repositorios de códigos y bases de datos para facilitar la reproducción de los resultados.

Para determinar si una arquitectura CNN aplicada al estegoanálisis está funcionando bien es fundamental analizar la variación de los pesos de los filtros aplicados y el comportamiento de los mapas de activación.

Contar con hardware especializado como TPU o GPU permite acelerar los procesos y obtener resultados en tiempos cortos. Se recomienda el hardware gratuito que ofrece Google Colaboratory.

Convertir las bases de datos a formato NPY mejora el nivel de lectura enormemente, disminuyendo en un factor aproximado de 16 a 20.

Referencias

- Reinel, T.-S., Brayan, A.-A. H., Alejandro, B.-O. M., Alejandro, M.-R., Daniel, A.-G., Alejandro, A.-G. J., Buenaventura, B.-J. A., Simon, O.-A., Gustavo, I., & Raúl, R.-P. (2021). GBRAS-Net: A Convolutional Neural Network Architecture for Spatial Image Steganalysis. *IEEE Access*, 9, 14340–14350. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3052494>
- Simmons, G. J. (1984). The Prisoners' Problem and the Subliminal Channel. In D. Chaum (Ed.), *Advances in Cryptology: Proceedings of Crypto 83* (pp. 51–67). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-4730-9_5
- Tabares-Soto, R., Arteaga-Arteaga, H. B., Mora-Rubio, A., Bravo-Ortíz, M. A., Arias-Garzón, D., Alzate-Grisales, J. A., Orozco-Arias, S., Isaza, G., & Ramos-Pollán, R. (2021). Sensitivity of deep learning applied to spatial image steganalysis. *PeerJ Computer Science*, 7, e616. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.616>
- Tabares-Soto, R., Arteaga-Arteaga, H. B., Mora-Rubio, A., Bravo-Ortíz, M. A., Arias-Garzón, D., Alzate Grisales, J. A., Burbano Jacome, A., Orozco-Arias, S., Isaza, G., & Ramos-Pollan, R. (2021). Strategy to improve the accuracy of convolutional neural network architectures applied to digital image steganalysis in the spatial domain. *PeerJ Computer Science*, 1–21. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.451>
- Tabares-Soto, R., Ramos-Pollán, R., Isaza, G., Orozco-Arias, S., Bravo Ortíz, M. A., Arteaga Arteaga, H. B., Mora Rubio, A., & Alzate Grisales, J. A. (2020). Digital media steganalysis. In *Digital Media Steganography* (pp. 259–293). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819438-6.00020-7>
- Tabares-Soto, R., Raúl, R. P., & Gustavo, I. (2019). Deep learning applied to steganalysis of digital images: A systematic review. *IEEE Access*, 7, 68970–68990. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2918086>
- Tan, S., & Li, B. (2014). Stacked convolutional auto-encoders for steganalysis of digital images. *2014 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, APSIPA 2014, 2012lym 0117*. <https://doi.org/10.1109/APSIPA.2014.7041565>



Relación entre la mediación y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas

ODS al cual aporta el proyecto: No. 5. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.

Orlando Valencia Rodríguez | Doctor en Ingeniería.

Correo electrónico: orlandovr@autonoma.edu.co

Carlos Alberto Rojas Sierra | Magíster en Matemática Aplicada.

Correo electrónico: crojas@autonoma.edu.co

Felipe Antonio Gallego López | Magíster en Matemática Aplicada.

Correo electrónico: felipe.gallego@ucaldas.edu.co

Hedilberto Granados López | Magíster en Educación.

Correo electrónico: egranados@ucm.edu.co

Óscar Javier Sánchez Edilberto | Licenciado en Educación.

Correo electrónico: sanchez@ucm.edu.co

■ **Grupos de Investigación: Física y Matemáticas - Línea: Enseñanza de la Matemática, Universidad Autónoma de Manizales | Grupo EFE - Línea en Educabilidad, Universidad Católica de Manizales** ■

Palabras clave: enseñanza, aprendizaje, mediaciones, ambientes de aprendizaje, motivación.

Problema a resolver

La educación es un proceso en continuo cambio y requiere de los constantes esfuerzos de los actores involucrados para que se pueda desarrollar de la mejor manera posible. Los ambientes de aprendizaje deben ser espacios motivadores y agradables para que tantos docentes como estudiantes puedan interactuar satisfactoriamente y se cumplan los propósitos del aprendizaje. Pero lograr esto, es un reto interesante que requiere conocer la evolución y la dinámica de los procesos de enseñanza y aprendizaje, y en este caso, en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas a nivel universitario, que generalmente está asociada con percepciones y experiencias negativas que desfavorecen, desmotivan y predisponen el abordaje de las asignaturas relacionadas con estas áreas.

Sin embargo, no se trata de evaluar únicamente resultados de tipo académico sino de identificar algunos aspectos que son importantes en la interacción entre docentes y estudiantes; y entre los mismos estudiantes, que pueden ser considerados no relevantes, pero que tiene una incidencia importante en los espacios académicos.

Fariás & Pérez, (2010) plantean que es necesario tener un acercamiento a las necesidades y expectativas de los estudiantes y, con base, en ello reorientar los esfuerzos hacia acciones benéficas para ellos y su contexto social, lo que conduciría a procesos académicos motivados. Es así que resulta determinante encontrar aspectos de los procesos motivacionales y su relación con el uso de las mediaciones que favorezcan el planteamiento de propuestas de mejoramiento del desempeño académico.

Los mismos ambientes de aprendizaje y la información suministrada por los propios estudiantes son esenciales en este proceso de mejora, sin descartar que existen múltiples factores y mediaciones alternas no contempladas, y que no son del alcance del presente documento, que puedan ser estimulantes hacia el aprendizaje en el contexto de las matemáticas.

Contexto del estudio

Se entiende por mediación la acciones que realizan el maestro para favorecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes al interior o fuera del aula (Parra F., Keila N. 2010; Calvo & Méndez, 2011; Álvarez, 2012; Cubi & Manobanda, 2012). Los elementos de mediación pretenden de manera significativa el beneficio de los estudiantes y generar una influencia positiva en su entorno. Esta mediación ha de tener en cuenta los contextos en los cuales se realizan. Actualmente, el docente tiene un papel mediador que predomina en el acto educativo; sin embargo, en el ámbito tecnológico que se desarrolla a través de

mecanismos interactivos, se involucran otros aspectos que generan expectativas y posibilidades alcanzables en términos de cobertura y costo económico; de igual manera, las fuentes de información no se limitan únicamente al profesor. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) permiten visualizar conceptos de diferentes formas, lo cual contribuye a enriquecer la imaginación y fortalecer las redes conceptuales de los alumnos en los que se requiere mejorar el razonamiento a partir de la visualización (Esteban, Trefftz y Restrepo, 2006).

Una tipología de la mediación se basa en el uso categorial de la misma planteada por Reuven Feuerstein y la teoría de la modificabilidad cognitiva estructural (Orro, 2003) comprende: intencionalidad y reciprocidad, trascendencia (ir más allá de la necesidad inmediata), mediación del significado, mediación del sentimiento de competencia, regulación y control de la conducta, mediación del acto de compartir, mediación de la individualización y diferenciación psicológica, mediación de la búsqueda, planificación y logro de los objetivos, mediación del desafío, mediación del conocimiento del ser humano como entidad cambiante y mediación de la alternativa optimista.

En cuanto al componente motivacional, este se plantea como factor esencial en el proceso de aprendizaje. Si no hay motivación por el estudio y por el aprendizaje se minimiza la posibilidad de lograr resultados significativos en el proceso de formación (Rinaudo et al., 1997). Motivación es lograr que alguien se mueva hacia el logro de sus objetivos y que le permitan alcanzar sus recompensas. Una persona puede tener diferentes grados de motivación frente a una tarea o compromiso. De igual manera, es una preocupación de los docentes, no solo el lograr altos niveles académicos, sino que estos se desarrollen en ambientes positivos y favorables para el aprendizaje de los estudiantes.

Una de las preguntas que se plantean entre los expertos de la enseñanza y el aprendizaje es por qué algunos estudiantes progresan en sus procesos de formación y a otros se les dificulta. En este sentido, investigadores y educadores han enfocado sus esfuerzos para analizar el problema de la motivación del estudiante en su proceso de aprendizaje (Pintrich, 2003). Se consideran tres aspectos importantes para caracterizar una perspectiva de ciencia motivacional (Pintrich, 2003). En el primero la necesidad de abordar el comportamiento humano y motivacional desde una perspectiva científica. Las generalizaciones deben estar soportadas en pruebas empíricas en consonancia con el razonamiento teórico y conceptual sobre la naturaleza misma de la motivación (Pintrich, 2003). En el segundo se destaca la importancia de los enfoques multidisciplinarios para los problemas de la ciencia motivacional (Cairns et al., 1996; Cervone & Mischel, 2002; Higgins & Kruglanski, 2000; citados en Pintrich, 2003) que permitan tener diferentes puntos de vista, debido a la complejidad de la conducta humana. El tercero implica un enfoque en la investigación básica inspirada en su utilidad en los entornos académicos para el mejoramiento

motivacional de los estudiantes (Greeno, 1998; Pintrich, 2000b; Stokes, 1997; citados en Pintrich, 2003).

Los motivos para realizar la tarea pueden ser internos o externos a la persona, o pueden ser una combinación de ambos (Covington y Mueller, 2001, citados en Woolfolk, 2010). La motivación intrínseca se constituye como una tendencia natural del ser humano y se manifiesta desde la niñez (Ryan & Deci, 2000). Un estudiante con motivación intrínseca cumple sus tareas buscando la satisfacción y superación personal. La motivación intrínseca puede ser influenciada o motivada desde el entorno, aumentando o disminuyendo su intensidad (Deci & Cascio, 1972), (Amabile, DeJong, & Lepper, 1976). Es así que las acciones intrínsecas deben estar bien enfocadas de acuerdo con la situación actual y expectativas de los estudiantes, de esta manera se podrá contribuir de manera positiva en el aprendizaje, el cual es considerado como el fin último del proceso de formación.

La investigación se desarrolló en asignaturas de matemáticas tomadas por estudiantes de los programas de ingeniería, economía y administración de la Universidad Autónoma de Manizales y estudiantes de los programas de ingeniería y de licenciatura de la Universidad Católica de Manizales de primero a quinto semestre. Los estudiantes no estuvieron sometidos a condiciones particulares o controladas en el aula de clase y permanecerán en los grupos conformados según la matrícula académica de la Universidad.

Recomendaciones

Dirigidas a docentes, estudiantes y demás actores relacionados con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

A pesar de los avances científicos y tecnológicos que tenemos hasta el momento, el factor humano y de las relaciones humanas sigue siendo primordial en cualquier proceso social. La educación no es ajena a esta situación; por el contrario, el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades denominadas blandas como el liderazgo, la empatía, la comunicación y el trabajo en equipo son fundamentales para que el docente pueda manejar un ambiente más amable con los estudiantes. De igual manera, los estudiantes también requieren fortalecer estas habilidades de tal forma que se puedan propiciarse ambientes más interactivos en términos de las buenas relaciones humanas.

El entorno cambiante de los ambientes de aprendizaje y de los intereses de los mismos estudiantes exigen una permanente capacitación de los profesores en programas de mejoramiento del ejercicio de la actividad docente. Los temas pedagógicos y estrategias para el uso de las TIC deben seguir siendo parte de los

planes de desarrollo institucional y del esfuerzo individual de los docentes en su propia preparación.

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son un factor interesante que caracterizan los ambientes de aprendizaje, pero por sí solos no son suficientes para generar altos niveles de motivación en los estudiantes. Deben ser incorporadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje con propósitos y condiciones claramente definidas.

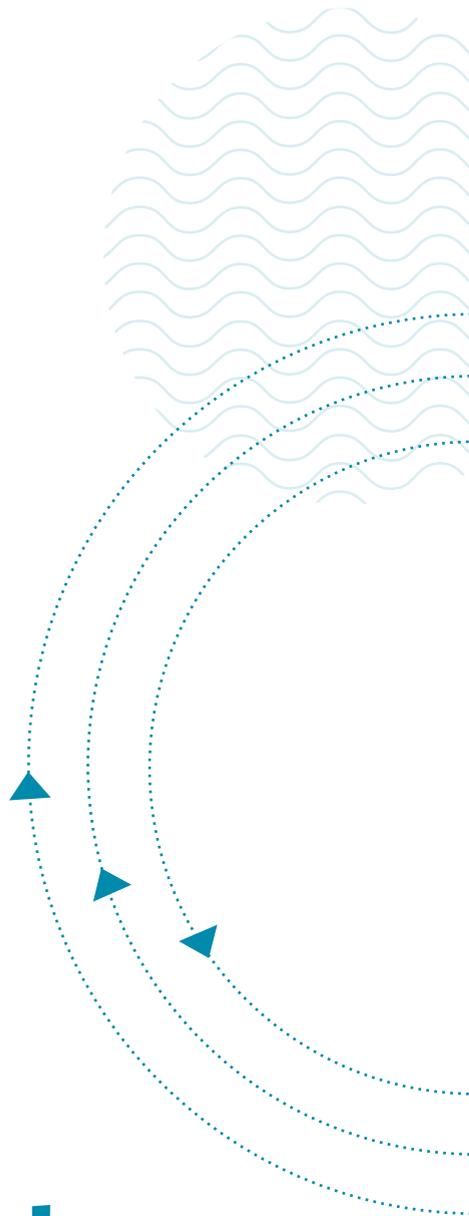
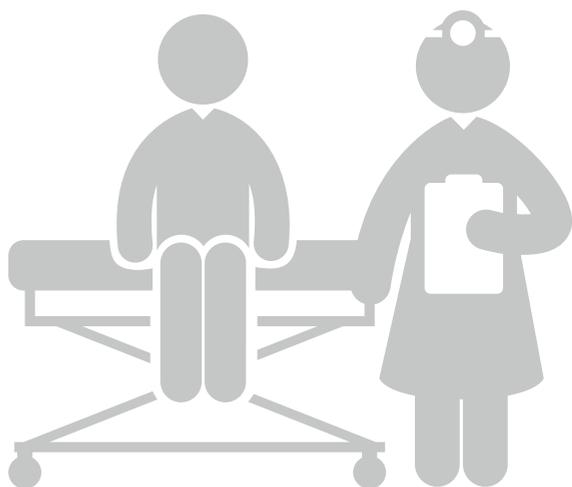
Los estudiantes valoran un docente altamente capacitado, sin embargo, también valoran de manera significativa el trato equitativo que se maneje en un ambiente de clase y el reconocimiento que se haga de los trabajos realizados. De otro lado, ningún estudiante expresa un alto nivel de motivación por asistir a las clases, aunque si hay un interés por avanzar en sus procesos de formación. Este es un reto para los docentes y las comunidades académicas para plantear escenarios académicos motivantes, efectivos y que valoren al estudiante más allá del ámbito académico.

Es importante continuar con la realización de análisis estadísticos similares que permitan valorar las percepciones de los estudiantes en los cambiantes ambientes de aprendizaje y la complejidad del propio ser humano y sus interrelaciones, tal como ha sucedido con la pandemia.

Referencias

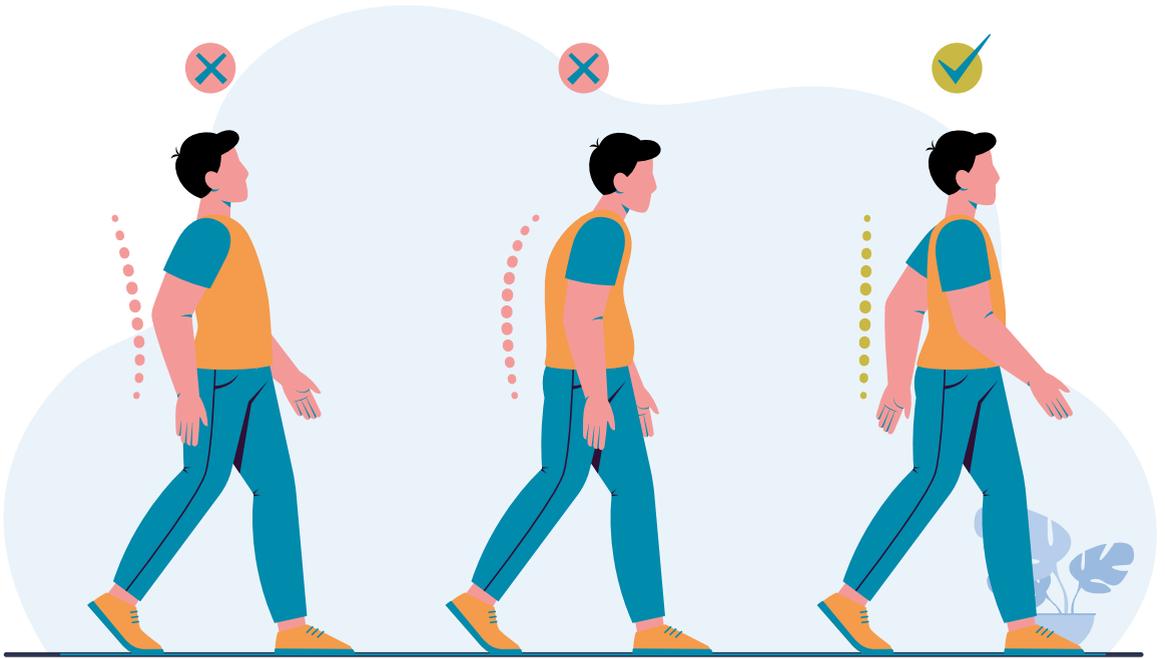
- Farias, Deninse y Pérez, Javier (2010). Motivación en la Enseñanza de las Matemáticas y la Administración Universidad Simón Bolívar, Núcleo Universitario del Litoral, Valle de Camurí Grande, Edo. Vargas-Venezuela. Revista Formación Universitaria. Vol. 3(6), 33-40 (2010) doi: 10.4067/S0718-50062010000600005
- Álvarez Santacruz, Zaida Catalina. (2012). La mediación pedagógica en el rendimiento académico de los estudiantes del primer semestre de la carrera de medicina facultad de ciencias de la salud de la universidad técnica de Ambato semestre. Tesis de Maestría. Maestría Docencia y Currículo para la Educación Superior. Centro de estudios de posgrado. Facultad de ciencias humanas y de la educación. Universidad técnica de Ambato. Ambato. Ecuador.
- Calvo Cruz, Xinia María; Méndez Estrada, Víctor Hugo. (2011). La mediación pedagógica de un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante. Implicaciones en la unidad didáctica impresa, estudiante y profesor, en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Revista Espiga, [S.l.], v. 10, n. 22, p. 59-76, dec. 2011. ISSN 2215-454X. Disponible en: <<https://investiga.uned.ac.cr/revistas/index.php/espiga/article/view/1013/927>>. Fecha de acceso: 20 june 2018 doi: http.

- Cubi Agualongo, José Guillermo & Manobanda Calero Segundo Manuel. (2012). Estrategia metodológica en la mediación pedagógica para el desarrollo de aprendizajes significativos en el área de matemática de los Estudiantes de octavo, noveno y décimo año de Educación general básica del colegio “Rumiñahui” de la comunidad de gradas Parroquia san simón, cantón Guaranda, durante El año lectivo 2011 -2012. Trabajo de Grado. Licenciatura en ciencias de la Educación. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de ciencias de la educación, sociales, filosóficas y humanísticas. Escuela de ciencias básicas. Ecuador.
- Esteban Duarte P. V., Trefftz GómezH., & Restrepo ToroJ. (2009). Estrategias de visualización en el cálculo de varias variables. Revista Educación Y Pedagogía, 18(45), 119-131. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6092>
- Rinaudo, María.C., de la Barrera, María L. & Donolo, Danilo S. (1997). Motivación para el aprendizaje en alumnos universitarios. Revista Electrónica de Motivación y Emoción. Volumen ix número 22. Disponible en: <http://reme.uji.es/articulos/numero22/article2/num%2022%20article%202%20ArticMotivparaREME.PDF>. Fecha de acceso: 22 de junio de 2018.
- Orro, Silvia Ester (2003). Reuven Feuerstein y la Teoría de la Modificabilidad Cognitiva Estructural. Revista de Educación, núm. 332 (2003), pp. 33-54
- Valencia Rodríguez, Orlando, Rojas Sierra, Carlos Alberto y Gallego López, Felipe Antonio (2020). Ambientes de aprendizaje y creencias en la clase de matemáticas de estudiantes universitarios. III Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería - CICI 2020 realizado entre el 11 y 13 de agosto de 2020 en la Universidad de los Llanos. http://cici.unillanos.edu.co/media2020/memorias/CICI_2020_paper_77.pdf



Salud

Investigaciones terminadas
entre 2020-2 y 2021-1



Control postural en personas con esquizofrenia: estudio de cohorte

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Didier Andrés Morera Salazar | Magíster en Neurorrehabilitación.

Correo electrónico: dmorera@autonoma.edu.co

Angélica María Serna Salazar | Magíster en Discapacidad.

Correo electrónico: aserna@autonoma.edu.co

Julio Ernesto Pérez Parra | Magíster en Neurorrehabilitación.

Correo electrónico: jeperez@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Funcionamiento y discapacidad en la perspectiva de la salud** ■

Palabras clave: control postural, velocidad de la marcha, esquizofrenia, riesgo relativo, balance.

Problema a resolver

Esta investigación tuvo un interés especial en establecer si existían diferencias en el control postural entre personas con y sin esquizofrenia, pues se ha documentado que dicha condición de salud, además de la sintomatología propia como alteraciones en la percepción y procesos cognitivos, puede generar en las personas alteraciones en el control motor y, por lo tanto, en su funcionamiento, producto de una disfunción cerebelosa, talámica o cortical (1). Es por lo anterior que se considera de gran importancia incursionar en un campo que ha sido poco explorado como la neurorrehabilitación en la salud mental, el cual cuenta con un gran arsenal terapéutico que puede promover la independencia de las personas con condiciones de salud mental, derivando en una mejora de su calidad de vida.

Las deficiencias relacionadas con disfunciones cerebelosas y en los núcleos basales que padecen las personas con esquizofrenia conllevan a una alteración en el movimiento corporal humano, especialmente a nivel del control postural (2), lo que conlleva a limitaciones en la actividad y restricciones en la participación. Sin embargo, ha sido poco estudiada la relación que existe entre la condición de salud y dichas alteraciones; por tal motivo, el reconocimiento de esta problemática constituye un avance importante en el campo de la neurorrehabilitación, pues conociendo el comportamiento del control postural en personas con esquizofrenia se aporta una base científica que permitirá planear y ejecutar estrategias de intervención en el campo, mediante el desarrollo de guías y protocolos de atención fisioterapéuticos que no solo beneficiarían a las personas con la condición de salud, sino a sus familias y profesionales de la salud que intervienen en su proceso de rehabilitación integral. Además, aporta a la construcción de políticas públicas que permitan un proceso adecuado de inclusión social, laboral y educativa.

El estudio es novedoso, puesto que se ha encontrado poca evidencia y fundamentación científica de la relación existente entre la esquizofrenia y las alteraciones del control postural. Sumado a esto, aporta a la Maestría en Neurorrehabilitación de la UAM, pues se incursiona en el campo de la salud mental desde la fisioterapia y contribuirá mediante un soporte científico importante a que los procesos de intervención terapéutica continúen siendo de gran calidad. Además del fortalecimiento de los lazos interinstitucionales entre la Universidad Autónoma de Manizales y la Orden Hospitalaria San Juan de Dios de la ciudad de Manizales, lo cual apunta firmemente a la visión que dichas instituciones tienen en el marco del convenio docencia servicio, favoreciendo los procesos académicos e investigativos.

La presente investigación hace parte de la línea “Funcionamiento y Discapacidad en la perspectiva de la Salud” del grupo de Investigación Cuerpo Movimiento de la UAM (A Colciencias). Los instrumentos de evaluación

propuestos para el estudio han sido previamente validados al español, lo cual permite su uso en esta investigación y su aplicación en estudios posteriores. Los instrumentos que se utilizaron fueron: Test de organización sensorial (Romberg), Tinetti balance (Balance), *Timed get up and go* (estabilidad durante la marcha), marcha de 10 metros, alcance funcional (control postural antigravitatorio), giro de 360°, sedente a bípedo y fuerza de agarre.

De lo expuesto anteriormente se derivó la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen diferencias en el control postural entre personas con y sin esquizofrenia?

Contexto del estudio

A nivel mundial se estima una prevalencia de esquizofrenia entre 1,4 y 4,6 por cada 1000 habitantes y una incidencia entre 0,16 y 0,43. Su mortalidad asociada al suicidio y comorbilidades como diabetes, tabaquismo y obesidad, supera en un 50% a la de la población general. Para el caso colombiano, la incidencia es de 1 por cada 10.000 habitantes; en 2005 ocupó el decimoséptimo lugar en carga de enfermedad con 2,6 años de vida ajustados por calidad (AVAC) perdidos por cada mil personas (3). En América Latina la esquizofrenia es la decimonovena causa de discapacidad, teniendo una prevalencia de 1,4 al 4,6 por cada 1,000 habitantes y una incidencia entre 0,16 a 0,42 casos por 1,000 habitantes (4).

Para Toro y Yepes (5) esta condición de salud es un grupo de trastornos que comprende una desorganización severa del comportamiento social, así como alteraciones cognitivas, afectivas y del comportamiento, diagnosticados en la adolescencia, cuyas manifestaciones influyen negativamente en la escolaridad, trabajo productivo y vida familiar (5). Aunque su etiología aún no es clara, se han establecido relaciones entre factores biológicos, psicosociales y genéticos. En estos últimos se han encontrado casos de familias que han padecido esta enfermedad en grados cercanos de consanguinidad.

Las investigaciones del control postural en la esquizofrenia se han desarrollado desde la década de 1940. Utilizando la estimulación vestibular se han encontrado deficiencias relacionadas con el control postural en personas con esquizofrenia, centrados principalmente en medidas conductuales y en evaluaciones de balance como la presencia del signo de Romberg (pérdida de equilibrio cuando sus ojos se cierran, los brazos están estirados y la etapa final es de un pie a otro) o evaluando la capacidad de pararse de pie. La presencia de este signo es significativamente más común en personas con esquizofrenia en comparación con controles sanos (6).

Teng y colaboradores (7) también evaluaron el equilibrio utilizando el test de Romberg. Los exámenes neurológicos indicaron un equilibrio significativamente deficiente en personas con esquizofrenia en comparación

con los sujetos sanos. Además, los estudios de imagen mostraron un cambio en el volumen de cerebelo en las personas con esquizofrenia, que se asoció con una integración sensorial comprometida y secuencias posturales deficientes, lo que sugiere que las disfunciones del control postural son parte de la naturaleza intrínseca de la esquizofrenia.

En cuanto a la intervención de la neurorrehabilitación y particularmente la fisioterapia en el campo de la salud mental, Catalán y colaboradores (8) indican que la fisioterapia ofrece un enfoque holístico desde promoción, prevención, tratamiento y rehabilitación frente a una alteración del movimiento corporal humano.

Por su parte la *World Confederation for Physical Therapy* (WP) define la la fisioterapia en la salud mental como una especialidad que abarca diferentes contextos del ser humano en diferentes momentos del ciclo vital que presenten una condición de salud mental independiente del grado de severidad (leve, moderado, severo) y del tiempo de evolución, a través de estrategias de promoción de la salud, tratamiento y rehabilitación, partiendo de un modelo que incluye aspectos biológicos y psicosociales, para así contribuir con el bienestar y la calidad del vida de la persona que sufren este tipo de trastornos, siempre apuntando hacia la ejecución, función, funcionalidad y funcionamiento de la persona sobre aspectos físicos y mentales (9).

Por lo dicho, se hace necesario, en el marco del proceso de intervención integral de la persona con esquizofrenia, particularmente desde el abordaje fisioterapéutico en el equipo neurorrehabilitador, caracterizar su control postural con modelos conceptuales como el de Horak (10), no sin antes clarificar las posibles diferencias que puedan existir entre personas con esta condición de salud y personas neuro-típicas y sin trastornos de salud mental, aspecto poco estudiado y referenciado en la literatura.

Recomendaciones

Dirigidas a Comunidad Académica Cuerpo Movimiento UAM, Comunidad científica, Posgrados en Neurorrehabilitación UAM.

Todas las PcE valoradas consumían algún medicamento antipsicótico; sin embargo, en términos generales, esta es una característica inherente a esta condición de salud, lo que hace que nuestros resultados puedan generalizarse a esta población. Sin embargo, futuras investigaciones deberán investigar el peso ponderado del consumo de medicamentos antipsicóticos sobre las alteraciones del control postural.

En nuestro estudio se excluyeron todas las PcE consumidores de sustancias psicoactivas, lo que dificultó la consecución de la muestra, debido a su alta prevalencia en este grupo poblacional (11-12). Futuros estudios podrían comparar los componentes del control postural en PcE consumidoras y no consumidoras de sustancias.

La mayoría de los estudios similares analizan de manera aislada algunos componentes del control postural, mientras que el nuestro lo hizo integralmente desde las diferentes estrategias planteadas por Horak (10), por lo cual sugerimos que se aplique globalmente en los procesos de neurorrehabilitación de PcE.

Nuestros resultados pueden constituirse en referente para posteriores estudios sobre intervenciones en neurorrehabilitación en el control postural de PcE u otra condición de salud mental. Brinda evidencia científica en un campo que ha sido poco explorado como la neurorrehabilitación en salud mental. De esta manera, permitirá a fisioterapeutas y demás profesionales relacionados con el movimiento corporal humano, generar estrategias de intervención orientadas desde el mejoramiento del control postural, lo cual redundaría en mejores y más eficientes procesos de rehabilitación de las PcE y con condiciones de salud mental similares.

Referencias

1. Toro R, Yepes L. Fundamentos de medicina, Psiquiatría. Quinta ed. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 2010.
2. Bernard J, Mittal V. Cerebellar-motor dysfunction in schizophrenia and psychosis-risk: the importance of regional cerebellar analysis approaches. *Front Psychiatry*. 2014 Nov; 5.
3. Quitian H, Arciniegas J, Bohórquez A, Gómez C. Costo efectividad de los antipsicóticos en el tratamiento de mantenimiento de la esquizofrenia en Colombia. *Rev Colomb Psiquiatr*. 2015.
4. Saha S, Chant D, Welham J, McGrath J. A Systematic Review of the Prevalence of Schizophrenia. *PLoS Med*. 2005 May; 2(5).
5. Toro R, Yepes L. Fundamentos de medicina, Psiquiatría. Quinta ed. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 2010.
6. Bernard J, Mittal V. Cerebellar-motor dysfunction in schizophrenia and psychosis-risk: the importance of regional cerebellar analysis approaches. *Front Psychiatry*. 2014 Nov; 5.

7. Teng Y, Chen C, Lou S, Wang W, Wu J, Ma H. Postural stability of patients with schizophrenia during challenging sensory conditions: implication of sensory integration for postural control. *PLoS One*. 2016 Jun; 11(6).
8. Catalán D. Fisioterapia en salud mental. Efectividad de una intervención fisioterapéutica en trastornos alimentarios. tesis doctoral. 2007.
9. Probst M, Skjaerven L, Parker A, Gyllensten A, IJntema R, Catalán-Matamoros D. International Organization of Physical Therapists in Mental Health (IOPTMH). *Fisioterapia*. 2016; 38(49).
10. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006; 35(2):7-11. Doi: 10.1093/ageing/aflo77
11. Potvin S, Stip E, Roy JY. Schizophrénie et toxicomanie: une relecture du concept d'automédication [Schizophrenia and addiction: An evaluation of the self-medication hypothesis]. *Encephale*. 2003; 29(3 Pt 1):193-203. PMID: 12876543
12. Simonienko K, Wygnał N, Cwalina U, Kwiatkowski M, Szulc A, Waszkiewicz N. The reasons for use of cannabinoids and stimulants in patients with schizophrenia. *Psychiatr Pol*. 2018;52(2):261-73. Doi:10.12740/PP/68472



Adaptación transcultural, validez y confiabilidad de la prueba de Evaluación de Desarrollo Infantil - EDI en Colombia

ODS al cual aporta el proyecto: **No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades

María Mercedes Naranjo Aristizábal | Magister en Neurorrehabilitación.

Correo electrónico: mmnaranjo@autonoma.edu.co

Luisa Matilde Salamanca Duque | Magíster en Desarrollo Infantil.

Correo electrónico: luisasalamanca@autonoma.edu.co

Luz Amalia Botero Montoya | Magíster en Gerencia de Entidades Sociales para el Desarrollo Local.

Correo electrónico: labotero@fan.org.co

Sandra Garnica López | Especialista en Gerencia de Proyectos Sociales.

Correo electrónico: s.garnica@fan.org.co

Luz María Velásquez Palacio | Especialista en Formulación de Proyectos Sociales.

Correo electrónico: lm.velasquez@fan.org.co

María Angélica Enciso Rodríguez | Máster en Tecnologías de la Comunicación Aplicadas a la Educación.

Correo electrónico: ma.enciso@fan.org.co

Yadira Henao Valencia | Licenciada en Educación Infantil.

Correo electrónico: y.henao@fan.org.co

■ Grupo de Investigación: **Cuerpo-Movimiento** ■

Palabras clave: niños, Desarrollo Infantil, evaluación.

Problema a resolver

Los procesos de evaluación y tamizaje del desarrollo en la población infantil son prioritarios en función de la atención oportuna y de calidad a la primera infancia, por ello es importante citar la ley 1804 de 2016 de la república de Colombia (29), la cual versa que el desarrollo integral requiere la interacción de variedad de actores, contextos y condiciones significativos para el potenciamiento de las capacidades y de la autonomía progresiva en los niños, además el desarrollo ocurre a lo largo del curso de vida y requiere acciones desde las políticas públicas que lo promuevan más allá de la primera infancia. Los niños deben vivir y disfrutar del más alto nivel posible de salud y de entornos favorecedores para el desarrollo (1), es por ello que se hace imperativo realizar evaluaciones adecuadas, completas y pertinentes a su proceso madurativo (2).

Por lo anterior, la evaluación del desarrollo infantil se constituye en pilar fundamental que determina las intervenciones necesarias para los niños, en función de favorecer su maduración y adaptación al medio a través de la potencialización de habilidades en diferentes áreas como la motora, psicoemocional, cognitiva, comunicativa, social, entre otras. Por lo anterior, se hace necesario contar con instrumentos evaluativos lo suficientemente válidos y confiables para evaluar el Desarrollo Infantil, como lo es la escala de evaluación del desarrollo EDI, la cual fue construida en la Ciudad de México, pero requiere procesos de adaptación y validación para poderla usar en la población colombiana. Desde esta intencionalidad, el proyecto que se presenta, respondió a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la validez de contenido y apariencia que permita la adaptación transcultural de la prueba EDI para Colombia?

Contexto del estudio

El Desarrollo Infantil se constituye en un elemento fundamental del ser humano, pues marca de manera crucial su potencial desempeño y funcionamiento en edades posteriores, la construcción de una base sólida para un desarrollo saludable durante los primeros años de vida es relevante tanto para el bienestar individual como social.

En este sentido, los avances en las neurociencias han determinado que los primeros años de vida son básicos para lograr las bases del desarrollo, en las cuales nuevas habilidades darán paso a otras competencias de manera secuencial, por ello, se debe invertir en mejorar el desarrollo infantil temprano, en función de obtener costo-efectividad para el desarrollo equitativo y sostenible en los países (3)

El grupo de trabajo canadiense sobre atención médica preventiva evaluó la evidencia sobre la efectividad del tamizaje poblacional de retraso del desarrollo en entornos de atención primaria, y generó una guía de recomendaciones sobre las herramientas de detección para identificar este problema. Esta guía recomienda que los proveedores de atención primaria deben permanecer vigilantes en el monitoreo del desarrollo de un niño en cada encuentro clínico y además debe enfocarse en confirmar el diagnóstico en los niños en quienes se sospecha alguna dificultad. En especial, los profesionales de la salud, deben permanecer atentos a los déficits en el rendimiento de los niños en términos de habilidades motoras gruesas y finas, cognición, habla y lenguaje, y habilidades personales y sociales (4). Los problemas relacionados con retraso en el desarrollo, describen habilidades por debajo del promedio en uno o más dominios, que además podrán acumularse durante toda la vida conllevando a dificultades de índole social y económica, de allí que sea un tema relevante para los médicos, padres, educadores y formuladores de políticas públicas (5).

En respuesta a lo anterior, la atención a la primera infancia representa la oportunidad para potencializar en los niños sus capacidades y adquirir las competencias necesarias para su desarrollo, lo que necesariamente deberá partir de procesos de evaluación del desarrollo, los cuales deben ser tan específicos que permitan generar intervenciones diferenciadas y apropiadas a cada caso, pues tal como lo reportan algunos estudios y reportes epidemiológicos son muchos los niños que llegan a su edad escolar presentando algún trastorno del desarrollo sin un diagnóstico previo y precoz, estando desprovistos de servicios y programas de intervención adecuados.

Por lo anterior, es necesario desarrollar procesos de tamizaje al desarrollo infantil. Al respecto, es importante reconocer que, si bien el juicio clínico de los profesionales de la salud, es importante para la detección de estos problemas, se hace necesario el uso de instrumentos estandarizados y basados en la norma, ya que se conoce que más del 30% de casos de niños con trastornos del desarrollo no son diagnosticados a tiempo (6), (7), esto conlleva a tratamientos tardíos que no favorecen un positivo y adecuado proceso de desarrollo, y consecuentemente escasos beneficios y desventajas socioeconómicas de las comunidades.

Tal como lo afirma Alcantud y otros (6) en los últimos años ha cobrado fuerza el desarrollo de sistemas de screening basados en respuestas de los principales cuidadores de los niños, las cuales son consistentes y concordantes con las evaluaciones clínicas, de allí que idealmente los instrumentos de evaluación del desarrollo infantil deban contener ambos aspectos: interrogatorio hacia padres y cuidadores que brinden información específica relacionada con factores de riesgo, de alarma, hitos del desarrollo y habilidades que tenga el niño, además de evaluaciones clínicas específicas del nivel madurativo alcanzado.

Romo-Pardo y colaboradores en 2012 realizaron una revisión sistemática de estudios de validación de pruebas de tamizaje de neurodesarrollo para menores de 5 años en Estados Unidos y Latinoamérica (8), e identificaron las siguientes:

para Estados Unidos, las escalas *Ages & Stages Questionnaires*, *Battelle Developmental Inventory* o Inventario de Desarrollo de Battelle, *Bayley Scales of Infant and Toddler Development*, *Brigance Early Childhood Screen*, *CAT/CLAMS Clinical Adaptative Test/ Clinical Linguistic and Auditory Milestone Scale*, *Child Development Inventory*, *Denver Development Screening Test*, *PEDS Parents Evaluation of Developmental Status*; para Latinoamérica la Escala de Evaluación del Desarrollo Psicomotor EEDP (Chile), Escala de Desarrollo Integral del Niño EDIN (Costa Rica), Neurodesarrollo Pediátrico NPED (Cuba), PRUNAPE (Argentina) y Test de Desarrollo Psicomotor TEPSI (Chile) (8).

El estudio como Alcantud et al (6), diseñó y consolidó un Sistema de Detección Precoz de los Trastornos del Desarrollo SDPTD, el cual se compone de 7 cuestionarios por rangos de edad y evalúa las áreas motriz, audición-comunicación-lenguaje, socio-emocional y cognitiva. El criterio de selección de los ítems del SDPTD cumple en más del 90%, es decir, los ítems representan las conductas usuales de los niños en el rango de edad correspondiente. Asimismo, se determinó que la mayoría de sus cuestionarios cumplen el criterio de representar un hito evolutivo del desarrollo en más del 90% de la población.

También cabe reconocer el estudio de Valentini et al., (9) en el cual se determinó la validez del Test de Desarrollo Motor Grueso en niños brasileños de 3 a 10 años de edad, los resultados de concordancia entre los expertos fueron sólidos con valores desde 0.75 a 0.97 y 0.98 a 1.00 para claridad de lenguaje y pertinencia, respectivamente.

Otra escala de evaluación de desarrollo infantil EDI desarrollada en México por un grupo de expertos en pediatría, neurología pediátrica y psicología,

Rizolli y colaboradores construyeron y validaron la prueba Escala de evaluación del desarrollo infantil EDI, con el propósito de obtener un instrumento confiable y fácil de aplicar desde los primeros niveles de atención. Es una prueba de tamizaje completa, puesto que integra elementos necesarios para la detección de problemas del neurodesarrollo (10). La determinación de las propiedades psicométricas de validez y confiabilidad, se realizaron a través de un estudio transversal observacional en México, utilizando como patrón de oro el inventario de desarrollo de Battelle 2ª edición, y a los menores de 42 meses adicionalmente se les aplicó la prueba diagnóstica Bayley III (11).

Participaron en el estudio niños entre 1 mes hasta 5 años de edad, clasificados de acuerdo con el tipo de riesgo así: niños con factores de riesgo biológico, niños con factores de riesgo ambiental y niños sin factores de riesgo aparentemente sanos, se excluyeron del estudio niños con enfermedades crónicas asociadas con retraso del desarrollo, enfermedades neurológicas conocidas, enfermedades metabólicas o síndromes genéticos asociados con retraso mental. Un médico general fue el encargado de administrar la prueba de tamizaje y un médico pediatra administró la prueba diagnóstica Battelle, ambos fueron cegados respecto a la otra evaluación. Primero se aplicó el instrumento de tamizaje

(prueba EDI) y después la prueba diagnóstica Battelle el mismo día, Bayley III se aplicó como máximo 7 días después de la aplicación del tamizaje.

El análisis de validación se realizó respecto a la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo, con intervalos de confianza de 95%. En cuanto a los resultados de validez se encontró una sensibilidad de 0.81 (IC 95%: 0.75-0.86), especificidad de 0.61 (IC 95%: 0.54-0.67), concordancia 0.70 (IC 95%: 0.66-0.74), la correlación parcial de las áreas del desarrollo entre la prueba de tamizaje y la prueba Bayley III (n =87) ajustada por grupo de edad del tamizaje fue la siguiente: área motor fino 0.468, motor grueso 0.441, lenguaje 0.508, social 0.336 y adaptativo 0.355 ($p \leq 0.001$) (14), lo que indica correlaciones moderadas para motricidad gruesa, fina y del lenguaje, y baja en social y adaptativo.

Por lo anterior, se evidenció la oportunidad de obtener la adaptación transcultural y validación de la prueba EDI para Colombia y así contar con un instrumento contextualizado para dirigir los procesos de evaluación y detección precoz en la infancia en el contexto colombiano. Lo anterior, tal como lo expresan diversos estudios, es necesario contar con instrumentos de evaluación del desarrollo que sean tan específicos como para generar intervenciones diferenciadas y apropiadas a cada caso; hoy en día aún son muchos los niños y niñas que llegan a su edad escolar presentando algún trastorno del desarrollo sin un diagnóstico previo y precoz, estando desprovistos de servicios y programas de intervención adecuados

En este sentido, la prueba EDI adaptada y validada para Colombia, resultado de la presente investigación, ofrece a los profesionales de la salud un instrumento para la detección oportuna a las alarmas o señales de riesgo para el desarrollo de los niños, así se podrán realizar intervenciones oportunas que favorezcan un entorno saludable a favor del crecimiento y desarrollo sanos de los niños.

Recomendaciones

Dirigidas a profesionales de la salud, la rehabilitación y la educación; quienes se interesen por procesos de desarrollo infantil como: médicos generales, médicos pediatras, médicos neurólogos, médicos fisiatras, psicólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, educadores. Personal del sector educativo y del sector salud, a nivel local, regional y nacional.

La adaptación transcultural de la prueba EDI para Colombia permitió obtener la prueba con características de constructo y de concepto similares a su versión original de México, conservando su estructura, composición y contenido. Este instrumento permitirá evaluar el desarrollo infantil de los niños en función de tamizajes y diagnósticos precoces que favorezcan la atención a la primera infancia, en tanto se promueva la disposición de recursos, la adecuada toma de decisiones y la intervención oportuna y de calidad.

La escala EDI para Colombia es una nueva herramienta para la evaluación del desarrollo infantil, por lo que se recomienda su uso tanto en el sector salud como educación, que permita generar conocimiento de la realidad del desarrollo de los niños de nuestro país.

Se considera relevante adelantar proyectos de investigación que, haciendo uso de la prueba EDI, permita determinar el nivel de desarrollo de los niños y su correlación con los otros aspectos que evalúa la prueba, como factores de riesgo, señales de alerta y de alarma y los factores contextuales.

Presentar ante entes gubernamentales, ICBF y otras instituciones de salud y de educación una propuesta de divulgación y capacitación en el uso de la prueba para la evaluación del desarrollo infantil.

Desarrollar nuevos proyectos intersectoriales y en alianza, entre sector educativo, salud y la Universidad Autónoma de Manizales, que favorezcan el diseño de proyectos de investigación y de desarrollo a favor del desarrollo en la primera infancia, que involucren el uso de la prueba.

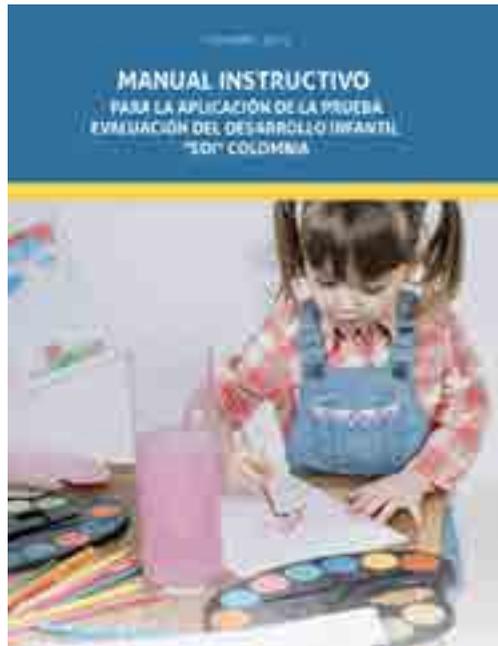


Imagen 1. Manual instructivo.

Referencias

1. Congreso de la República de Colombia. LEY No. 1804/ 2 DE AGOSTO DE 2016. Diario Oficial del Congreso 2016.
2. Choo YY, Yeleswarapu SP, How CH, Agarwal P. Developmental assessment: Practice tips for primary care physicians. Singapore Med J [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2020 Jun 30];60(2):57–62. Available from: /pmc/articles/PMC6395840/?report=abstract
3. Pérez-Escamilla R, Rizzoli-Córdoba A, Alonso-Cuevas A, Reyes-Morales H. Avances en el desarrollo infantil temprano: desde neuronas hasta programas a gran escala. Bol Med Hosp Infant Mex. 2017;74(2):86–97.
4. Tonelli M, Parkin P, Leduc D, Brauer P, Pottie K, Jaramillo Garcia A, et al. Recommendations on screening for developmental delay. CMAJ [Internet]. 2016 May 17 [cited 2020 Jun 30];188(8):579–87. Available from: <https://www.cmaj.ca/content/188/8/579>
5. Veldhuizen S. Systematic Screening for Developmental Delay in Early Childhood: Problems and Possible Solutions. Curr Dev Disord Reports [Internet]. 2016 Sep 7 [cited 2020 Jun 30];3(3):184–9. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40474-016-0090-x>

6. Alcantud, F: "Validez y fiabilidad del Sistema de Detección Precoz de los Trastornos del Desarrollo: 3 a 36 meses", *Revista Española de Discapacidad* 2015; 3 (1): 107-121.
7. Álvarez Gómez MJ, Soria Aznar J, Galbe Sánchez-Ventura J. Importancia de la vigilancia del desarrollo psicomotor por el pediatra de Atención Primaria: revisión del tema y experiencia de seguimiento en una consulta en Navarra. *Rev Pediatr Aten Primaria* [Internet]. 2009 [cited 2020 Jun 26];11:65–87. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1139-76322009000100005&script=sci_arttext&tlng=en
8. Romo-Pardo, B., Liendo-Vallejos, S., Vargas-López, G., Rizzoli-Córdoba, A., & Buenrostro-Márquez, G. (2012). Pruebas de tamizaje de neurodesarrollo global para niños menores de 5 años de edad validadas en Estados Unidos y Latinoamérica: revisión sistemática y análisis comparativo. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 69(6), 450-462.
9. Valentini NC, Zanella LW, Webster EK. Test of Gross Motor Development-third edition: Establishing content and construct validity for Brazilian children. *J Mot Learn Dev* [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2020 Jul 1];5(1):15–28. Available from: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jmld/5/1/article-p15.xml>
10. Rizzoli-Córdoba, A., Ortega-Ríosvelasco, F., Villasís-Keever, M. Á., Pizarro-Castellanos, M., Buenrostro-Márquez, G., Aceves-Villagrán, D., Muñoz-Hernández, O. Confiabilidad de la detección de problemas de desarrollo mediante el semáforo de la prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil: ¿es diferente un resultado amarillo de uno rojo?. *Boletín médico del Hospital Infantil de México* 2014;71(5):277-285.
11. Rizzoli-Córdoba, A., Schnaas-Arrieta, L., Liendo-Vallejos, S., Buenrostro-Márquez, G., Romo-Pardo, B., Carreón-García, J. et al. Validación de un instrumento para la detección oportuna de problemas de desarrollo en menores de 5 años en México. *Boletín médico del Hospital Infantil de México* 2013; 70(3):195-208.



Aplicación móvil de realidad virtual para el entrenamiento de la mano espástica. Reporte de caso

ODS al cual aporta el proyecto: **No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades

Mónica Yamile Pinzón Bernal | Fisioterapeuta, Magíster en Neurorrehabilitación.
Correo electrónico: myamile@autonoma.edu.co

Estudiantes Maestría en Neurorrehabilitación cohorte X UAM

Brenda Díaz-López

Yarely Rocío Herrera Sánchez

Luis Fernando Mendoza Cardozo

Pasantes Programa Delfín – México

Alexandra Zairabel López Vázquez

Correo electrónico: alexandraz.lopezv@autonoma.edu.co

Mairani Lizet Camacho-Pérez

Correo electrónico: mairanil.camachop@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Cuerpo Movimiento** ■

Palabras clave: *terapia en espejo, aplicación móvil, realidad virtual, hemiplejía, función motora.*

Problema a resolver

En la hemiparesia, la afectación de la función manual está asociada con dificultad en la ejecución de patrones selectivos de movimiento de tipo individual y bilateral, y aunque no está claro el potencial de recuperación, existen métodos de intervención que pueden disminuir los niveles de discapacidad (Castellanos, Pinzon, & Morera, 2017). Con respecto a lo anterior, dicho deterioro funcional en los pacientes se debe principalmente a la interrupción de la actividad inhibitoria de las neuronas motoras superiores que causa la espasticidad, debilidad y pérdida del control motor fino fraccionado de la mano que altera las actividades de la vida diaria (Zheng, Hua, & Feng, 2017).

Las tendencias actuales en neurorrehabilitación muestran las aplicaciones móviles como una opción importante de intervención para promover la función motora en adultos con hemiparesia, modalidad que en combinación con otros métodos convencionales, además de generar efectos en el movimiento, muestran impactos positivos en respuestas relacionadas como las funciones cognitivas, motivación y emociones (Zanier, Zoerle, Di Lernia, & Riva, 2018). Por su parte, la tecnología móvil a través de teléfonos inteligentes y tabletas son cada vez más utilizadas, permitiendo una mayor accesibilidad al tratamiento rehabilitador. Estos sistemas tienen como objetivo facilitar la ejecución de una tarea o asistir en gestiones diarias (Sanchez, Collado, & Cano de la Cuerda, 2015).

La realidad virtual (RV) se describe como “una forma avanzada de interfaz hombre-computadora que permite al paciente interactuar y sumergirse en un entorno generado por esta” (Zanier, Zoerle, Di Lernia, & Riva, 2018). De acuerdo con los enfoques experimentales basados en RV, se ha encontrado que ofrecen ventajas para las personas con compromiso motor severo y han demostrado una mejor motivación (Massetti, da Silva, & Crocetta, 2018). Asimismo, la terapia espejo crea una ilusión de movimiento normal del miembro afectado, ayudando a estimular la corteza premotora y el tracto corticoespinal por la visualización de movimientos realizados con el miembro menos afectado. De esta forma promueve la conexión y reclutamiento de las neuronas espejo (Castellanos, Pinzon, & Morera, 2017) que se activan a partir de la observación de movimientos en primera y tercera persona, facilitando la reorganización neuronal y produciendo resultados clínicos favorables (González, Manzano, & Muñoz, 2013). Retomando las ideas anteriores, la aplicación móvil *Mirror box Therapy VR*® logra fusionar dos herramientas de *feedback* visual que son la terapia en espejo y la realidad virtual, de tal forma que permite llevar al individuo a estar inmerso en actividades que se puedan realizar con esta estrategia, permitiendo de una forma novedosa estimular directamente las áreas cerebrales que controlan el movimiento y, desde allí, generar estímulos al miembro que se quiere trabajar (Yepes, 2018; Barbosa, Forero SM, & Galeano, 2019).

Por tanto, el objetivo de este estudio de caso fue determinar los cambios en la función motora de la mano espástica de un adulto con hemiparesia, a través el uso de una aplicación móvil de realidad virtual.

Contexto del estudio

Descripción del caso

Hombre de 29 años, con marcado déficit funcional y sensorial a nivel de miembro superior, asociado a secuelas generadas por un meningioma parieto-temporal izquierdo diagnosticado hace 13 años, abordado quirúrgicamente sin recidivas histológicas; sin embargo, presentó complicaciones como hidrocefalia, cefaleas constantes y aumento de la presión intracraneal, lo que requirió una nueva intervención hace tres meses.

Como secuelas del tumor se presentó una hemiparesia derecha de predominio braquial con marcada pérdida sensorial, déficit en la función motora de la mano y del miembro superior, así como compromiso secundario en su independencia funcional.

Pese a que el usuario ha asistido a diferentes procesos de rehabilitación desde la recesión del tumor, no ha presentado mejoría en la función de su miembro superior afectado, teniendo mayor compromiso de su mano, la cual no tiene ningún uso actualmente, por tanto, todas sus actividades de la vida diaria y laborales las realiza por compensación con su lado menos afectado.

En el momento de reportar este caso el participante presentó marcada limitación funcional en el miembro superior afectado evaluadas con la escala *Fugl Meyer Assessment* (Barbosa, Forero, & Galeano, 2019) presentando calificaciones disminuidas en la función motora de miembro superior, especialmente con relación a la función de la muñeca y mano y pruebas de sensibilidad, lo que significa un marcado compromiso de la función motora de la mano derecha para funciones voluntarias aprendidas, alteración de la sensibilidad y del rango pasivo de movimiento. Asimismo, la función cognitiva fue evaluada a través de la prueba *Trail Making Test* parte A, el cual mostró fallos en los patrones de unión de círculos de manera ascendente y aunque no levantó el lápiz, le tomó más de 50 segundos para la realización de ésta, lo que según la prueba lo califica con un comportamiento deficiente, mientras que la prueba de *Trail Making Test* parte B no pudo realizarla. La fuerza muscular se encontró al inicio de la prueba con marcada disminución medida con dinamómetro de fuerza (Hsieh, Lin, & Hsu, 2018) con un resultado de 10 libras de resistencia.

Instrumentos y métodos

El estudio cumplió con los principios éticos para la investigación en seres humanos consignados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) del año 2013 y por lo estipulado en la Resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, avalada por el comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Manizales (Acta No. 09 de julio de 2019). Una vez explicado al paciente el procedimiento y previa firma del consentimiento informado se inicia la intervención, la cual consistió en un proceso de entrenamiento a través del uso de la realidad virtual inmersiva aplicada a través de Gafas 3D Realidad Virtual VR Box Android® (Vr Box Virtual Reality Glasses (<http://www.vr-box.es/>), que fueron toleradas por el paciente a través de una prueba de aplicación antes al entrenamiento.

El programa de realidad virtual inmersiva se realizó mediante el uso de la aplicación móvil para *Android Mirror Box Therapy VR*® (12) durante 12 sesiones de entrenamiento con un tiempo de duración de 20 minutos y una distribución en bloques de trabajo de 4 sesiones, donde se aumentaba el grado de dificultad de la tarea y la demanda cognitiva. Antes y después de cada sesión de entrenamiento se hizo verificación de signos vitales, además se preguntó al usuario por los posibles efectos secundarios como mareo, cefalea e inestabilidad. Una vez terminada cada terapia se pidió al paciente cerrar los ojos para retirar las gafas e incorporarse 10 minutos después de terminada la actividad.

Recomendaciones

Dirigidas a fisioterapeutas interesados en el área de neurorrehabilitación, terapeutas ocupacionales, médicos y estudiantes interesados en el tema. Usuarios con hemiparesia con déficit considerable del uso de la mano más afectada.

Se recomienda realizar estudios relacionados a la sensibilidad como tacto suave y conciencia de la posición del segmento afectado, así como el uso de aplicaciones móviles en la intervención de pacientes con trastornos neurológicos innovando el arsenal de herramientas terapéuticas empleadas por los fisioterapeutas.

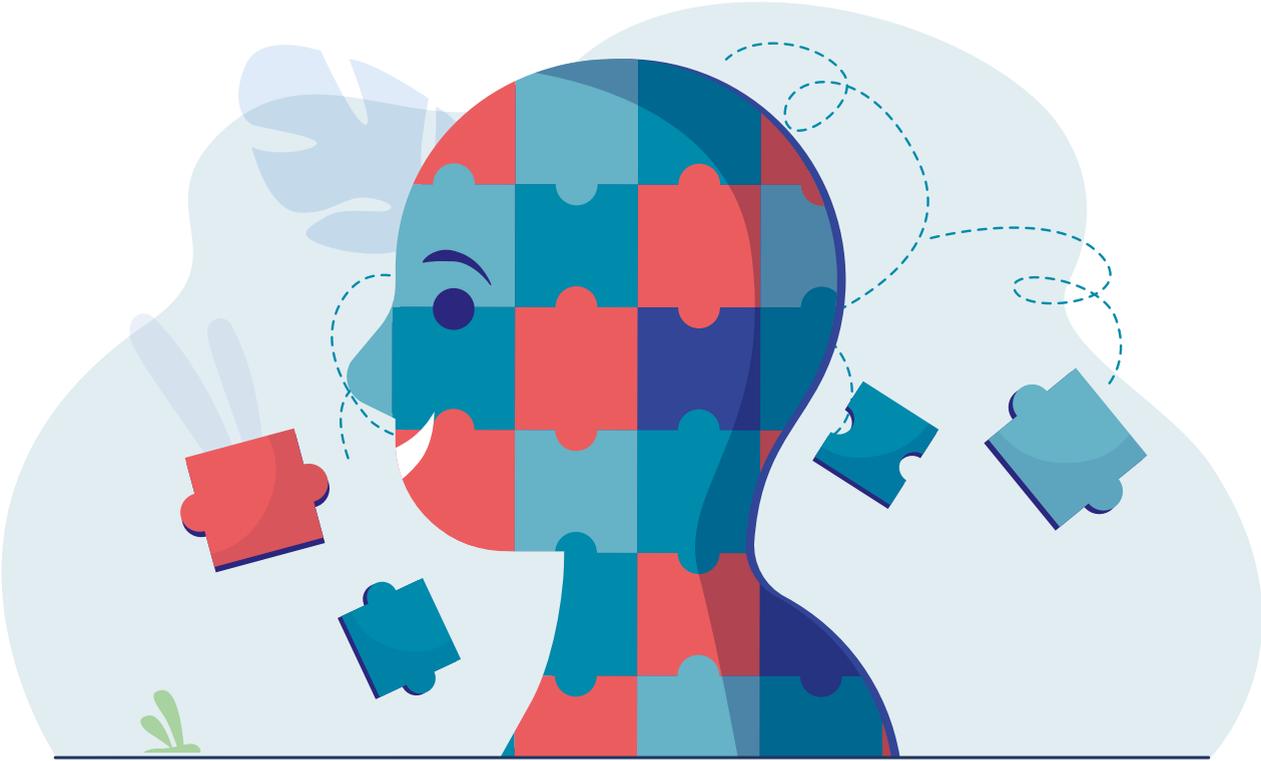
La fusión de la terapia espejo con RV tiene efectos beneficiosos a corto plazo en la función motora, velocidad y sensibilidad del paciente para la recuperación de la función motora pero además es claro que por tratarse de un sistema que se enfoca directamente en un proceso de entrenamiento orientado en una tarea, se puede evidenciar mejoría en la función cognitiva, global, así como en la función

física (Hsieh, Lin, & Hsu, 2018). En neurorehabilitación son una herramienta eficaz que motiva al usuario a un mejor desempeño durante las sesiones, ya que las terapias de rehabilitación tradicionales a menudo llevan mucho tiempo debido a la pérdida del interés del paciente y/o del déficit en recursos humanos. En relación con las afirmaciones anteriores se deben considerar que las necesidades de la persona son importantes para proporcionar una interacción funcional y obtener mejores resultados. De acuerdo con las situaciones expuestas los dispositivos de RV podrían utilizarse como una herramienta eficaz para motivar a los pacientes durante las sesiones de rehabilitación, para mejorar la orientación espacial y la atención en las actividades de la vida diaria.

Referencias

- Barbosa, N., Forero, S., & Galeano, C. (2019). Translation and cultural validation of clinical observational scales – the Fugl-Meyer assessment for post stroke sensorimotor function in Colombian Spanish. *Disabil Rehabil*, 41(19), 2317-2323.
- Castellanos, J., Pinzón, M., & Morera, D. (2017). Terapia en espejo para el tratamiento de la mano espástica del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática. *Revista Mexicana de neurociencias*, 18(2), 66-75.
- Castro, E., Eguía K, & Linares, L. (2016). Análisis bibliométrico : la terapia de espejo como estrategia de intervención desde la terapia ocupacional en el ámbito clínico. *Rev Cienc Salud*, 14(1), 63-74.
- González, G., Manzano, H., & Muñoz, T. (2013). Síndrome del miembro fantasma : aproximación terapéutica mediante el tratamiento espejo . Experiencia de un Servicio de Geriátría. *Rev Esp Geriatr Gerontol*, 48(4), 198-201.
- Hsieh, C., Lin, P., & Hsu, W. (2018). The Effectiveness of a Virtual Reality-Based Tai Chi Exercise on Cognitive and Physical Function in Older Adults with Cognitive Impairment. *Dement Geriatr Cogn Disord*, 46(5-6), 358-37
- Massetti, T., da Silva, T., & Crocetta, T. (2018). The Clinical Utility of Virtual Reality in Neurorehabilitation : A Systematic Review. 10, 1-18.
- Sánchez, M., Collado, S., & Cano de la Cuerda, R. (2015). Apps en neurorehabilitación. Una revisión sistemática de aplicaciones móviles. *Neurología*, 33(5), 313-326.
- Yepes, O. (2018). Obtenido de Mirror Box Therapy VR: [Http://play.google.com/store/app/details?id=como](http://play.google.com/store/app/details?id=como).

- Zanier, E. R., Zoerle, T., Di Lernia, D., & Riva, G. (2018). Virtual reality for traumatic brain injury. *Front Neurol.* 2018;9:345. *Front Neurol.*, 9, 345.
- Zheng, M. X., Hua, X. Y., & Feng, J. T. (2017). Trial of Contralateral Seventh Cervical Nerve Transfer for Spastic Arm Paralysis. *N Engl J Med.*, 378(1), 22-34.



Análisis multidimensional en una muestra de niños con Trastornos del Espectro Autista (TEA) y niños neurotípicos en la ciudad de Manizales

ODS al cual aporta el proyecto: **No. 3.** Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades

Luisa Matilde Salamanca Duque | Magíster en Desarrollo Infantil.

Correo electrónico: luisasalamanca@autonoma.edu.co

Carlos Andrés Naranjo Galvis | Doctor en Ciencias Biomédicas.

Correo electrónico: cang@autonoma.edu.co

Mary Orrego Cardozo | Doctora en Bioquímica y Biología Molecular.

Correo electrónico: maryorrego@autonoma.edu.co

Francia Restrepo de Mejía | Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

Correo electrónico: franciarestrepo@autonoma.edu.co

Laura Rocío Giraldo Torres | Fisioterapeuta. Magíster en Neurorehabilitación.

Correo electrónico: laura.giraldot@autonoma.edu.co

Juan Bernardo Zuluaga Valencia | Doctor en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

Correo electrónico: juanb@umanizales.edu.co

Jessica Valeria Sánchez López | Doctora en Ciencias Sociales, Niñez y Juventud.

Correo electrónico: jsanchez@umanizales.edu.co

Viviana Andrea Arboleda Sánchez | Psicóloga.

Correo electrónico: viviana_arboleda_s@yahoo.es

■ Grupos de Investigación: **Cuerpo-Movimiento / Neuroaprendizaje / Física y Matemáticas (Universidad Autónoma de Manizales). Psicología del desarrollo, Psicología Clínica y Procesos de Salud (Universidad de Manizales)** ■

Palabras clave: Trastorno del Espectro del Autismo, Citoquinas, Electrofisiología, Pruebas Neuropsicológicas, Destreza Motora.

Problema a resolver

El trastorno del espectro del autismo (TEA) es un desorden del neurodesarrollo caracterizado por dificultades en la comunicación, en la interacción social e intereses restrictivos con presencia de conductas estereotipadas repetitivas. Es en la actualidad un tema de interés en diferentes ámbitos, dado que su incidencia va en aumento.

El trastorno se hace evidente desde manifestaciones biológicas, cognitivas, comunicativas, comportamentales y sociales, de allí que pueda abordarse desde un modelo biopsicosocial de la discapacidad (Bölte et al., 2014) (Gan, Tung, Yeh, & Wang, 2013), en tanto su naturaleza compete elementos desde las dimensiones corporal, personal y social, enmarcadas dentro de unos factores contextuales personales y ambientales que lo determinan.

Desde el componente corporal, se identifica la asociación desde aspectos genéticos (Valencia et al., 2012) y disfunciones a nivel cerebral. El factor herencia se calcula en alrededor del 90% de los casos y tiene una recurrencia familiar significativa. El conocimiento de las causas genéticas de los TEA es fundamental para entender su posible etiología en nuestra población y diagnosticarlo en etapas tempranas del desarrollo.

A principio de la década de los 90 se descubrieron un tipo especial de células nerviosas que se activaban tanto en el momento en el que el sujeto realizaba una acción como cuando este observaba que la misma acción, o una similar, era realizada por otro (Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese, & Rizzolatti, 1992). Estas células cerebrales, las cuales también existen en los humanos, fueron denominadas “neuronas espejo” (Rizzolatti, Fadiga, Gallese, & Fogassi, 1996). Investigaciones realizadas con electroencefalografía (EEG) sugieren que existe una disfunción en el sistema de neuronas espejo (SNE) en las personas con TEA (Oberman et al., 2005) (Bernier, Aaronson, & McPartland, 2013). Es por esta misma razón que los registros electroencefalográficos pueden verse alterados en los sujetos con este tipo de diagnóstico.

Los problemas en los niños con TEA se evidencian en el componente personal y en todas las esferas del desarrollo, desde la dimensión cognitiva, son evidentes las características relacionadas con fallas en las funciones ejecutivas, conllevando a fallas en la organización, planificación y ejecución de acciones; desde el desarrollo motor, los niños con TEA experimentan una serie de dificultades motoras, posiblemente debido a anormalidades en el control y aprendizaje motor. Una revisión sistemática (Memari, Ghanouni, Shayestehfar, & Ghaheri, 2014), reconoce que niños con TEA tienen problemas en habilidades motoras gruesas y finas, en planeamiento motor, coordinación motora y praxias.

Procesos de investigación alrededor del TEA se hacen necesarios en función de obtener datos objetivos en relación con sus características desde los componentes biológicos, psicológicos, emocionales, sociales, entre otros.

En tal sentido, el proyecto pretendió responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las características multidimensionales en una muestra de niños con Trastornos del Espectro Autista y niños neurotípicos de la ciudad de Manizales?

Contexto del estudio

La naturaleza del TEA comprende elementos desde las dimensiones corporal, personal y social.

Desde la dimensión corporal, las alteraciones en estructuras corporales hacen evidentes las deficiencias en funciones mentales, sensoriales, de la voz, del sistema neuromusculo-esquelético y del movimiento, entre otras (Pan, Hwang, Simeonsson, Lu, & Liao, 2015), derivando diversas situaciones en el componente personal que determinan limitaciones en la actividad y restricciones en la participación.

Neurofisiología

Existe una gran variabilidad en cuanto a las manifestaciones conductuales en los niños con autismo, debido probablemente a las diferencias y al grado de afectación de las redes neuronales responsables de las conductas que presentan. Por otro lado, los niños con autismo muestran deficiencias cognitivas significativas en distintas áreas. Se han descrito alteraciones en el procesamiento cortical auditivo, en la atención conjunta, en la orientación involuntaria, en la modulación de la alerta, en el procesamiento del lenguaje y de caras, entre otros.

Las exploraciones neurofisiológicas, como los Potenciales Evocados Cognitivos y los Potenciales Relacionados a Eventos, permiten monitorizar los procesos cerebrales de forma no invasiva en tiempo real, así como medir directamente la totalidad de la dinámica espacio temporal de la activación neuronal asociada con una gran variedad de procesos cognitivos, por lo que pueden usarse de forma repetida y sin problemas en estudios longitudinales en niños. A lo largo de las dos últimas décadas se ha incrementado el uso de la neurofisiología con el fin de investigar las bases neurobiológicas del autismo.

El sistema de neuronas espejo es el conjunto de células cerebrales que le permiten a un sujeto captar, comprender y sentir como propias las acciones, sensaciones y emociones ajenas, poniéndolo en el lugar de otro (Rizzolatti et al.,

1996). Las neuronas espejo están asociadas a los comportamientos de empatía, imitación y reciprocidad socioemocional, realizando una representación mental de sus acciones, lo cual es la base del comportamiento social.

En el TEA se afecta la empatía, la imitación, la interpretación de intenciones, el juego de simulación y el aprendizaje del lenguaje; por esta razón, tras el descubrimiento de estas células cerebrales, investigadores han formulado la hipótesis de que las neuronas espejo corresponderían al circuito cerebral especializado en la cognición social y serían las responsables de la teoría de la mente que explica el autismo.

Perfil inmunológico

Dentro de las implicaciones biológicas, la comprensión de los mecanismos que provocan alteraciones en el funcionamiento del sistema inmunológico central y periférico está revelando el vínculo entre el sistema nervioso y el sistema inmunológico. Con respecto a la interacción inmune en los trastornos del espectro autista (TEA), las citocinas son pequeñas proteínas de señalización pleiotrópicas involucradas en una multitud de procesos biológicos que incluyen el desarrollo del sistema nervioso, la formación de redes sinápticas, la localización / migración celular en el sistema nervioso y funciones neurológicas superiores, incluidas la cognición y la memoria (Szachta et al., 2016). Cada citocina puede ser producida por un solo tipo de célula o por múltiples tipos de células. Las células T auxiliares se diferencian en tipos funcionales definidos por su patrón de producción y función de citocinas: células T auxiliares tipo 1 (Th1), células T auxiliares tipo 2 (Th2), T reguladoras y células Th17. Los niveles de citocinas pueden ayudar a proporcionar marcadores biológicos que faciliten el diagnóstico y la respuesta a tratamientos efectivos (Masi et al., 2017).

Cognición en el TEA

El estudio de la Teoría de la mente (ToM) pasó a ser un campo de interés para la psicología del desarrollo y las áreas cognitivas; en la actualidad, es de interés para la neuropsicología y la neurociencia cognitiva con enfoque social.

Los niños con autismo tienen graves problemas para teorizar acerca de la mente de los demás. Según Tirapu-Ustárroza et al., (2007) el concepto de ToM se refiere entonces a la habilidad para comprender y predecir la conducta de otras personas, sus conocimientos, sus intenciones y sus creencias. Al igual presentan dificultades en la interpretación de emociones básicas, la capacidad de captar el discurso metafórico, las mentiras o la ironía, la posibilidad de interpretar

emociones sociales complejas a través de la mirada o la cognición social y la empatía.

Las alteraciones de las funciones ejecutivas hacen parte de cuadros neurológicos y psicopatológicos que se manifiestan en problemas de conducta, dificultades en el lenguaje y aprendizaje. Para Soprano (2003), cuando se habla de funciones ejecutivas se incluyen habilidades que están estrechamente relacionadas a la capacidad de organizar y planificar una tarea, seleccionar apropiadamente los objetivos para la ejecución de un plan y sostenerlo hasta el final, inhibir las distracciones y cambiar de estrategias de modo flexible. En el caso específico de los niños con TEA las funciones ejecutivas están alteradas.

Trastornos del espectro autista y desarrollo psicomotor

Los niños con TEA evidencian fallas en la dimensión psicomotora, estas se pueden presentar desde edades tempranas (Lai, Lombardo, & Baron-Cohen, 2014). La literatura también reporta problemas sensoriomotores (Whyatt & Craig, 2013); los niños con TEA con frecuencia reportan fallas en motricidad gruesa y fina (Fournier, Hass, Naik, Lodha, & Cauraugh, 2010) presentando hipotonía e hiperlaxitud ligamentaria, estereotipias como aleteo de manos, rotación sobre sí mismos o en círculos, golpeteos, marcha alterada usualmente en patrón puntillas y torpeza motora en general, además de otros síntomas psicomotores dados por dificultades en el juego, manipulan los juguetes sin intencionalidad respecto a lo que representan, y prestan mínima atención y adaptabilidad en actividades funcionales y de la vida diaria.

Recomendaciones

El proyecto de investigación tiene como beneficiarios a los niños con TEA, en tanto se cuenta con información relacionada con diferentes características de su funcionamiento desde lo corporal, lo personal y lo social; igualmente se verán beneficiadas las familias de estos niños, puesto que se facilitarán -a mediano y largo plazo- los procesos de diagnóstico e intervención precoz y oportuna en función de mejores procesos de rehabilitación y adaptación de los niños y las niñas al medio. También cabe reconocer el beneficio para las instituciones de salud y de educación, ya que información real obtenida a partir de un estudio de investigación permitirá la toma de decisiones y, a mediano y largo plazo, determinar políticas públicas en relación con los procesos de intervención en niños con TEA.

Los resultados obtenidos desde el componente de neurofisiología aportan a los grupos poblacionales de niños con TEA, sus familias y el personal de la salud involucrado en el diagnóstico de la condición, debido a que se establecieron marcadores relacionados con el estudio del comportamiento de la actividad eléctrica cerebral en procesos de activación del sistema de neuronas y su disfunción en los niños con TEA, mediante el análisis de la desincronización relacionada a eventos con técnicas electrofisiológicas de bajo costo y en tiempo real.

Respecto al componente del perfil inmunológico, los resultados permitirán una mejor caracterización de los niños con TEA desde los mecanismos neuroinflamatorios, que contribuyen a una mejor comprensión de la patogenia, dando apertura a nuevas perspectivas de investigación para el diseño e implementación de medidas terapéuticas más eficaces en el manejo del TEA, que lleven a mejorar su calidad de vida y que contribuyan al diseño de nuevas políticas públicas en salud.

En relación con las características del desarrollo psicomotor, se encontró que más del 80% de la muestra tienen dificultades en el desempeño motor, especialmente en los factores de praxia gruesa, praxia fina y equilibrio; estos factores psicomotores son fundamentales para el desempeño funcional, adaptativo e independiente de los niños en sus actividades de la vida diaria a nivel del hogar, la escuela y el contexto social en general. Los problemas psicomotores que pueden presentar los niños con TEA hacen necesario llevar a cabo procesos de evaluación psicomotora sistemática en esta población, con el fin de tener diagnósticos precoces y, por lo tanto, diseñar y ejecutar intervenciones oportunas a favor del desempeño de los niños en sus múltiples actividades para su desarrollo integral. Estas recomendaciones son transversales a todos los actores que trabajan con los niños con TEA, entre ellos, el personal médico, de rehabilitación, educadores, padres de familia y cuidadores, quienes deben estar alertas de las posibles dificultades que presenten los niños y, por lo tanto, direccionar una intervención a tiempo.

Todos los resultados de la investigación han sido semilla para proyectos de Apropriación Social del Conocimiento, que a su vez son punto de partida para la caracterización de la discapacidad y sus comorbilidades en instituciones de educación básica de la ciudad de Manizales. Frente a esto cabe resaltar las actividades desarrolladas con familias de personas con discapacidad, maestros y directivos de instituciones educativas y divulgación de cartillas y documentos informativos en relación con los trastornos del desarrollo infantil y la discapacidad.



Imagen 1. Actividad de apropiación social del conocimiento en el Instituto DINA– Universidad de Manizales.

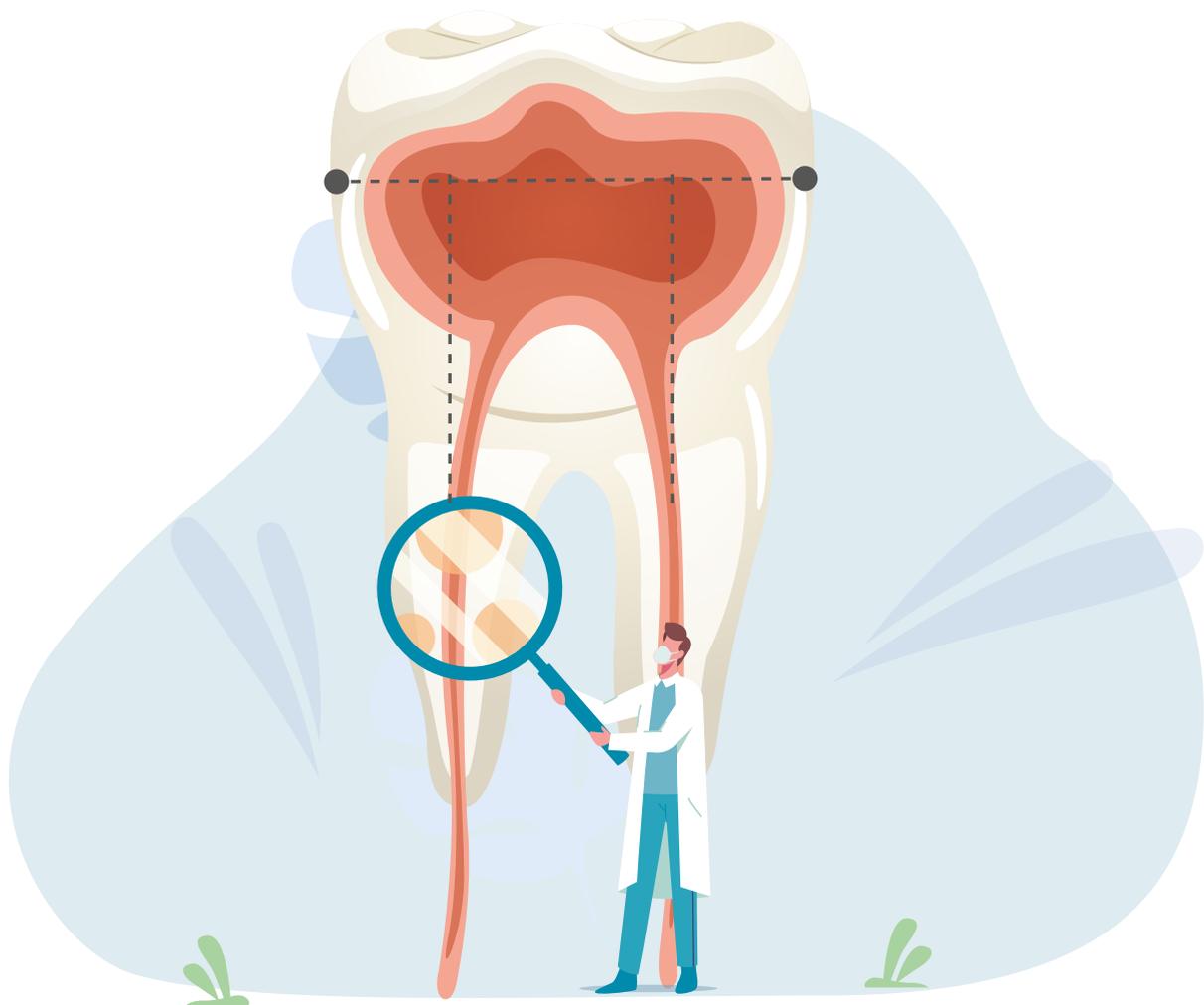
Referencias

- A Bernier, R., Aaronson, B., & McPartland, J. (2013). The role of imitation in the observed heterogeneity in EEG mu rhythm in autism and typical development. *Brain and Cognition*, 82(1), 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.BANDC.2013.02.008>
- Bölte, S., De Schipper, E., Robison, J. E., Wong, V. C. N., Selb, M., Singhal, N., Zwaigenbaum, L. (2014). Classification of functioning and impairment: The development of ICF core sets for autism spectrum disorder. *Autism Research*, 7(1), 167–172. <https://doi.org/10.1002/aur.1335>
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: a neurophysiological study. *Experimental Brain Research* 1992 91:1, 91(1), 176–180. <https://doi.org/10.1007/BF00230027>
- Fournier, K. A., Hass, C. J., Naik, S. K., Lodha, N., & Cauraugh, J. H. (2010). Motor coordination in autism spectrum disorders: A synthesis and meta-

- analysis. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 40(10), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s10803-010-0981-3>
- Gan, S.-M., Tung, L.-C., Yeh, C.-Y., & Wang, C.-H. (2013). ICF-CY based assessment tool for children with autism. *Disability and Rehabilitation*, 35(8), 678–685. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.705946>
- Lai, M. C., Lombardo, M. V., & Baron-Cohen, S. (2014). Autism. *The Lancet*, 383(9920), 896–910. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61539-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61539-1)
- Masi, A., Glozier, N., Dale, R., & Guastella, A. J. (2017). The Immune System, Cytokines, and Biomarkers in Autism Spectrum Disorder. *Neuroscience Bulletin*. Science Press. <https://doi.org/10.1007/s12264-017-0103-8>
- Memari, A. H., Ghanouni, P., Shayestehfar, M., & Ghaheri, B. (2014). Postural control impairments in individuals with autism spectrum disorder: A critical review of current literature. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(3), 1–7. <https://doi.org/10.5812/asjism.22963>
- O’Roak, B. J., Deriziotis, P., Lee, C., Vives, L., Schwartz, J. J., Girirajan, S., ... Eichler, E. E. (2011). Exome sequencing in sporadic autism spectrum disorders identifies severe de novo mutations. *Nature Genetics* 2011 43:6, 43(6), 585–589. <https://doi.org/10.1038/ng.835>
- Oberman, L. M., Hubbard, E. M., McCleery, J. P., Altschuler, E. L., Ramachandran, V. S., & Pineda, J. A. (2005). EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 190–198. <https://doi.org/10.1016/J.COGBRAINRES.2005.01.014>
- Pan, Y. L., Hwang, A. W., Simeonsson, R. J., Lu, L., & Liao, H. F. (2015). ICF-CY code set for infants with early delay and disabilities (EDD Code Set) for interdisciplinary assessment: A global experts survey. *Disability and Rehabilitation*, 37(12), 1044–1054. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.952454>
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131–141. [https://doi.org/10.1016/0926-6410\(95\)00038-0](https://doi.org/10.1016/0926-6410(95)00038-0)
- Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37, 44–50.
- Szachta, P., Skonieczna-Żydecka, K., Adler, G., Karakula-Juchnowicz, H., Madlani, H., & Ignýś, I. (2016). Immune related factors in pathogenesis of autism spectrum disorders. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 20(14), 3060–3072.
- Tirapu-Ustárroz, J., Pérez-Sayes, G., Erekatxo-Bilbao, M., & Pelegrín-Valero, C. (2007). ¿Qué es la teoría de la mente? - Dialnet. *Revista de Neurología*,

4(8), 479–489. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2279027>

- Valencia, A. V., Páez, A. L., Sampedro, M. E., Ávila, C., Cardona, J. C., Mesa, C., ... Bedoya, G. (2012). Evidencia de asociación entre el gen SLC6A4 y efectos epistáticos con variantes en HTR2A en la etiología del autismo en la población antioqueña. *Biomédica*, 32(4), 585–601. <https://doi.org/doi:10.7705/biomedica.v32i4.593>
- Whyatt, C., & Craig, C. (2013). Sensory-motor problems in Autism. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 51. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00051>



Configuración anatómica externa e interna de las raíces del primer molar inferior permanente con tomografía computarizada de haz de cono en una población colombiana 2018 - 2019

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades

Yolanda Grajales Garay | Especialista en Endodoncia.

Correo electrónico: yolanda.grajalesg@autonoma.edu.co

Laura Alejandra Marín Herrera | Especialista en Endodoncia.

Correo electrónico: laura.marinh@autonoma.edu.co

Didier Rodríguez Lezama | Especialista en Cirugía Oral.

Correo electrónico: dlezama@autonoma.edu.co

Carolina Zuluaga Guzmán | Especialista en Endodoncia.

Correo electrónico: carolona.zuluagag@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Salud Oral-INSAO** ■

Palabras clave: CBCT, molares inferiores, Anatomía radicular, conducto meso-central, raíz distal lingual accesoria.

Problema a resolver

El amplio conocimiento de la morfología interna radicular del primer molar mandibular inferior es importante para permitir el éxito en el tratamiento de endodoncia, debido a que una de las causas del fracaso del tratamiento es la incapacidad de identificar, ubicar y tratar el sistema de conductos (1); al igual que es motivo de fracaso tener conductos sin instrumentación por variaciones anatómicas y conductos perdidos (2). En condiciones de normalidad, la anatomía radicular del primer molar inferior presenta una raíz mesial y una distal, por lo general, presenta tres o cuatro conductos, dos mesiales y uno o dos distales. Se han observado variaciones anatómicas en el primer molar inferior, dentro de las cuales se encuentran el conducto mesial central (3) y una raíz distal lingual supernumeraria (*radix entomolaris*) (4). Estas variaciones han sido estudiadas en poblaciones europeas, asiáticas y latinoamericanas (5). Reconociendo que existen notables diferencias genéticas y étnicas entre grupos y que existe factores relacionados con la herencia y correspondencia morfológica de prevalencia y distribución en áreas geográficas específicas (6). El conocimiento de la morfología radicular y las variaciones anatómicas que pueden presentarse en este molar y el hallazgo del conducto mesial-central y la raíz distal lingual accesoria, influyen en éxito del tratamiento de conductos.

Se efectuó una investigación con población colombiana de la ciudad de Manizales, con la intención de identificar y clasificar la configuración anatómica interna del primer molar inferior, dado que diversos estudios han demostrado, que la morfología de los sistemas de conductos radiculares varía de acuerdo con la raza, información relevante que permitirá al profesional localizar e intervenir conductos durante el tratamiento de endodoncia, en relación con las características de la población (7).

Contexto del estudio

Carabelli en 1844 describió por primera vez la tercera raíz distal supernumeraria del primer molar mandibular a la cual la llamó “*Radix Entomolaris*” (8). En 1981 Pomeranz y colaboradores realizaron un estudio clínico y radiográfico para investigar la ocurrencia, instrumentación y obturación del conducto mesial medio en primeros y segundos molares inferiores, en donde encontraron que de 61 primeros molares inferiores 7 presentaron canal mesial medio (9). En 1984 Vertucci indicó que la configuración más común de la raíz mesial del primer molar inferior es dos conductos separados desde la cámara al ápice (tipo IV), seguida de dos conductos separados desde la cámara que se unen en el ápice (tipo II) y para la raíz distal la configuración más común es un solo conducto desde la cámara

hasta el ápice (tipo I) y dos conductos separados desde la cámara que se unen en el ápice (tipo II) (10)

En 2004 Moor estudió la raíz entomolaris y creó una clasificación de acuerdo con su ubicación en el tercio cervical (11). Chen YC (2009), mediante un estudio radiográfico determinó que la raíz distal lingual puede estar presente en el 9.9% en los primeros molares inferiores en una población Taiwanesa (12). En 2013 Golberg describió la anatomía interna del primer molar inferior, manifestando que presenta 2 raíces en el 97.5%, 3 conductos en el 56% y que su longitud promedio es 21mm, resultados similares a los presentados en el 2018 por Suleiman, quienes encontraron en dientes extraídos en una población en Tanzania que la longitud promedio del primer molar inferior es 21,7mm sin diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres. En el año 2015, los hallazgos de Nosrat, utilizando como herramienta principal el microscopio, determinaron que la edad juega un papel importante en la frecuencia con la que le encuentra el conducto mesial medio, 31.2% en menores de 20 años, 23.8% en personas entre los 21 y los 40 años y 3.8% en personas mayores de 40 años (13). Tomaszewska en 2018 presentó su investigación en molares mandibulares, esta vez en dientes usando micro CT en una población en Polonia combinado con un metanálisis. En una muestra de 108 primeros molares inferiores, la configuración más común para los conductos de la raíz mesial era el tipo IV Vertucci y tipo I en la raíz distal, también se observó en el metanálisis la presencia de una tercera raíz con más frecuencia en la población asiática (14).

Tomografía

En endodoncia, la CTCB (siglas en inglés de la tomografía computarizada de haz de cono: *Computed Tomography Cone Beam*) ofrece la imagen en tres dimensiones del espacio pulpar, siendo una herramienta para diagnosticar que ha resultado de gran ayuda, ya que le permite al endodoncista, especialmente en dientes multiradiculares, determinar la presencia de raíces y conductos supernumerarios, que de otra forma no podrían ser visualizados, y otras estructuras prácticamente invisibles en la radiografía periapical.

La tomografía computarizada de haz de cono fue creada en los años 90 y ha mejorado notablemente el porcentaje de aciertos comparada con la radiografía periapical, ya que es posible la observación de diferentes planos, lo cual supera el inconveniente de las dos dimensiones. La imagen tridimensional permite identificar con exactitud el tamaño y la ubicación de variaciones anatómicas y/o lesiones que, de no ser conocidas, dificultarían las intervenciones causando iatrogenias y complicaciones en el tratamiento (15).

El primer molar inferior se observa con la tomografía, analizando su morfología, en 2007, Tu. Mg. en una población taiwanesa, evaluó 166 primeros molares inferiores con CBCT, encontrando una prevalencia de 3 raíces en un 21.09%, de este porcentaje el 18.99% presento una raíz disto lingual. El mismo autor en el año 2009 realizó un estudio en una población taiwanesa, utilizando una muestra de 123 imágenes de tomografía computarizada de haz de cono, dando como resultado una prevalencia del 33.33% de primeros molares inferiores con 3 raíces y la raíz disto vestibular se observó en un 2.7% (16). Vierira observó imágenes tomográficas de 342 primeros molares en una población en Brasil, los resultados obtenidos fueron: 0.3% presentaron 2 canales, 75.1% 3 canales, 23.7% 4 canales y 0.9% 5 canales.

En 2017 Pérez, en España, realizó un estudio sobre la anatomía de las raíces y la configuración anatómica de molares inferiores en una población española usando CBCT, encontrando que la frecuencia de dos raíces en el primer molar es del 94%, y destacando una configuración de Vertucci tipo I para la raíz distal con gran variabilidad para la raíz mesial, en donde la mayoría de los casos tiene una configuración de Vertucci tipo II, seguida del tipo IV. Además, encontró la presencia de un tercer canal meso central con una prevalencia del 6.7% (17).

En 2018, Alswilem realizó una investigación retrospectiva en el cual se analizaron tomografías de 139 pacientes, de estos, 110 eran de Arabia Saudí, 15 de Jordania y 14 de Egipto. Los resultados arrojaron que en los participantes de Arabia Saudí fue común encontrar la presencia del conducto mesial medio en un 19%; en los participantes de Jordania no se detectó la presencia de este canal y en lo egipcios solo un paciente lo presentó (18).

En 2018, Bansal en una revisión sistemática en donde fueron seleccionados 79 artículos que estudiaban la morfología y prevalencia del canal medio en los molares mandibulares, según la etnia de la población, encontró que la prevalencia de canales medios en las distintas poblaciones osciló entre 0.26% y 53.8%, siendo más común encontrarlo en países como Turquía, India y Brasil y con menos prevalencia en China, España y Sudan. En este estudio representaron la distribución geográfica del conducto mesial medio, el cual ha sido reportado en poblaciones europeas, asiáticas, africanas, sudamericanas y norteamericanas, encontrando diferencias significativas en la incidencia de blancos (12,2%) y otras (29,4%) poblaciones brasileras y turcas, respectivamente (19). Pan y col, en 2019, determinaron la morfología radicular de dientes permanentes en una subpoblación de Malasia, encontraron en un 1.9% la presencia del conducto meso central en una muestra de 208 imágenes tomográficas (20).

Recomendaciones

Dirigidas a especialistas en endodoncia, cirugía oral periodoncia y rehabilitación. Odontólogos generales.

Estudiantes de Odontología y residentes de las especialidades.

Las presentes recomendaciones abarcan aspectos de la investigación para su aprovechamiento y mejoramiento del ámbito académico y metodológico.

La determinación de la configuración morfológica dental permitirá actualizar y capacitar a los profesionales de la odontología, con el propósito de generar tratamientos y pronóstico más predecibles. Nuevas investigaciones en la rama de la anatomía radicular en diferentes tipos de dientes y sus posibles variaciones, permiten lograr una terapia endodóntica exitosa y mejorar el pronóstico de los dientes tratados. Se recomienda dar a conocer los resultados obtenidos e invitar a realizar nuevos estudios a las diferentes ramas de la odontología

La propuesta metodológica se realizó a partir del análisis de imágenes tomográficas (CBCT); con la finalidad principal de observar las características anatómicas internas y externas dental, se recomienda realizar estudios en tomografías de 5x5, para mayor precisión en el detalle anatómico. Se recomienda la utilización de tomografías con ventanas pequeñas que proporcionen valores < o igual a 90 micras, tanto para endodoncia, como para cualquier especialidad que requiera valoración de zonas puntuales, dado que en este nivel de medición se puede visualizar mayor definición de estructuras y detalles, al igual que disminuye los niveles de exposición a radiación.

Debido a que Colombia es un país que posee una gran diversidad poblacional, se sugiere realizar estudios en sus diferentes regiones observando sus etnias, para así determinar similitudes o diferencias en las características anatómicas dentales.

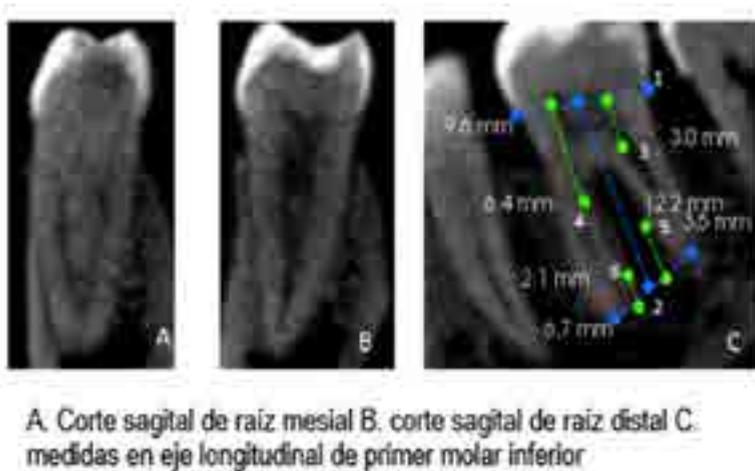
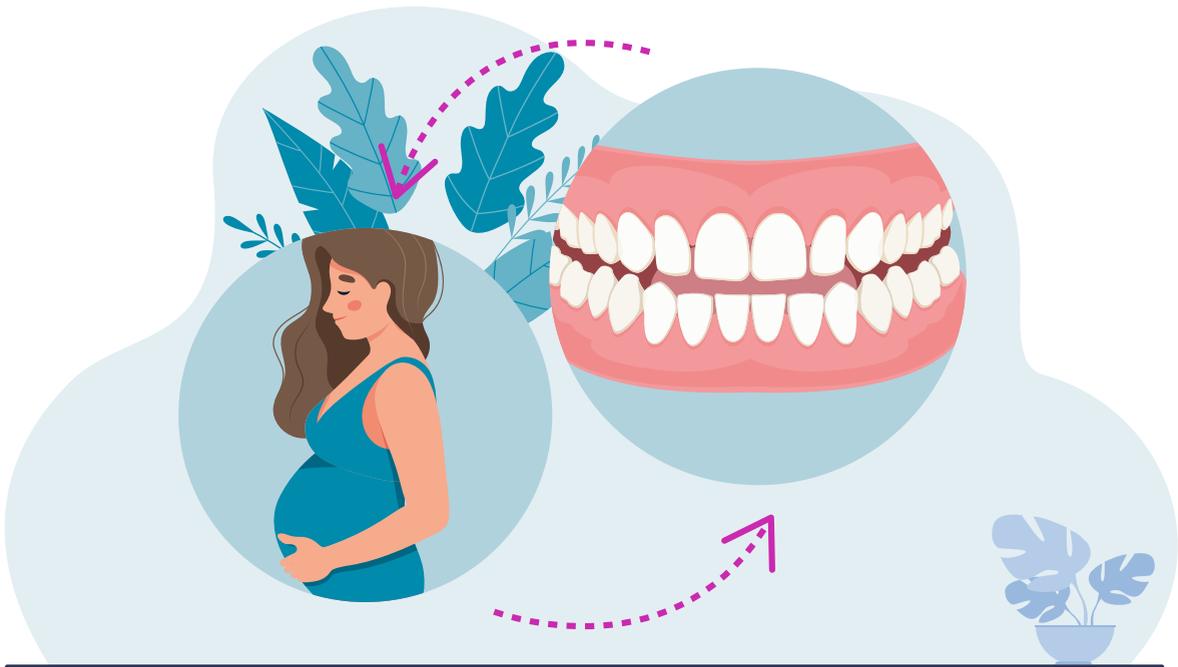


Imagen 1: Cortes referenciales para las medidas y análisis tomográfico de los primeros molares inferiores.

Referencias

1. Yamaguchi M, Noiri Y, Itoh Y, Komichi S, Yagi K, Uemura R, et al. (2018) Factors that cause Endodontic failures in general Practices in Japan. *BMC Oral Health* 18(1):70.
2. Chaurasiya S, Yadav G, Tripathi A, Dhinsa K. (2016). Endodontic Failures and its Management: A Review. *Int J Oral Health Med Res.*2(5):1 44-148.
3. Perlea P, Nistor C, Imre M, Gheorghiu I, Iliescu A. (2017). Middle Mesial canal of the permanent Mandibular first Molars: an Anatomical challenge directly related to the outcome of Endodontic Treatment. *Rom J Morphol Embryol.* 58(3):1083-1089.
4. Rodríguez Ballesteros L, Fortich Carballo R, Díaz Caballero A. (2011). Radix Entomolaris dificultad y reto Endodóntico. *Duazary.* 8(1):74-79.
5. Martins J, Marques D, Silva E, Caramês J, Versiani M. (2019). Prevalence studies on Root canal Anatomy using Cone-beam Computed Tomographic Imaging: A Systematic Review. *J Endod.* 45(4):372-386.e4.
6. Rodríguez C. (2004). La Antropología Dental y su importancia en el Estudio de los grupos Humanos Prehispánicos. *Rev. Antropol. Exper.* (4).
7. Madani Z, Mehraban N, Moudi E, Bijani A. (2017). Root and Canal Morphology of Mandibular Molars in a Selected Iranian Population using Cone-Beam Computed Tomography, *Iran Endod J.* 12(2):143-148.

8. Carabelli G. (1844). Systematic Manual of dentistry. 2nd ed. ed. *Vienna Austria: Braumuller and Serdel.*
9. Pomeranz H, Eidelman D, Goldberg M. (1981). Treatment considerations of the middle Mesial canal of Mandibular first and second Molars. *J Endod.* 7(12):565-568.
10. Vertucci F (1984). Root canal Anatomy of the Human Permanent Teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 58(5):589-599.
11. De Moor R, De Roose C, Calbersin F. (2004). The Radix Entomolaris in Mandibular First Molars: An Endodontic Challenge. *Int Endod J.* 37(11):789 – 799.
12. Chen Y, Lee Y, Pai S, Yang S. (2009). The Morphologic Characteristics of the Distolingual Roots of Mandibular First Molars in a Taiwanese Population. *J Endod.* 35(5):643-645.
13. Nosrat A, Deschenes R, Tordik P, Hicks M, Fouad A. (2015). Middle Mesial Canals in Mandibular Molars: Incidence and Related Factors. *J Endod.* 41:28-32.
14. Tomaszewska I, Skinningsrud B, Jarzebska A, Pekala J, Tarasiuk J, Iwanaga J. (2018). Internal and external Morphology of Mandibular Molars: An Original micro-CT Study and Meta-analysis with Review of Implications for Endodontic Therapy. *Clin Anat.* 31(6):797-811.
15. Lenguas Silva A, Ortega Aranegui R, Samara Shukein G, López Bermejo M. (2010). Tomografía Computarizada de haz de Cónico. Aplicaciones Clínicas en Odontología; Comparación con otras Técnicas. *Cient Dent.* 7(2):147 - 159.
16. Tu M, Huang H, Hsue S, Hsu J, Chen S, Jou M, et al. (2009). Detection of Permanent three-rooted Mandibular First Molars by Cone-Beam Computed Tomography Imaging in Taiwanese Individuals. *J Endod.* 35(4):503-507.
17. Pérez M, Ferrer C, Bravo M, Castelo P, Ruíz M, Baca P. (2017). Cone-beam Computed Tomographic Study of Root Anatomy and Canal Configuration of Molars in a Spanish Population. *J Endod.* 43(9):1511-1516.
18. Alswilem R, Abouonq A, Iqbal A, Alajlan S, Alam M. (2018). Three-Dimensional Cone-Beam Computed Tomography Assessment of Additional canals of Permanent first Molars: A Pinocchio for Successful Root canal Treatment. *J Int Soc Prev Community Dent.* 8(3):259-263.
19. Bansal R, Hegde S, Astekar M. (2018) Morphology and Prevalence of middle canals in the Mandibular Molars: A systematic review. *J Oral Maxillofac Pathol.* 22(2):216-226.
20. Pan J, Parolia A, Chuah S, Bhatia S, Mutalik S, Pau A. (2019) Root Canal Morphology of Permanent Teeth in a Malaysian subpopulation using cone-beam Computed Tomography. *BMC Oral Health.* 19(1):14.



Asociación entre partos pre-término y enfermedad periodontal en Bolivia, Chile y Colombia: estudio ecológico

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Brenda Yuliana Herrera-Serna | Doctora en Ciencias de la Salud.

Correo electrónico: bherrera@autonoma.edu.co

Olga Patricia López-Soto | Magíster en Epidemiología Clínica.

Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Paula Tatiana Chacón Arboleda | Magíster en Salud Pública - Especialista en Periodoncia.

Correo electrónico: tatianacha@autonoma.edu.co

Diego León Blandón Rendón | Especialista en Periodoncia.

Correo electrónico: diego.blandonr@autonoma.edu.co

Estefanía Alonso Galeano | Especialista en Periodoncia.

Correo electrónico: estefania.alfonsog@autonoma.edu.co

Laura Vanessa Salgado Yepes | Especialista en Periodoncia.

Correo electrónico: laura.salgadoy@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Salud Oral-INSAO** ■

Palabras clave: parto pre-término, enfermedades periodontales, embarazadas, salud oral.

Problema a resolver

Los estudios epidemiológicos muestran un aumento en el parto pre-término (PP) y bajo peso al nacer en todo el mundo. Según una revisión sistemática publicada en 2019 (Chawanpaiboon et al., 2019), el porcentaje de nacimientos pre-término en el mundo es de 10,6% (IC del 95%: 9-12). Más de 20 millones de bebés en todo el mundo nacen de forma prematura y con bajo peso asociado. Estos datos varían entre países y regiones, y los países menos desarrollados tienen tasas más altas de ambas condiciones (Blencowe et al., 2012). Considerando la alta prevalencia de PP, los esfuerzos para prevenir o reducir su incidencia parecen ser inadecuados, especialmente en la búsqueda de factores de riesgo y su control. Cada vez queda más claro que el estado de salud oral influye en la salud y el bienestar general. Así, la enfermedad periodontal se ha asociado con diversas alteraciones sistémicas (Tonetti et al., 2017) como son afecciones cardiovasculares (Martin-Cabezas et al., 2016), respiratorias (Scannapieco & Rethman, 2003) o endocrinas (Mawardi et al., 2015); especialmente dada su alta prevalencia en el mundo (Kassebaum et al., 2016) (prevalencia de 11.2% en 2015 IC del 95%: 9.2-12.5).

Dado que el impacto de tanto del PP como de la EP afecta de manera diferente a los contextos geográficos, y que la revisión en la literatura realizada no evidencia mayor información en la región de América Latina, se observa un vacío necesario de cubrir en aras de contar con información contextualizada y actualizada para la formulación de intervenciones adecuadas que van desde el ámbito individual con cada gestante que se tenga la posibilidad de tratar, hasta recomendaciones de acción a nivel poblacional. Dentro de la amplia diversidad que ofrece la región de América Latina entre y al interior de los países, se hace necesario tomar como referencia algunos contextos que presenten características distintivas, como son Bolivia, Chile y Colombia.

Contexto del estudio

El parto pre-término es un importante problema médico, social y económico que representa una gran proporción de la mortalidad y morbilidad neonatal. Al nacer, los bebés pre-término y de bajo peso tienen un alto impacto en el sistema de atención de salud y han afectado a las familias de los países desarrollados y en desarrollo. El riesgo de la mortalidad infantil es mayor con el aumento de la prematuridad, especialmente cuando el nacimiento ocurre antes de las 34 semanas de gestación (Chawanpaiboon & Al., 2019).

Hace más de 20 años, Offenbacher et al. (Offenbacher et al., 1996) proporcionaron la evidencia de una asociación entre patógenos periodontales y PP. Los investigadores descubrieron que el peso de los recién nacidos de las madres con enfermedad periodontal (EP) era significativamente más bajo que el peso de los bebés de las madres sin esta patología oral. Estimaron que el 18.2% de todos los casos de bajo peso al nacer y PP pueden atribuirse a enfermedad periodontal y especularon que esta patología en mujeres gestantes podría estar contribuyendo a más casos de resultados obstétricos adversos que fumar o consumir alcohol. La enfermedad periodontal se considera un problema de salud pública global basado en la magnitud de los datos epidemiológicos encontrados en diferentes grupos sociales y grupos geográficos (Peres et al., 2019) y su contribución a la carga mundial de las enfermedades no transmisibles (Batchelor, 2014), y en la actualidad, se ha demostrado que aproximadamente el 40% de las mujeres embarazadas tienen enfermedad periodontal (Tonetti et al., 2017).

Si bien para establecer causalidad, los estudios ecológicos no son el diseño indicado, la información poblacional de un lapso de 20 años sí ayuda a ampliar la información en una temática que ha tenido conclusiones contradictorias a partir de estudios primarios, como es la relación entre el parto pre-término y otros resultados adversos del embarazo con la enfermedad periodontal (Vivares-Builes & Et, 2018). Frente a las explicaciones para esta relación, se ha establecido que el embarazo acompaña a una serie de cambios significativos y complejos tanto para la madre como para su bebé en desarrollo. Estos cambios aumentan la susceptibilidad de la mujer a diversas infecciones, incluida la enfermedad periodontal. Así, varios estudios han intentado demostrar la conexión entre el microbioma oral y los resultados adversos del embarazo (Sánchez-Cantalejo et al., 2019). Las hormonas sexuales pueden provocar un cambio significativo en la composición del microbioma oral que conduce a disbiosis y una respuesta inmunitaria alterada (Cobb et al., 2017). Las infecciones periodontales crónicas pueden provocar respuestas inflamatorias tanto locales como sistémicas (Kayar et al., 2020). En el ciclo fisiopatológico del parto pre-término, el bajo peso al nacer, la preeclampsia y otras complicaciones del embarazo, la activación de las respuestas de las células inflamatorias maternas, la liberación de citocinas y la disbiosis en la microbiota oral pueden desempeñar un papel explicativo (Gil et al., 2019). También es importante considerar que la variabilidad en los datos obtenidos de los estudios hasta la fecha puede deberse a varios factores como el patrón dietético, la etnia, la ubicación geográfica y la metodología de investigación utilizada.

Recomendaciones

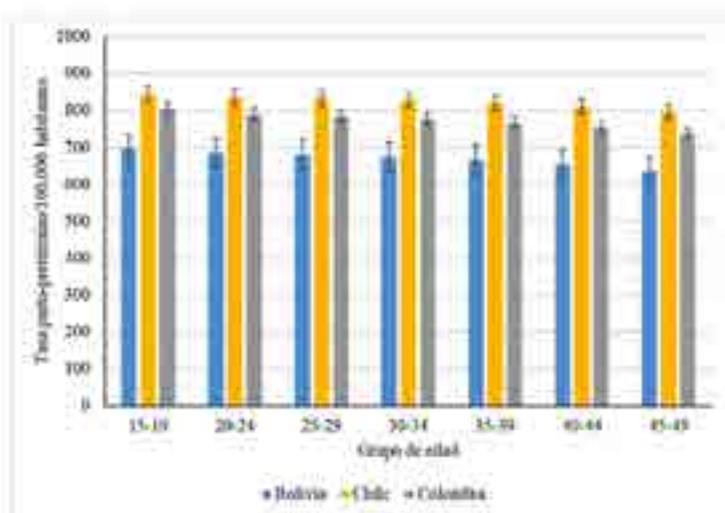
Dirigidas a médicos generales, médicos obstetras, enfermeras, odontólogos.

Los profesionales de la salud, de todas las áreas, pueden considerar fortalecer el trabajo multidisciplinario, no solo en el grupo de gestantes, sino en cada acercamiento que se tenga con la población. Los partos pre-término están en aumento y la enfermedad periodontal entre las mujeres parece estar fuera de control, por lo que se requiere reforzar esfuerzos entre el personal tratante.

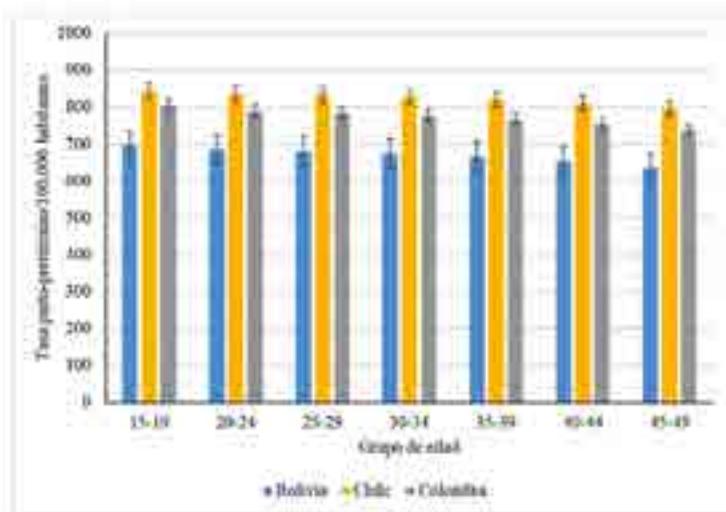
Los grupos de atención en salud pueden aprovechar cada momento de atención con las gestantes para generar una recordación relevante. Una madre gestante que recibe atención oportuna y de calidad, puede ser más susceptible de vincular a su hijo con los servicios de atención. Esto generaría adherencia a las recomendaciones de salud.

Los programas de formación de talento humano en salud requieren una perspectiva amplia, no solo a los avances tecnológicos, sino a aquellos temas que generan impacto a largo plazo en la comunidad, como es el trabajo en los primeros niveles de atención. A su vez, la formación de profesionales en salud oral requiere dar un peso innegociable a la inherencia de la salud oral en la salud general.

En las mesas de discusión de tomadores de decisiones se requiere evaluar la efectividad de los programas actuales de prevención de la enfermedad, y vincular en la asignación de recursos los temas de impacto como son los programas de salud oral.



Gráfica 1. Promedio de prevalencia de partos pre-término en Bolivia, Chile y Colombia por grupo de edad entre 2000 y 2020.



Gráfica 2. Promedio de prevalencia de enfermedad periodontal en Bolivia, Chile y Colombia por grupo de edad entre 2000 y 2020.

Referencias

- Batchelor, P. (2014). Is periodontal disease a public health problem? *Br Dent J*, 217(8), 405–409.
- Blencowe, H., Cousens, S., Oestergaard, M., & et al. (2012). National, regional and worldwide estimates of preterm birth. *Lancet.*, 379, 2162–2172.
- Chawanpaiboon, S., & Al., E. (2019). Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. *Lancet Glob Health*, 7, e37–46.
- Chawanpaiboon, S., Vogel, J., Moller, A., & et al. (2019). Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: A systematic review and modelling analysis. *Lancet Glob Health.*, 7, e37–e46.
- Cobb, C., Kelly, P., Williams, K., Babbar, S., Angolkar, M., & Derman, R. (2017). The oral microbiome and adverse pregnancy outcomes. *Int. J. Womens Health*, 9, 551–559.
- Gil, L., Mínguez, I., Caffesse, R., & Llambés, F. (2019). Periodontal Disease in Pregnancy: The Influence of General Factors and Inflammatory

- Mediators. *Oral Health Prev Dent.*, 17(1), 69–73. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a41981>
- Kassebaum, N., Bernabé, E., Dahiya, M., Bhandari, B., Murray, C., & Marcenes, W. (2016). Global burden of severe periodontitis in 1990–2015. *J Dent Res*, 93, 1045–1053.
- Kayar, N., Çelik, I., & Alptekin, N. (2020). Immune responses in women with periodontitis and preterm low birth weight: Levels of CD4+ and CD8+ T cells in gingival granulation tissue. *Archives of Oral Biology*, 109, 104551.
- Martin-Cabezas, R., Seelam, N., Petit, C., & Al., E. (2016). Association between periodontitis and arterial hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Am Heart J*, 180, 98–112.
- Mawardi, H., Elbadawi, L., & Sonis, S. (2015). Current understanding of the relationship between periodontal and systemic diseases. *Saudi Med J*, 36(2), 150–158.
- Offenbacher, S., Katz, V., Fertik, G., Collins, J., Boyd, D., Maynor, G., al Et, & Al., E. (1996). Periodontal infection as a possible factor for preterm low birth weight. *J Periodontol*, 67(10), 1103–1113. <https://doi.org/10.1902/jop.1996.67.10s.1103>
- Peres, M., Macpherson, L., Weyant, R., Daly, B., Venturelli, R., Mathur, M., Listl, S., Keller-Celeste, R., Guarnizo-Herreño, C., Kearns, C., Benizian, H., Allison, P., & Watt, R. (2019). Oral diseases: a global public health challenge. *Lancet*, 394, 249–260.
- Sánchez-Cantalejo, E., Ocaña-Riola, R., Stryhn, H., Christensen, J., Pérez-Molina, J. J., González-Cruz, M. J., & Panduro-Barón, J. G. (2019). State of the science: chronic periodontitis and systemic health. *Lancet*, 10(2), 1–7. <https://doi.org/10.1111/cdoe.12450>
- Scannapieco, F., & Rethman, M. (2003). The relationship between periodontal diseases and respiratory diseases. *Dent Today*, 22(8), 79–83.
- Tonetti, M. S., Jepsen, S., Jin, L., & Otomo-Corgel, J. (2017). Impact of the global burden of periodontal diseases on health, nutrition and wellbeing of mankind: A call for global action. *J Clin Periodontol*. 2017;1–7., 00, 1–7.
- Vivares-Builes, A. M., & Et, A. (2018). Gaps in knowledge about the association between maternal periodontitis and adverse obstetric outcomes: an umbrella review. *J Evid Base Dent Pract*, 18(1), 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2017.07.006>



Periodontitis, sobrepeso y obesidad: revisión narrativa

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Paula Tatiana Chacón Arboleda | Periodoncista.

Correo electrónico: tatianacha@autonoma.edu.co

Jorge Andrés Morales Velázquez | Periodoncista.

Correo electrónico: jorge.moralesv@autonoma.edu.co

Clara Eugenia Echeverry Cañas | Fisioterapeuta.

Correo electrónico: cecheverry@autonoma.edu.co

María Camila Torres Henao | Estudiante Especialización en Periodoncista.

Correo electrónico: maria.torresh@autonoma.edu.co

Manuela Olivares Duque | Estudiante Especialización en Periodoncia.

Correo electrónico: manuela.olivaresd@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **INSAO** ■

Palabras clave: *obesidad, sobrepeso, periodontitis.*

Problema a resolver

La obesidad y la periodontitis se encuentran entre los trastornos crónicos más comunes que afectan la población mundial (Linden, Lyons, and Scannapieco 2013). La obesidad se define como la acumulación de grasa anormal o excesiva que puede perjudicar la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el sobrepeso como un índice de masa muscular (IMC) ≥ 25 kg / m² y obesidad como un IMC ≥ 30 kg / m². La obesidad es responsable a nivel mundial de 3,4 millones de muertes, 3,9% de los años de vida perdidos y 3,8% de los años de vida ajustados por discapacidad (Ng et al. 2014).

Por su parte, la periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica multifactorial asociada con una biopelícula disbiótica y caracterizada por la destrucción progresiva de los tejidos de soporte dental (Meyle and Chapple 2015). La predisposición a la enfermedad periodontal es altamente variable y depende de la respuesta a los patógenos periodontales. El concepto etiológico actual identifica la enfermedad periodontal como una infección microbiana como causa principal (Socransky and Haffajee, 2005).

Estudios epidemiológicos sugieren que la obesidad está estrechamente asociada con la aparición de la enfermedad periodontal (Suvan et al., 2011). El aumento del índice de masa corporal (IMC), circunferencia de la cintura (CC), del porcentaje subcutáneo de la grasa corporal y de los niveles de lípidos séricos están asociados con un mayor riesgo de desarrollar periodontitis comparado con individuos de peso normal (Keller et al., 2015). Los mecanismos que vinculan la obesidad y la periodontitis no se comprenden aún completamente. Sin embargo, la obesidad cuenta con efectos biológicos que pueden estar relacionados con la patogenia de la periodontitis, es así como el TNF- y la IL-6 forman parte de la fisiopatología común en ambas enfermedades (Genco et al., 2005).

La obesidad es un factor decisivo o agravante para el inicio de una variedad de enfermedades no transmisibles, incluyendo enfermedades cardiovasculares, osteoartritis, diabetes tipo II y cáncer (Gažarová, Galšneiderová, and Mečiarová, 2019). Existen múltiples factores, incluyendo la genética, el nivel socioeconómico, el medio ambiente y las decisiones individuales, entre otros, que juegan un papel importante en la patogenia de la obesidad y que pueden modular la susceptibilidad o la resistencia del hospedero a la periodontitis (Genco and Borgnakke, 2013). Con el descubrimiento de posibles asociaciones entre la periodontitis y la salud sistémica; la investigación sobre la susceptibilidad a la periodontitis ha tomado un significado más amplio y significativo (Bouchard et al., 2017).

Contexto del estudio

Aunque algunos estudios describen una asociación entre periodontitis y obesidad (Keller et al., 2015; Ng et al. 2014; Martens et al., 2017), otros no han encontrado relación alguna entre las dos condiciones de salud (Han et al., 2010) (13), por lo cual no existe consenso en el tema. El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión de la literatura actualizada, en especial las revisiones sistemáticas en el tema de la asociación entre el sobrepeso/ obesidad y su relación con el estado periodontal en pacientes adultos, aun considerándose que deben existir hallazgos investigativos contradictorios cuando se afirma la existencia de una asociación y no se determina con exactitud la magnitud de la fuerza de correlación de ésta.

Recomendaciones

Dirigidas principalmente a especialistas en el área de la periodoncia, a odontólogos generales y a especialistas de otras áreas de la odontología.

Los autores recomiendan realizar más estudios que incluyan otras variables como medidas corporales, marcadores moleculares y realizar el examen periodontal completo estandarizado con sonda periodontal universal, y para el diagnóstico, seguir las indicaciones del *World Workshop* de periodoncia más reciente.

Referencias

- Bouchard, Philippe, Maria Clotilde Carra, Adrien Boillot, Francis Mora, and H el ene Rang e. 2017. "Risk Factors in Periodontology: A Conceptual Framework." *Journal of Clinical Periodontology* 44(2):125–31.
- Culebras-Atienza, Elena, Francisco Javier Silvestre, and Javier Silvestre-Rangil. 2018. "Possible Association between Obesity and Periodontitis in Patients with down Syndrome." *Medicina Oral Patologia Oral y Cirugia Bucal* 23(3):e335–43.

- Fleming, Tom. et al.. 2014. "Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults during 1980-2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013." *The Lancet* 384(9945):766–81.
- Gažarová, Martina, Mária Galšneiderová, and Lucia Mečiarová. 2019. "Obesity Diagnosis and Mortality Risk Based on a Body Shape Index (ABSI) and Other Indices and Anthropometric Parameters in University Students." *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 70(3):267–75.
- Genco, Robert J., and Wenche S. Borgnakke. 2013. "Risk Factors for Periodontal Disease." *Periodontology 2000* 62(1):59–94.
- Genco, Robert J., Sara G. Grossi, Alex Ho, Fusanori Nishimura, and Yoji Murayama. 2005. "A Proposed Model Linking Inflammation to Obesity, Diabetes, and Periodontal Infections." *Journal of Periodontology* 76(11-s):2075–84.
- Han, Dong Hun, Sin Ye Lim, Bo Cheng Sun, Do Myung Paek, and Hyun Duck Kim. 2010. "Visceral Fat Area-Defined Obesity and Periodontitis among Koreans." *Journal of Clinical Periodontology* 37(2):172–79.
- Keller, Amélie, Jeanett F. Rohde, Kyle Raymond, and Berit L. Heitmann. 2015. "Association Between Periodontal Disease and Overweight and Obesity: A Systematic Review." *Journal of Periodontology* 86(6):766–76.
- Linden, Gerard J., Amy Lyons, and Frank A. Scannapieco. 2013. "Periodontal Systemic Associations: Review of the Evidence." *Journal of Periodontology* 84(4-s):S8–19.
- Martens, L., S. De Smet, M. Y. P. M. Yusof, and S. Rajasekharan. 2017. "Association between Overweight/Obesity and Periodontal Disease in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis." *European Archives of Paediatric Dentistry* 18(2):69–82.
- Meyle, Joerg, and Iain Chapple. 2015. "Molecular Aspects of the Pathogenesis of Periodontitis." *Periodontology 2000* 69(1):7–17.
- Socransky, Sigmund S., and Anne D. Haffajee. 2005. "Periodontal Microbial Ecology." *Periodontology 2000* 38:135–87.
- Suvan, Jean, Francesco D’Aiuto, David R. Moles, Aviva Petrie, and Nikos Donos. 2011. "Association between Overweight/Obesity and Periodontitis in Adults. A Systematic Review." *Obesity Reviews* 12(5):381–404.



Trastornos del sueño y eventos de bruxismo después de la colocación de un dispositivo de avance mandibular para el control del ronquido

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Olga Patricia López Soto | Odontóloga, Magíster en Epidemiología Clínica.

Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Juan Alberto Aristizábal Hoyos | Odontólogo Rehabilitador Oral.

Correo electrónico: jaristi@autonoma.edu.co

Jackeline Mulett Vásquez | Odontóloga Ortodoncista.

Correo electrónico: jmulett@autonoma.edu.co

Francia Restrepo de Mejía | Médica Fisiatra.

Correo electrónico: francia46@gmail.com

Andrea Marulanda Arboleda | Residente del posgrado de Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: andrea.marulandaa@autonoma.edu.co

Margarita María Obando Rodas | Residente del posgrado de Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: margarita.obandor@autonoma.edu.co

Stefania Bautista Núñez | Residente del posgrado en Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: stefania.bautistan@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Salud Oral -INSAO / Neuroaprendizaje** ■

Palabras clave: bruxismo del sueño, férulas oclusales, ronquido, trastornos del sueño.

Problema a resolver

Los trastornos del sueño (TS) se refieren a una gran variedad de enfermedades que afectan la fisiología del sueño, la calidad del sueño y/o su duración. (Carra et al., 2017). En general, los TS son altamente prevalentes en la población adulta, con un 20-40% de individuos que reportan estar afectados (Botros et al., 2009). La evidencia científica publicada sugiere que los “trastornos del sueño” pueden inducir alteraciones en los sistemas metabólico, endocrino, inmunitario e inflamatorio con un aumento en el riesgo cardio-metabólico del paciente, asociado a unas consecuencias importantes a nivel de la salud pública. Uno de los trastornos del sueño más prevalentes en la población en general es el ronquido, alteración que puede tener consecuencias sociales y de salud graves (Ramar & Olson, 2011). El Bruxismo del Sueño (BS) puede presentarse concomitantemente con los trastornos del sueño (Jokubauskas & Baltrušaitytė, 2017a). El papel de la respiración en el origen del bruxismo no está plenamente comprendido, pero la evidencia investigativa sugiere que puede ser relevante en algunos individuos que registran una actividad muscular masticatoria rítmica durante respiraciones prolongadas. El control entonces de las alteraciones de estos eventos respiratorios, como el ronquido, puede tener también un efecto sobre el BS.

El ronquido es un fenómeno complejo: diferente en niños y adultos, en pacientes apnéicos frente a no apnéicos, en roncadores ligeros frente a pesados, en respiradores nasales frente a respiradores orales (Liistro et al., 1991). El ronquido está acompañado invariablemente por la limitación del flujo y el colapso faríngeo parcial. Uno de los tratamientos para el ronquido y/o la apnea obstructiva del sueño leve es la colocación de un dispositivo de avance mandibular (DAM) (Ishiyama et al., 2019) que adelanta la mandíbula unos milímetros consiguiendo que la vía aérea permanezca permeable durante el sueño.

Los métodos de investigación contemporáneos han permitido el estudio de innumerables sistemas fisiológicos relacionados con el sueño, como la actividad cerebral, la actividad muscular, la función cardíaca y la respiración, proporcionando un mayor entendimiento del BS. Las investigaciones que se han realizado en este tema se centran en el efecto de los DAM en cuanto a su acción sobre la respiración durante el sueño, pero sin considerar su efecto en las parasomnias y en la producción de eventos de bruxismo durante el sueño. El propósito del presente proyecto fue determinar la prevalencia de los trastornos del sueño y de los eventos de bruxismo antes y después de la colocación de un DAM para el control del ronquido.

Contexto del estudio

Los trastornos del sueño se definen como un grupo de síndromes caracterizados por la alteración en la cantidad, calidad y tiempo de sueño del individuo, y por las conductas o condiciones fisiológicas asociadas al sueño.

Las alteraciones del sueño son muy comunes en la población general (Hombali et al., 2019). La prevalencia de los síntomas de los trastornos del sueño varía entre el 41% y el 52% en todo el mundo, siendo los síntomas más generalizados el insomnio, seguido de somnolencia diurna excesiva, pesadillas, dificultad para conciliar el sueño o mantener el sueño, mala calidad del sueño, hablar dormido, caminar dormido y apnea obstructiva del sueño (Stubbs et al., 2016).

Las manifestaciones de los trastornos del sueño también consideran las pausas respiratorias, el sueño inquieto con múltiples micro despertares, el dolor de cabeza matutino, los déficits neurocognitivos, los cambios de personalidad, la disminución de la libido, la depresión y la ansiedad, manifestaciones que pueden desencadenar alteraciones emocionales, sociales, laborales y maritales (Ferguson et al., 2006).

Los trastornos respiratorios durante el sueño son particularmente frecuentes y comprenden eventos respiratorios que van desde el ronquido hasta el síndrome de resistencia de la vía aérea superior y pueden llegar hasta la apnea obstructiva del sueño (AOS). El ronquido se define específicamente como un ruido respiratorio, causado por la vibración y el colapso parcial del tejido blando en la vía aérea superior (Ramar & Olson, 2011). Es muy común y se ha informado que la prevalencia habitual evaluada subjetivamente varía del 10 al 60% de la población general en ausencia de apnea obstructiva del sueño (AOS) (Schlosshan & Elliott, 2004).

Los trastornos respiratorios durante el sueño como el ronquido y al apnea obstructiva son considerados nuevos factores de riesgo para el bruxismo del sueño (Jokubauskas & Baltrušaitytė, 2017b). La hipoxia transitoria se ha descrito como un factor potencialmente asociado con la aparición de episodios de bruxismo (Tan et al., 2019). También se ha observado una correlación positiva entre bruxismo fásico y la saturación baja de oxígeno y entre bruxismo fásico y el índice de desaturación de oxígeno; estos hallazgos confirman la asociación entre la hipoxia y el bruxismo del sueño. (Martynowicz et al., 2019)

Según la Academia Americana de Medicina del Sueño, el bruxismo del sueño se define como un trastorno de movimiento que ocurre al dormir en la noche y se caracteriza por rechinar y apretar los dientes. Las causas del bruxismo son multifactoriales y principalmente de origen central (Kostrzewa-Janicka et al., 2015). El BS se considera una actividad muscular masticatoria durante el sueño que se caracteriza por ser rítmica (fásica) o no rítmica (tónica) (da Costa Lopes et al., 2020).

Uno de los tratamientos para el ronquido y /AOS leve es la colocación de un dispositivo de avance mandibular (DAM) (Lee et al., 2018) que reposiciona hacia adelante la mandíbula para ampliar la dimensión lateral de la faringe, estabilizar el hueso hioides y el paladar blando, estirar los músculos de la lengua y evitar la rotación posterior de la mandíbula, como resultado se obtiene una disminución de los eventos de ronquido y/o una reducción del índice de apnea-hipopnea, mejorando tanto la calidad del sueño como la actividad laboral (Bartolucci et al., 2019). Es importante determinar que implicaciones podría tener el uso de estos DAM en los trastornos y eventos de bruxismo del sueño.

Recomendaciones

Dirigidas a fisiatras, otorrinos, odontólogos generales, especialistas en ortodoncia o en rehabilitación oral.

La valoración de un paciente con problemas de ronquido que recibe un dispositivo de avance mandibular para su control requiere un conocimiento de la complejidad del proceso fisiológico del sueño. El ronquido no puede ser la única la condición que deba ser controlada al aplicar esta clase de tratamiento. Es indispensable que la terapéutica con dispositivos de avance mandibular incluya un monitoreo de los trastornos del sueño incluyendo el insomnio y la higiene del sueño. El profesional debe monitorear la relación innegable entre las alteraciones respiratorias y el bruxismo del sueño para vigilar su aparición o evolución.

La colocación de un dispositivo de avance mandibular para el control del ronquido podría alterar la duración de las etapas del sueño, aumentar el número de micro-despertares y aumentar los eventos de bruxismo durante el sueño, por lo que se debe vigilar la somnolencia diurna y las eventuales parasomnias que puedan aparecer en los pacientes que reciben esta terapéutica.

El paciente con problemas de ronquido debe ser tratado por un equipo multidisciplinario por lo que siempre se debe procurar un trabajo colaborativo entre médicos, odontólogos, fisiatras, fonoaudiólogos y otorrinos.

Referencias

- Bartolucci, M. L., Bortolotti, F., Martina, S., Corazza, G., Michelotti, A., & Alessandri-Bonetti, G. (2019). Dental and skeletal long-term side effects of mandibular advancement devices in obstructive sleep apnea patients: A systematic review with meta-regression analysis. In *European Journal of Orthodontics* (Vol. 41, Issue 1, pp. 89–100). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjyo36>
- Botros, N., Concato, J., Mohsenin, V., Selim, B., Doctor, K., & Yaggi, H. K. (2009). Obstructive Sleep Apnea as a Risk Factor for Type 2 Diabetes. *American Journal of Medicine*, 122(12), 1122–1127. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2009.04.026>
- Carra, M. C., Schmitt, A., Thomas, F., Danchin, N., Pannier, B., & Bouchard, P. (2017). Sleep disorders and oral health: a cross-sectional study. *Clinical Oral Investigations*, 21(4), 975–983. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1851-y>
- Da Costa Lopes, A. J., Cunha, T. C. A., Monteiro, M. C. M., Serra-Negra, J. M., Cabral, L. C., & Júnior, P. C. S. (2020). Is there an association between sleep bruxism and obstructive sleep apnea syndrome? A systematic review. *Sleep and Breathing*, 24(3), 913–921. <https://doi.org/10.1007/s11325-019-01919-y>
- Ferguson, K. A., Cartwright, R., Rogers, R., & Schmidt-Nowara, W. (2006). Oral appliances for snoring and obstructive sleep apnea: A review. In *Sleep* (Vol. 29, Issue 2, pp. 244–262). American Academy of Sleep Medicine. <https://doi.org/10.1093/sleep/29.2.244>
- Grandner, M. A., Sands-Lincoln, M. R., Pak, V. M., & Garland, S. N. (2013). Sleep duration, cardiovascular disease, and proinflammatory biomarkers. In *Nature and Science of Sleep* (Vol. 5, pp. 93–107). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/NSS.S31063>
- Hombali, A., Seow, E., Yuan, Q., Chang, S. H. S., Satghare, P., Kumar, S., Verma, S. K., Mok, Y. M., Chong, S. A., & Subramaniam, M. (2019). Prevalence and correlates of sleep disorder symptoms in psychiatric disorders. *Psychiatry Research*, 279, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2018.07.009>
- Ishiyama, H., Hasebe, D., Sato, K., Sakamoto, Y., Furuhashi, A., Komori, E., & Yuasa, H. (2019). The efficacy of device designs (Mono-block or bi-block) in oral appliance therapy for obstructive sleep apnea patients: A systematic review and meta-analysis. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 16, Issue 17). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph16173182>

- Jokubauskas, L., & Baltrušaitytė, A. (2017a). Relationship between obstructive sleep apnoea syndrome and sleep bruxism: a systematic review. In *Journal of Oral Rehabilitation* (Vol. 44, Issue 2, pp. 144–153). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/joor.12468>
- Jokubauskas, L., & Baltrušaitytė, A. (2017b). Relationship between obstructive sleep apnoea syndrome and sleep bruxism: a systematic review. In *Journal of Oral Rehabilitation* (Vol. 44, Issue 2, pp. 144–153). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/joor.12468>
- Kostrzewa-Janicka, J., Jurkowski, P., Zycinska, K., Przybyłowska, D., & Mierzwińska-Nastalska, E. (2015). Sleep-related breathing disorders and bruxism. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 873, pp. 9–14). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/5584_2015_151
- Lee, J. S., Choi, H. I., Lee, H., Ahn, S. J., & Noh, G. (2018). Biomechanical effect of mandibular advancement device with different protrusion positions for treatment of obstructive sleep apnoea on tooth and facial bone: A finite element study. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(12), 948–958. <https://doi.org/10.1111/joor.12709>
- Liistro, G., Stănescu, D., Veriter, C., Rodenstein, D., & Aubert-Tulkens, A. (1991). Pattern of snoring in obstructive sleep apnea patients and in heavy snorers. *Sleep*, 14(6), 517–525. <https://doi.org/10.1093/SLEEP/14.6.517>
- Martynowicz, H., Gac, P., Brzecka, A., Poreba, R., Wojakowska, A., Mazur, G., Smardz, J., & Wieckiewicz, M. (2019). The Relationship between Sleep Bruxism and Obstructive Sleep Apnea Based on Polysomnographic Findings. *Journal of Clinical Medicine*, 8(10), 1653. <https://doi.org/10.3390/jcm8101653>
- Ramar, K., & Olson, E. J. (2011). Snoring and upper airway resistance syndrome. In *Contemporary Sleep Medicine For Physicians* (pp. 58–70). Bentham Science Publishers Ltd. <https://doi.org/10.2174/978160805153311101010058>
- Schlosshan, D., & Elliott, M. W. (2004). Sleep-3: Clinical presentation and diagnosis of the obstructive sleep apnoea hypopnoea syndrome. In *Thorax* (Vol. 59, Issue 4, pp. 347–352). Thorax. <https://doi.org/10.1136/thx.2003.007179>
- Skaer, T. L., & Sclar, D. A. (2010). Economic implications of sleep disorders. In *PharmacoEconomics* (Vol. 28, Issue 11, pp. 1015–1023). PharmacoEconomics. <https://doi.org/10.2165/11537390-00000000-00000>
- Stubbs, B., Vancampfort, D., Veronese, N., Solmi, M., Gaughran, F., Manu, P., Rosenbaum, S., De Hert, M., & Fornaro, M. (2016). The prevalence and predictors of obstructive sleep apnea in major depressive disorder, bipolar disorder and schizophrenia: A systematic review and meta-analysis. In

Journal of Affective Disorders (Vol. 197, pp. 259–267). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.02.060>

Tan, M., Yap, A., Chua, A., Wong, J., Parot, M., & Tan, K. (2019). Prevalence of Sleep Bruxism and Its Association with Obstructive Sleep Apnea in Adult Patients: A Retrospective Polysomnographic Investigation. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 33(3), 269–277. <https://doi.org/10.11607/ofph.2068>



Relación entre el biotipo gingival y los resultados de procedimientos quirúrgicos de cubrimiento radicular: una revisión sistemática

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Paula Tatiana Chacón Arboleda | Periodoncista.

Correo electrónico: tatianacha@autonoma.edu.co

Óscar Hernán Zuluaga López | Rehabilitador Oral Integral.

Correo electrónico: ohzuluaga@autonoma.edu.co

Brenda Yuliana Herrera Serna | Doctora en Ciencias de la Salud.

Correo electrónico: bherrerera@autonoma.edu.co

Olga Patricia López Soto | Magíster en Epidemiología Clínica.

Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Daniela Agudelo Flórez | Residente Especialización en Periodoncia.

Correo electrónico: daniela.agudelof@autonoma.edu.co

Ana María Montoya Gómez | Residente Especialización en Periodoncia.

Correo electrónico: ana.montoyag@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **INSAO** ■

Palabras clave: Técnicas de retracción gingival, Resección gingival, biotipo gingival.

Problema a resolver

Las recesiones gingivales son consideradas una alteración de la estructura normal de los tejidos periodontales, donde se genera una exposición de la superficie radicular del diente al medio oral y pueden generar condiciones que frecuentemente afectan la salud oral de las personas. El tratamiento odontológico, desde un punto de vista periodontal, es tratar de cubrir la recesión a través de diferentes procedimientos quirúrgicos, que varían desde la técnica quirúrgica hasta la predictibilidad del resultado gingival, estético y funcional. Uno de los factores que puede influir en el resultado del tratamiento quirúrgico es el biotipo gingival, condición propia del paciente, pero el cual puede variar de una persona a otra o incluso de un grupo de dientes a otro. Este trabajo realizó una revisión sistemática (RS) de la relación entre el biotipo gingival y los resultados de los procedimientos quirúrgicos de cubrimiento radicular.

Contexto del estudio

Un diagnóstico adecuado del biotipo periodontal en la práctica clínica se considera fundamental para la toma de decisiones en odontología estética y en implantología. Los biotipos tisulares están relacionados con los resultados de la terapia periodontal, de la prostodoncia convencional, de la terapia de implantes y de los procedimientos de cubrimiento radicular.

El biotipo gingival se refiere a la calidad del tejido blando que rodea el diente. Por definición, el biotipo gingival o periodontal, el morfotipo periodontal, el fenotipo gingival o periodontal incluye los morfotipos óseos, la forma de los dientes y las características morfológicas de la encía y el periodonto (Fu, 2010). El biotipo más grueso es el más prevalente, en general, en la población. Los hombres tienen biotipos más gruesos en comparación con las mujeres y los individuos más jóvenes muestran biotipos más gruesos en comparación con los grupos de edad media o mayores. Algunos autores afirman que el maxilar tiene un biotipo más grueso que la mandíbula. Los caninos maxilares y primeros premolares mandibulares suelen tener el biotipo más delgado (Shah, 2015).

La recesión gingival se define como la ubicación del tejido marginal apical a la unión amelo-cementaria y puede estar relacionada con problemas estéticos, hipersensibilidad radicular y lesiones de caries (Joshiyura, 1994). Se han propuesto diferentes clasificaciones de la recesión gingival. La clasificación de Miller (2018) es la que se utiliza con más frecuencia y se toma teniendo en cuenta la profundidad de la recesión y la pérdida interproximal de tejido. La técnica quirúrgica con injerto subepitelial de tejido conectivo ha mostrado tasas

elevadas de cubrimiento radicular y se asocia con un buen pronóstico (Cairo, 2008). Las revisiones sistemáticas han comparado esta técnica con varias otras y han demostrado que proporciona mayores tasas de cubrimiento de la raíz (Chambrone, 2018).

En el caso de la cirugía mucogingival, el grosor inicial de la encía se asocia con el cubrimiento completo de la raíz cuando se utiliza un colgajo desplazado coronalmente. Se ha identificado un espesor de umbral crítico mayor 1,1 mm para lograr un cubrimiento adecuado de la raíz (Hwang, 2006). La evidencia reciente parece indicar que hay estabilidad del tejido después de la cirugía, cuando el grosor es mayor a 1,44 mm (Zuhr, 2014).

Los procedimientos quirúrgicos son más predecibles en los biotipos periodontales gruesos que en los delgados (Das 2018). Se ha sugerido que los biotipos gruesos tienen un buen flujo colateral de sangre en las estructuras óseas subyacentes mientras que en el biotipo delgado esta condición no es frecuente (Cuny-Houchmand, 2013). Después de realizar procedimientos periodontales regenerativos se ha observado un número limitado de recesiones gingivales en los biotipos gruesos en comparación con los biotipos delgados (Kindlova, 1970). Los tejidos gingivales gruesos son de fácil manipulación, tienen buena vascularización y facilitan la cicatrización después de los procedimientos quirúrgicos (Hwang, 2006). Los tejidos gingivales gruesos son, además, más resistentes a la recesión de la mucosa y a la irritación gingival, y son capaces de crear una banda de tejido que oculta los márgenes de las restauraciones. Se ha reportado que el grosor gingival inicial es el factor más significativo que influye en el pronóstico de un procedimiento de cubrimiento radicular completo. Un grosor de tejido de 0,8-1,2 mm daría un resultado predecible (Hwang, 2006).

Los biotipos periodontales parecen ser entonces definitivos en el éxito del tratamiento periodontal. El propósito de la presente RS fue realizar una búsqueda sistemática de la literatura que relacionara el biotipo gingival con los resultados de procedimientos quirúrgicos de cubrimiento radicular, que son procedimientos comunes en el tratamiento periodontal pero las RS de este tema en específico son poco frecuentes.

Recomendaciones

Dirigidas principalmente a especialistas en el área de la periodoncia, a odontólogos generales y a especialistas de otras áreas de la odontología.

El cubrimiento radicular es el resultado clínico final que se espera después del tratamiento de una recesión gingival, comúnmente el logro de tal resultado permitirá no sólo una corrección estética sino una solución funcional, por

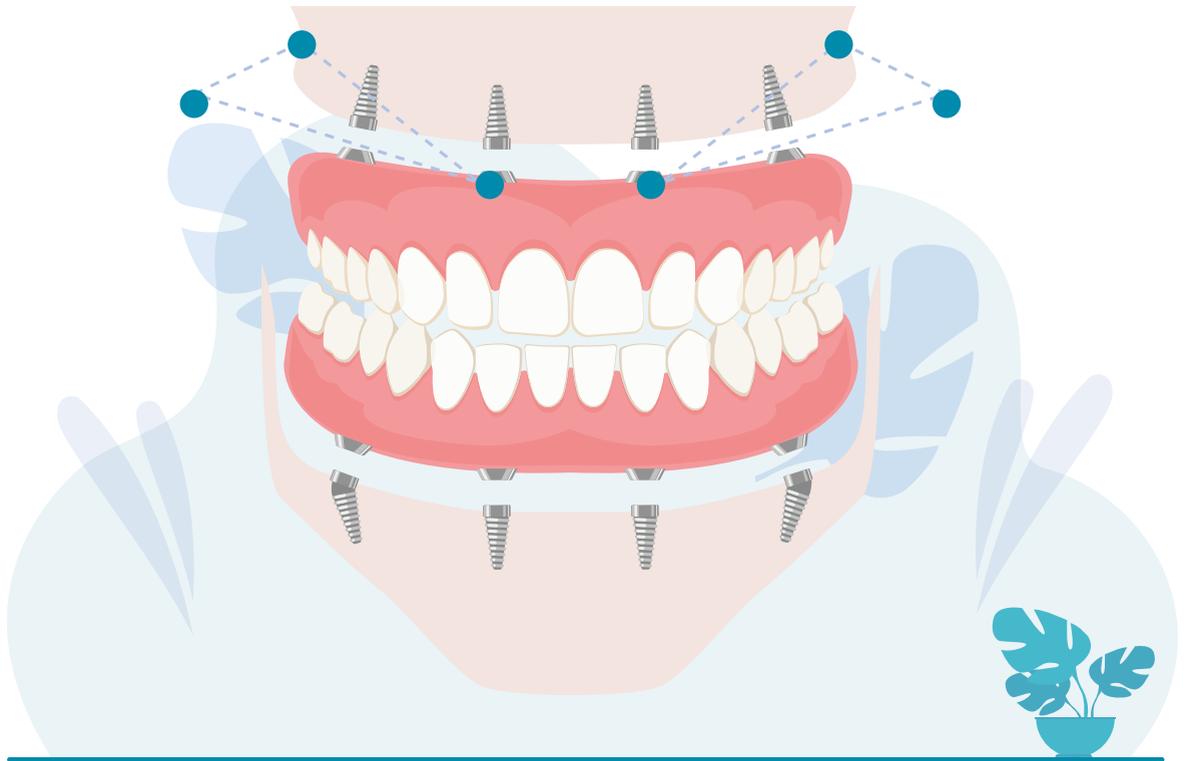
ejemplo, una resolución o disminución de la hipersensibilidad al tacto, de la hipersensibilidad térmica o la prevención de una abrasión radicular. Se afirma que, a mayor recesión de base, menor es la oportunidad de lograr un cubrimiento radicular completo (Chambrone, 2012).

Los estudios considerados en la presente RS tienen fortalezas. Todos los pacientes fueron tratados por periodoncistas capacitados y los datos de los pacientes se recopilieron mediante cuestionarios estandarizados y métodos cualitativos. Las principales limitaciones de los estudios seleccionados en esta revisión fueron la falta de asignación al azar de los pacientes, los estrictos criterios de inclusión, la falta de evaluación del dolor posoperatorio, la falta de evaluación de coincidencia de color de las áreas injertadas y el tamaño de muestra pequeño. Los resultados de esta RS no pueden generalizarse a otras poblaciones, debido a los estrictos criterios de inclusión y a la falta de asignación al azar. No es posible recomendar definitivamente ninguno de los procedimientos probados, ya que pudo haber subjetividad en la valoración por parte de los evaluadores. Según los estudios de esta RS se debe informar a los pacientes que podría haber más dolor y malestar posoperatorio, un poco de mejor cubrimiento gingival (18%) y un mejor resultado estético al utilizar injertos autólogos.

Referencias

- Cairo, F., Pagliaro, U. y Nieri, M. (2008). Tratamiento de la recesión gingival con procedimientos de colgajo avanzado coronal: una revisión sistemática. *Revista de periodoncia clínica*, 35, 136-162.
- Chambrone, L., Ortega, MAS, Sukekava, F., Rotundo, R., Kalemaj, Z., Buti, J. y Prato, GPP (2018). Procedimientos de cobertura de raíces para el tratamiento de defectos localizados y de tipo recesión múltiple. *Base de datos Cochrane de revisiones sistemáticas*, (10).
- Chambrone, L., Pannuti, CM, Tu, YK y Chambrone, LA (2012). Cirugía plástica periodontal basada en evidencia. II. Un metanálisis de datos individuales para evaluar los factores para lograr una cobertura radicular completa. *Revista de periodoncia*, 83 (4), 477-490.
- Cuny-Houchmand, M., Renaudin, S., Leroul, M., Planche, L., Le Guehennec, L. y Soueidan, A. (2013). Evaluación del biotipo gingival: relevancia de la inspección visual y comparación maxilar versus mandibular. *La revista de odontología abierta*, 7, 1.

- Das, D. y Banerjee, S. (2018). La influencia del biotipo gingival en el resultado del tratamiento periodontal: una revisión. *JIDA: Revista de la Asociación Dental India*, 12 (7).
- Fu, JH, Yeh, CY, Chan, HL, Tatarakis, N., Leong, DJ y Wang, HL (2010). Biotipo tisular y su relación con la morfología ósea subyacente. *Revista de periodoncia*, 81 (4), 569-574.
- Hwang, D. y Wang, HL (2006). El grosor del colgajo como predictor de la cobertura radicular: una revisión sistemática. *Revista de periodoncia*, 77 (10), 1625-1634.
- Joshiyura, KJ, Kent, RL y DePaola, PF (1994). Recesión gingival: distribución intraoral y factores asociados. *Revista de periodoncia*, 65 (9), 864-871.
- Kindlova, M. (1970). El desarrollo del lecho vascular del periodonto marginal. *Revista de investigación periodontal*, 5 (2), 135-140.
- Miller, DDS (2018). Clasificación de Miller de la recesión del tejido marginal revisada después de 35 años. *Compendio de Educación Continuada en Odontología*, 39 (8).
- Shah, R., Sowmya, NK y Mehta, DS (2015). Prevalencia del biotipo gingival y su relación con parámetros clínicos. *Odontología clínica contemporánea*, 6 (Suppl 1), S167.
- Zuhr, O., Bäumer, D. y Hürzeler, M. (2014). La incorporación de injertos de sustitución de tejidos blandos en cirugía plástica periodontal e implantológica: elementos críticos en el diseño y ejecución. *Revista de periodoncia clínica*, 41, S123-S142.



Reabsorción del reborde alveolar posterior en pacientes usuarios de sobredentaduras mandibulares sobre dos implantes no ferulizados con ajustes en bola. 7 años de seguimiento

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Juan Alberto Aristizábal Hoyos | Especialista en Rehabilitador Oral integral UAM.

Correo electrónico: jaristi@autonmo.edu.co

Jackeline Mulett Vásquez | Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Funcional de los maxilares.

Correo electrónico: jmulett@autonmo.edu.co

Juliana María Agudelo Gómez | Odontóloga residente de la Especialización en Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: juliana.agudelog@autonoma.edu.co

María Fernanda Castillo Vega | Odontóloga residente de la Especialización en Rehabilitación Oral UAM.

Correo electrónico: mariaf.castillov@autonoma.edu.co

Jessica Leandra Mayor Toro | Odontóloga residente de la Especialización en Rehabilitación Oral UAM.

Correo electrónico: jessica.mayort@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Salud oral-INSAO** ■

Palabras clave: proceso alveolar, dentadura de soporte implantado, overlay, implante dental con conexión del pilar, radiografía panorámica.

Problema a resolver

El Edentulismo total inferior afecta a un alto porcentaje de la población adulta (ENSAB IV Colombia, 2015) y es necesario reemplazar los dientes perdidos para el restablecimiento de la estética, la forma y la función.

Entre otros tratamientos, la sobredentadura retenida por medio de 2 implantes se ha convertido en una buena opción para el edentulismo total inferior, debido a que es relativamente simple, poco invasiva, relativamente económica; además es predecible en cuanto a una baja pérdida del nivel óseo peri-implantar, un buen comportamiento protésico y a una alta satisfacción por parte de los pacientes.

La mayoría de los estudios se centran en la distribución de la fuerza en los implantes y no en la reabsorción de la cresta residual posterior (Jong et al., 2011). Existe, por lo tanto, un aspecto en las sobredentaduras mandibulares sobre dos implantes que aún no se ha clarificado completamente y tiene que ver con lo que pasa con el reborde alveolar posterior. Se presenta un vacío teórico respecto al tema, puesto que no son abundantes los artículos en la literatura relacionados con la reabsorción alveolar posterior y los autores presentan resultados que aún no son concluyentes (Raedel et al., 2015).

La mayor estabilidad de la sobre dentadura sobre dos implantes en comparación con una dentadura completa convencional podría tener un impacto protector con respecto a la reabsorción del reborde alveolar posterior. Sin embargo, existe la preocupación de que las sobredentaduras soportadas por unos pocos implantes anteriores puedan conducir a la reabsorción progresiva de las crestas alveolares posteriores (Dekker et al., 2018).

Se ha planteado desde hace muchos años (Wright et al., 2002; Kordatzis et al., 2004) que los implantes preservan la cresta ósea residual existente en pacientes que usan prótesis fijas mandibulares apoyadas, debido a que toda la carga funcional en estas circunstancias se transmite al hueso a través de los implantes; pero para las prótesis removibles estabilizadas con implantes, la situación es diferente. En efecto, cuando se ejerce una carga masticatoria en una sobre dentadura mandibular sobre implantes (SDMI), la prótesis puede girar alrededor de los implantes como un fulcro, además estas SDMI permiten a los pacientes desdentados unas fuerzas oclusales más altas que las prótesis completas convencionales y las influencias biomecánicas se han explorado poco.

La reabsorción progresiva de la cresta residual posterior y el desgaste de los ajustes aumentan el movimiento de rotación de las sobredentaduras mandibulares soportadas por 2 implantes. Se dispone de información limitada sobre los efectos biomecánicos del movimiento de rotación en los implantes anteriores durante la masticación (Jo & Dong, 2015).

Un mejor conocimiento sobre la reabsorción del reborde alveolar posterior podría permitir un mejor mantenimiento de las sobredentaduras soportadas por dos implantes, especialmente con un enfoque en la frecuencia de rebase y el desgaste de las estructuras de unión.

Pregunta de investigación: ¿Cuál es la cantidad de reabsorción ósea del reborde alveolar posterior en pacientes con sobre dentadura mandibulares sobre dos implantes no ferulizados con ajustes en bola, 7 años después de uso en boca?

Contexto del estudio

La reabsorción de la cresta residual es un fenómeno progresivo que compromete la salud bucal del paciente; se ha informado que continúa incluso después de 25 años de la extracción de los dientes, afectando el soporte y la retención para el funcionamiento satisfactorio de las dentaduras postizas completas convencionales (Hansson & Halldin, 2012).

Se ha reportado que la presión funcional que se da por el contacto entre la parte interna de la prótesis y el reborde alveolar es uno de los factores etiológicos más importantes que explican la reabsorción de la cresta residual (Ahmad et al., 2015). Se ha observado también una asociación entre el uso de sobredentaduras retenidas por implantes y la reabsorción severa de las crestas (M. A. Elsyad et al., 2013).

Para determinar la reabsorción de la cresta entre los pacientes con prótesis convencional e implante, se deben considerar los patrones de carga, donde se sabe poco sobre la distribución de fuerzas bajo la prótesis completa mandibular convencional. La mayoría de los estudios se refieren a la distribución del estrés alrededor de los implantes, pero se ha investigado menos en la forma en que afectan los patrones de carga de la cresta edéntula (Kordatzis et al., 2004).

La sobredentadura mandibular sobre dos implantes ha sido el tratamiento, que como mínimo, debiera recibir un paciente desdentado total inferior, debido a las dificultades que presenta una prótesis total. Esta mejora la función y la comodidad de los pacientes edéntulos y elimina muchos de los problemas que estos experimentan con las prótesis convencionales.

A pesar de los beneficios que ofrecen las sobredentaduras retenidas por implantes, estas no se encuentran libres de complicaciones clínicas; los estudios han demostrado que causa más resorción ósea que la dentadura completa convencional y existe preocupación, ya que puede conducir a la reabsorción progresiva (M. Elsyad et al., 2017). Hay pocos estudios disponibles de sobredentaduras sobre implantes y su efecto acerca de la reabsorción ósea posterior (Raedel et al., 2015).

Se ha observado que los implantes, además de mejorar la biomecánica protésica, contribuyen de manera positiva en la preservación del reborde alveolar residual, ya que la distribución de las cargas ejercidas se da de una manera más adecuada. El hueso en contacto con implantes ha sido investigado en varios estudios, encontrándose que se mantiene estable con una pequeña tasa de reabsorción anual de 0,05 – 0,2 mm en ausencia de cualquier proceso inflamatorio (Hansson & Halldin, 2012).

La mayor estabilidad de la sobredentadura sobre dos implantes en comparación con una dentadura completa convencional podría tener un impacto protector con respecto a la reabsorción del reborde alveolar posterior (Kordatzis et al., 2004). Los implantes proporcionan la estabilidad de las sobredentaduras y la mayor parte del soporte se origina en la mucosa de la cresta alveolar. Sin embargo, existe la preocupación de que las sobredentaduras soportadas por unos pocos implantes anteriores y la rotación de la prótesis alrededor de estos puede causar un aumento de la carga oclusal y a su vez conducir a la reabsorción progresiva de las crestas alveolares posteriores (M. A. Elsyad et al., 2013).

El promedio de reducción de altura de la cresta para prótesis convencionales es de 1.63 mm en 5 años, mientras que para pacientes con sobredentadura es de 0,69 mm en 5 años, casi 1 mm menos que lo observado en pacientes con prótesis convencional. Teniendo en cuenta que la orientación vertical de los implantes genera esfuerzos aparentemente más bajos y se distribuyen simétricamente a su alrededor y así se distribuye a la cresta (Assunção et al., 2008)

Cada paciente presenta una velocidad de reabsorción del reborde alveolar posterior diferente, una aplicación de fuerzas oclusales diferente, los pacientes tienen hábitos masticatorios diferentes, además, todos los pacientes no siguen programas de mantenimiento. Sin embargo, con respecto a las complicaciones de las sobredentaduras mandibulares retenidas por implantes, los pacientes informaron con mayor frecuencia problemas técnicos, como pérdida de retención de los pilares y aflojamiento de los tornillos en lugar de problemas biológicos (Jo & Dong, 2015).

Los datos sobre la reabsorción de la cresta alveolar posterior en pacientes con sobredentaduras mandibulares soportadas por implantes son muy heterogéneos (Jo & Dong, 2015). Tanto los factores locales como los sistémicos podrían afectar la extensión de la resorción ósea alveolar después de la extracción de los dientes y, de manera similar, con un reborde completamente edéntulo, la reducción es el resultado de la interacción de varios factores (Hansson & Halldin, 2012).

Recomendaciones

Dirigidas a odontólogos interesados en el tema de la rehabilitación de desdentados totales inferiores, rehabilitadores orales o prostodoncistas, geriatras, investigadores clínicos en implantología dental, universidades con programas de odontología y rehabilitación oral, secretarías de salud municipales y departamentales.

La literatura afirma que el tratamiento mínimo que debiera recibir un paciente desdentado total inferior es una sobredentadura mandibular sobre dos implantes. Con la presente investigación, fruto de la observación a largo plazo de este tipo de tratamiento, parece claro que existe una baja pérdida ósea del tejido peri implantar, alta supervivencia de los implantes, una alta satisfacción por parte de los pacientes. La presente investigación complementa resultados previos con otro hallazgo muy importante que es que las sobredentaduras sobre dos implantes no afectan negativamente la reabsorción del reborde alveolar posterior. Es recomendable que las facultades de odontología y los programas de especialización hagan conciencia que este tipo de tratamiento debe ser enfatizado en los programas de estudio porque podría ser parte del mejoramiento de la calidad de vida de la población desdentada sin recursos económicos altos.

Los tratamientos observados en esta investigación permiten llevar una alternativa de alta tecnología con unos costos relativos bajos, pero sin sacrificar la calidad a una población desdentada más vulnerable.

Algunos entes territoriales y municipales de salud tienen programas sociales de solución de la desdentación total a través de programas masivos de prótesis totales. La literatura reporta las grandes dificultades en la adaptación de las dentaduras artificiales inferiores que en muchos casos lleva a la poca adherencia de los pacientes a este tratamiento. El complemento de los implantes dentales como medio de fijación de esas prótesis inferiores haría muchos más efectivos esos programas sociales.

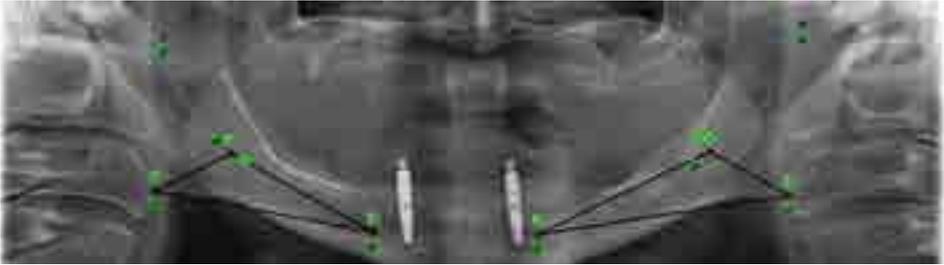
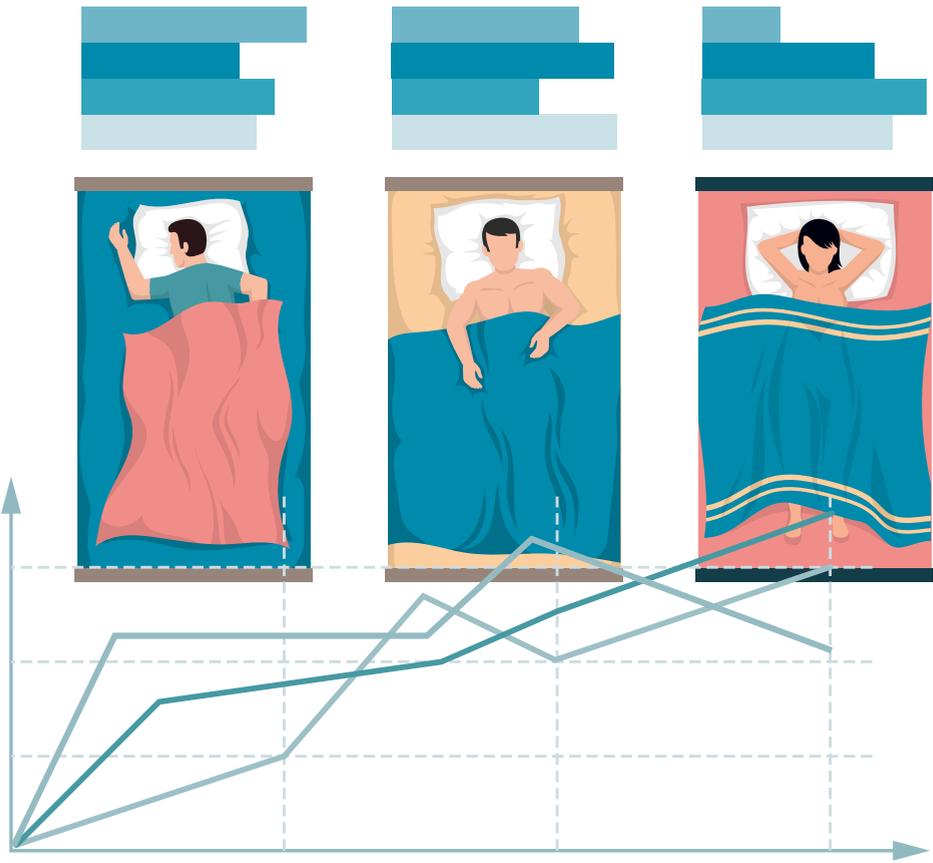


Figura 1. Áreas de referencia para la medición de la altura del reborde alveolar posterior.
Fotografía: Juan Alberto Aristizábal Hoyos

Referencias

- Ahmad, R., Chen, J., Abu-Hassan, M., Li, Q., & Swain, M. (2015). Investigation of Mucosa-Induced Residual Ridge Resorption Under Implant-Retained Overdentures and Complete Dentures in the Mandible. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(3), 657–666. <https://doi.org/10.11607/jomi.3844>
- Assunção, W. G., Tabata, L. F., Barão, V. A. R., & Rocha, E. P. (2008). Comparison of stress distribution between complete denture and implant-retained overdenture-2D FEA. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35(10), 766–774. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2008.01851.x>
- Colombia, M. de salud y protección social de. (2015). *Iv Estudio Nacional De Salud Bucal ENSAB IV* (P. 180).
- Dekker, H., Schulten, E. A. J. M., ten Bruggenkate, C. M., Bloemena, E., van Ruijven, L., & Bravenboer, N. (2018). Resorption of the mandibular residual ridge: A micro-CT and histomorphometrical analysis. *Gerodontology*, 35(3), 221–228. <https://doi.org/10.1111/ger.12343>
- Elsyad, M. A., Khairallah, A. S., & Shawky, A. F. (2013). Changes in the edentulous maxilla with ball and telescopic attachments of implant-retained mandibular overdentures: A 4-year retrospective study. *Quintessence International*, 44(7), 487–495. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a29612>
- Elsyad, M., Mohamed, S., & Shawky, A. (2017). Posterior Mandibular Ridge Resorption Associated with Different Retentive Systems for Overdentures: A 7-Year Retrospective Preliminary Study. *The International Journal of Prosthodontics*, 30(3), 260–265. <https://doi.org/10.11607/ijp.5114>

- Hansson, S., & Halldin, A. (2012). Alveolar ridge resorption after tooth extraction: A consequence of a fundamental principle of bone physiology. *Journal of Dental Biomechanics*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1177/1758736012456543>
- Helal, E., El-Zawahry, M., Gouda, A., Elkhadem, A. H., & Ibrahim, S. I. (2017). Bone height changes of the mandibular edentulous ridge in screw retained versus telescopic restorations for completely edentulous patients. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 5(1), 72–78. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2017.004>
- Huumonen, S., Haikola, B., Oikarinen, K., Söderholm, A. L., Remes-Lyly, T., & Sipilä, K. (2012). Residual ridge resorption, lower denture stability and subjective complaints among edentulous individuals. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(5), 384–390. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02284.x>
- Jo, D. W., & Dong, J. K. (2015). Effects of posterior ridge resorption and attachment wear on periimplant strain in mandibular two-implant-supported overdentures. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(6), 839–847. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.011>
- Jong, M. H. M. de, Wright, P. S., Meijer, H. J. A., & Tymstra, N. (2011). Posterior mandibular residual ridge resorption in patients with overdentures supported by two or four endosseous implants in a 10-year prospective comparative study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(6), 366. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(11\)60074-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(11)60074-7)
- Kordatzis, K., Wright, P. S., & Meijer, F. H. J. A. (2004). Posterior mandibular residual ridge resorption in patients with conventional dentures and implant overdentures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 91(1), 96. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2003.08.016>
- Raedel, M., Lazarek-Scholz, K., Marré, B., Boening, K. W., & Walter, M. H. (2015). Posterior alveolar ridge resorption in bar-retained mandibular overdentures: 10-year results of a prospective clinical trial. *Clinical Oral Implants Research*, 26(12), 1397–1401. <https://doi.org/10.1111/clr.12393>
- Wright, P. S., Glantz, P. O., Randow, K., & Watson, R. M. (2002). The effects of fixed and removable implant-stabilised prostheses on posterior mandibular residual ridge resorption. *Clinical Oral Implants Research*, 13(2), 169–174. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0501.2002.130207.x>



Arquitectura y calidad del sueño después del uso de un aparato para el control del ronquido

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Jackeline Mulett Vásquez | Odontóloga, Ortodoncista.

Correo electrónico: jmulett@autonoma.edu.co

Olga Patricia López Soto Odontóloga | Magíster en Epidemiología Clínica.

Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Juan Alberto Aristizábal Hoyos | Odontólogo, Rehabilitador Oral.

Correo electrónico: jaristi@autonoma.edu.co

Ana María Gómez Ossa | Odontóloga, Residente del posgrado en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial.

Correo electrónico: ana.gomezs@autonoma.edu.co

Andrea Escobar Botero | Odontóloga, Residente del posgrado en Rehabilitación Oral UAM.

Correo electrónico: andrea.escoabarb@autonoma.edu.co

Diana Marcela Reyes Valencia | Odontóloga, Residente del posgrado en Ortodoncia y Ortopedia Dentofacial UAM.

Correo electrónico: dianamreyesv@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Salud oral–INSAO / Neuroaprendizaje** ■

Palabras clave: ronquido, calidad del sueño, terapia del ronquido, polisomnografía, insomnio, apnea del sueño, arquitectura del sueño, dispositivo de avance mandibular.

Problema a resolver

La pregunta a resolver fue: ¿Cuál es la arquitectura y calidad del sueño en pacientes antes y después de la colocación de un nuevo dispositivo para el control del ronquido?

La respiración y los trastornos del sueño comprenden un conjunto de afecciones que van desde los ronquidos simples hasta la apnea obstructiva del sueño (AOS). Muchos estudios establecen una frecuencia elevada de las alteraciones del sueño y se estima una prevalencia de un 35% en la población general (Hammond, 1964).

El ronquido es un fenómeno acústico común que produce consecuencias sociales significativas por la incomodidad que genera su sonido durante el sueño, en los compañeros de habitación, y graves consecuencias médicas como el aumento del riesgo de la enfermedad cardiovascular y estados de somnolencia diurna. El ronquido está acompañado invariablemente por la limitación del flujo de aire y el colapso faríngeo parcial (Perez-Padill et al., 1993). El ronquido simple es el síntoma principal, a veces el único, de la apnea obstructiva del sueño, siendo en algunos pacientes precursor de ella (Hoffstein et al., 1996).

Uno de los tratamientos del ronquido se realiza con la colocación de aparatos intrabucales de avance mandibular, que facilitan el paso del aire a través de la cavidad oral y Kushida et al. (2006) han demostrado ser eficaces (Barnes et al., 2004). La tasa de éxito de la terapia con aparatos orales depende de varios factores, incluidos el Índice de Masa Corporal (Ferguson et al., 2006) y la edad. Las características anatómicas de los pacientes, como la macroglosia, cuello ancho y paladar largo, disminuyen la posibilidad de éxito (Krishnan et al., 2008).

Algunos estudios sugieren que hay una relación entre la calidad del sueño y el bienestar, la satisfacción y la calidad de vida (Buboltz et al., 2009). Zeitlhofer et al., (2000) estudiaron una cohorte de pacientes austríacos (n = 1049) por más de 15 años y encontraron una correlación moderada entre la calidad del sueño y la calidad de vida. Chen et al., (2014) estudiaron una muestra de 2391 adultos jóvenes de EE. UU., y descubrieron que la calidad de vida relacionada con la salud mental estaba asociada con diversos trastornos del sueño.

No es claro aún si la arquitectura del sueño es modificada por esta aparatología. Esta arquitectura incluye la frecuencia cardíaca y respiratoria, la oxigenación, la actividad cerebral y muscular, y las etapas del sueño MOR (movimientos oculares rápidos) y NMOR (sin movimientos oculares rápidos) (Perez-Padill et al., 1993). Tampoco son comunes los estudios que analicen el efecto de estos dispositivos intrabucales para el control del ronquido en la calidad del sueño. Varios estudios han demostrado sistemáticamente efectos adversos cuando la conducta del sueño se ve comprometida (Carskadon &

Dement, 2011) como problemas emocionales, somnolencia y deterioro de las funciones cognitivas (Perez-Padill et al., 1993).

Contexto del estudio

El ronquido es un fenómeno complejo: diferente en niños y adultos, en pacientes apnéicos frente a no apnéicos, en roncadores ligeros frente a pesados, en respiradores nasales frente a respiradores orales, siendo ilustrado en varios estudios (Perez-Padill et al., 1993; Liistro et al., 1991). Está acompañado invariablemente por la limitación del flujo y el colapso faríngeo parcial. Las relaciones presión-flujo son diferentes dependiendo de si el ronquido está o no asociado con la apnea del sueño. La respiración y los trastornos del sueño comprenden un conjunto de afecciones que van desde los ronquidos simples hasta la AOS grave. Muchos estudios establecen una frecuencia elevada de las alteraciones del sueño y se estima la prevalencia durante la vida, de un 35% en la población general (Hammond, 1964).

El ronquido simple provoca somnolencia diurna y aumenta el riesgo de enfermedad cardiovascular independientemente de la AOS y, a su vez, se esperaría que se asociara con factores que conducen a estas complicaciones como la interrupción del sueño y el aumento de la actividad simpática. Sin embargo, hay una escasez de datos sobre la relación del ronquido con la estructura del sueño, la oxigenación y la somnolencia subjetiva. Dado que la AOS se asocia frecuentemente con los ronquidos, debe descartarse si el ronquido simple es un factor de riesgo independiente para cualquiera de los trastornos mencionados anteriormente. En este sentido, utilizando cuestionarios para cuantificar los ronquidos y la PSG para cuantificar AOS. Young et al., (1993) encontraron que la mayoría de los individuos (86.8%) con ronquidos habituales auto informados, no tenían AOS o la tenían leve con un índice de apnea-hipopnea <15 en la PSG.

Varios estudios han demostrado sistemáticamente efectos adversos cuando la conducta del sueño se ve comprometida (Carskadon & Dement, 2011). Por ejemplo, la privación del sueño puede causar: problemas emocionales (deterioro del desempeño social, laboral y académico), somnolencia y deterioro de las funciones cognitivas, etc. Según la literatura, la asociación entre la calidad del sueño y la calidad de vida en sujetos diagnosticados con trastornos del sueño (p. ej., insomnio) u otras afecciones médicas (p. ej., cáncer) ha sido ampliamente investigada. No obstante, faltan estudios centrados en la relación entre la calidad del sueño y la calidad de vida en adultos jóvenes sanos (Andruskiene et al., 2008). La calidad del sueño incluye en su definición aspectos cuantitativos del sueño como la duración, la latencia del sueño o el número de despertares nocturnos, y aspectos cualitativos puramente subjetivos, como la profundidad del sueño o la capacidad de reparación del mismo.

El estilo de vida y opciones de comportamiento tienen una influencia en la calidad y cantidad del sueño. Un ejemplo de ello es la ingesta de alcohol, mayor en hombres que en mujeres (Kakimoto et al., 2016). Una mayor ingesta de alcohol se asocia con una mayor atrofia prefrontal medial (Rando et al., 2011) y esta es crítica para la generación de ondas lentas NREM (Varga et al., 2016). Sin embargo, todos estos mecanismos propuestos siguen siendo especulativos. La evidencia creciente sugiere que la interrupción del sueño media los efectos del deterioro de la memoria a largo plazo relacionado con la edad, para el cual la consolidación es clave. La calidad del sueño autoinformada la noche después del aprendizaje de una lista de palabras en adultos mayores se asocia con la retención de la memoria 1 semana después, con una cantidad de despertares que predicen progresivamente un peor recuerdo (Mary et al., 2013).

El tratamiento del ronquido se ha realizado con aparatos de avance mandibular. Los aparatos orales fueron aprobados por la Administración de Drogas y Alimentos FDA (por sus siglas en inglés) para casos de AOS y ronquidos habituales. De acuerdo con las directrices AASM de 2006 (Kushida et al., 2006), estos aparatos se evalúan como un posible tratamiento para adultos con AOS de leve a moderada o en casos graves si un paciente se niega o no puede tolerar la terapia CPAP. Los aparatos orales han demostrado ser eficaces en todos estos parámetros (Clark et al., 1996; Barnes et al., 2004). La tasa de éxito de la terapia con aparatos orales depende de varios factores, incluidos la severidad de la AOS, el IMC (Ferguson et al., 2006) y la edad. Las características anatómicas de los pacientes, como lengua grande, cuello ancho y paladar largo, disminuyen la posibilidad de éxito (Krishnan et al., 2008). Se informó que los dispositivos orales son más efectivos para controlar los trastornos del sueño en pacientes con retrognatismo (Lam et al., 2011). El tipo de dispositivo también es un factor significativo de éxito, especialmente cuando se comparan los dispositivos orales prefabricados con los hechos a medida (Hoffstein, 2007; Tsuda et al., 2010).

Recomendaciones

Dirigidas a médicos generales y especialistas en pediatría, gerontólogos, otorrinolaringólogos, medicina del sueño y odontólogos generales; rehabilitadores orales, ortodoncistas y odontopediatras, y profesionales afines con desempeño en el área clínica, en docencia e investigación.

Los resultados de esta investigación brindan elementos teóricos que relacionan el ronquido con las alteraciones en la calidad del sueño y su repercusión en la calidad de vida del individuo.

La valoración de un paciente con problemas de ronquido, que ha sido tratado con un dispositivo de avance mandibular para su control, requiere un conocimiento de la arquitectura del sueño y su relación, y no solo con la calidad del sueño. Se debe tener en cuenta su desempeño en la rutina diaria al realizar sus actividades cotidianas.

La implementación del dispositivo de avance mandibular para el control del ronquido tuvo la efectividad esperada para el control del ronquido según los resultados de la App Roncolab®. Con cambios en la arquitectura del sueño que pudieran influir en la calidad del sueño del individuo y en el desempeño de sus actividades diarias.

La valoración del ronquido no se puede limitar al control del sonido que perturba las condiciones sociales del paciente, este debe ir más allá en tanto que se considera el ronquido como un signo de alerta de la apnea obstructiva del sueño como uno de los trastornos respiratorios del sueño con sus implicaciones somáticas, sociales y desempeño laboral.

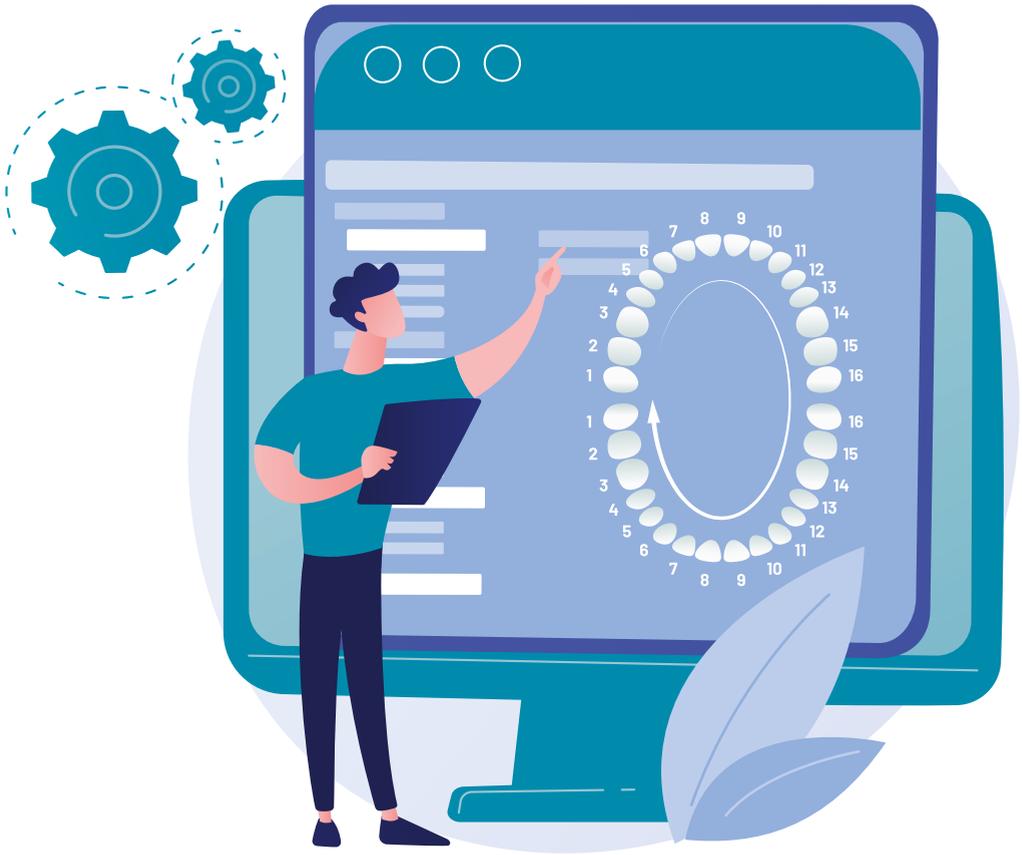
El reconocer el ronquido como un signo del trastorno respiratorio del sueño en muchos casos, abre un panorama importante para la consolidación de equipos de trabajo colaborativos que le brinden al paciente una mejor calidad de vida.

Referencias

- Andruskiene, J., Varoneckas, G., Martinkenas, A., & Grabauskas, V. (2008). Factors associated with poor sleep and health-related quality of life. *Medicina (Kaunas)*, 44(3), 240–246.
- Barnes, M., McEvoy, R., Banks, S., Tarquinio, N., Murray, C., Vowles, N., & Pierce, R. (2004). Efficacy of positive airway pressure and oral appliance in mild to moderate obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 170(6), 656–664. <https://doi.org/10.1164/RCCM.200311-1571OC>.
- Buboltz, W., Jenkins, S. M., Soper, B., Woller, K., Johnson, P., & Faes, T. (2009). Sleep habits and patterns of college students: An expanded study. *Journal of College Counseling*, 12(2), 113–124. <https://doi.org/10.1002/J.2161-1882.2009.TB00109.X>
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Normal Human Sleep: An Overview. 5th ed. Principles and Practice of Sleep Medicine. *Missouri: Elsevier Saunders.*, 16–26.
- Chen, X., Gelaye, B., & Williams, M. (2014). Sleep characteristics and health-related quality of life among a national sample of American young

- adults: assessment of possible health disparities. *Quality of Life Research : An International Journal of Quality of Life Aspects of Treatment, Care and Rehabilitation*, 23(2), 615–627. <https://doi.org/10.1007/S11136-013-0475-9>
- Clark, G., Blumenfeld, I., Yoffe, N., Peled, E., & Lavie, P. (1996). A crossover study comparing the efficacy of continuous positive airway pressure with anterior mandibular positioning devices on patients with obstructive sleep apnea. *Chest*, 109(6), 1477–1483. <https://doi.org/10.1378/CHEST.109.6.1477>
- Ferguson, K., Cartwright, R., Rogers, R., & Schmidt-Nowara, W. (2006). Oral appliances for snoring and obstructive sleep apnea: a review. *Sleep*, 29(2), 244–262. <https://doi.org/10.1093/SLEEP/29.2.244>
- Hammond, E. (1964). Some preliminary findings on physical complaints from a prospective study of 1,064,004 men and women. *American Journal of Public Health and the Nation's Health*, 54(1), 11–23. <https://doi.org/10.2105/AJPH.54.1.11>
- Hoffstein, V. (2007). Review of oral appliances for treatment of sleep-disordered breathing. *Sleep & Breathing*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.1007/S11325-006-0084-8>
- Hoffstein, V., Mateika, S., & Nash, S. (1996). Comparing perceptions and measurements of snoring. *Sleep*, 10, 783–9.
- J, Z., A, S.-R., G, T., A, R., J, B., G, K., B, S., H, K., B, H., R, P., & M, K. (2000). Sleep and quality of life in the Austrian population. *Acta Neurologica Scandinavica*, 102(4), 249–257. <https://doi.org/10.1034/J.1600-0404.2000.102004249.X>
- Kakimoto, A., Ito, S., Okada, H., Nishizawa, S., Minoshima, S., & Ouchi, Y. (2016). Age-Related Sex-Specific Changes in Brain Metabolism and Morphology. *Journal of Nuclear Medicine : Official Publication, Society of Nuclear Medicine*, 57(2), 221–225. <https://doi.org/10.2967/JNUMED.115.166439>
- Krishnan, V., Collop, N., & Scherr, S. (2008). An evaluation of a titration strategy for prescription of oral appliances for obstructive sleep apnea. *Chest*, 133(5), 1135–1141. <https://doi.org/10.1378/CHEST.07-1644>
- Kushida, C., Morgenthaler, T., Littner, M., Alessi, C., Bailey, D., & et al. (2006). Practice parameters for the treatment of snoring and Obstructive Sleep Apnea with oral appliances: an update for 2005. *Sleep*, 29(2), 240–243. <https://doi.org/10.1093/SLEEP/29.2.240>
- Lam, B., Sam, K., Lam, J. C. M., Lai, A. Y. K., Lam, C. L., & Ip, M. S. M. (2011). The efficacy of oral appliances in the treatment of severe obstructive sleep apnea. *Sleep and Breathing*, 15(2), 195–201. <https://doi.org/10.1007/S11325-011-0496-Y>

- Liistro, G., Stănescu, D., Veriter, C., Rodenstein, D., & Aubert-Tulkens, A. (1991). Pattern of snoring in obstructive sleep apnea patients and in heavy snorers. *Sleep*, 14(6), 517–525. <https://doi.org/10.1093/SLEEP/14.6.517>
- Mary, A., Schreiner, S., & Peigneux, P. (2013). Accelerated long-term forgetting in aging and intra-sleep awakenings. *Frontiers in Psychology*, 4, 750. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00750>
- Perez-Padill, J., Slawinski, E., Difrancesco, L., Feige, R., Remmers, J., & Whitelaw, W. (1993). Characteristics of the snoring noise in patients with and without occlusive sleep apnea. *The American Review of Respiratory Disease*, 147(3), 635–644. <https://doi.org/10.1164/AJRCCM/147.3.635>
- Rando, K., Hong, K., Bhagwagar, Z., Li, C., Bergquist, K., Guarnaccia, J., & Sinha, R. (2011). Association of frontal and posterior cortical gray matter volume with time to alcohol relapse: a prospective study. *The American Journal of Psychiatry*, 168(2), 183–192. <https://doi.org/10.1176/APPI.AJP.2010.10020233>
- Tsuda, H., Almeida, F., Masumi, S., & Lowe, A. (2010). Side effects of boil and bite type oral appliance therapy in sleep apnea patients. *Sleep & Breathing*, 14(3), 227–232. <https://doi.org/10.1007/S11325-009-0304-0>
- Varga, A., Ducca, E., Kishi, A., Fischer, E., Parekh, A., Koushyk, V., Yau, P., Gumb, T., & et al. (2016). Effects of aging on slow-wave sleep dynamics and human spatial navigational memory consolidation. *Neurobiology of Aging*, 42, 142–149. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROBIOLAGING.2016.03.008>
- Young, T., Palta, M., Dempsey, J., Skatrud, J., Weber, S., & Badr, S. (1993). The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *The New England Journal of Medicine*, 328(17), 1230–1235. <https://doi.org/10.1056/NEJM199304293281704>



Fase III del desarrollo de *software* para asistencia en el diseño de prótesis parciales removibles

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Juan Alberto Aristizábal Hoyos | Odontólogo Especialista en Rehabilitación Oral.
Correo electrónico: jaristi@autonoma.edu.co

Olga patricia López Soto | Odontóloga Magíster en Epidemiología Clínica
Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Carlos Andrés Zapata Ospina | Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, Magíster en Creatividad e Innovación en las Organizaciones.
Correo electrónico: czapata@autonoma.edu.co

Julián Roberto Giraldo Caicedo | Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral UAM.
Correo electrónico: julian.giraldoc@autonoma.edu.co

Manuel Figueroa Guerra | Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral UAM.
Correo electrónico: manuelfigueroag@autonoma.edu.co

Daniel Arroyave Cardozo | Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral UAM.
Correo electrónico: daniel.arroyavec@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Salud oral-INSAO** ■

Palabras clave: PPR, arcada parcialmente edéntula, movilidad dentaria, diente artificial, movilidad de los dientes.

Problema a resolver

La prevalencia del edentulismo parcial está estimada en un porcentaje mayor al 20% en algunas regiones (Campbell et al., 2017). Una posibilidad de tratamiento económico disponible para restaurar los dientes perdidos es el tratamiento con Prótesis Parcial Removible (PPR).

La PPR es una opción para la rehabilitación oral de pacientes que están parcialmente dentados o para individuos con problemas sistémicos crónicos o cuando no hay posibilidad de utilizar prótesis fijas o prótesis fijas soportadas por implantes. Por estas razones, y dada la correlación entre edentulismo y un bajo estatus socioeconómico (Rudd et al., 2001), la prótesis removible se mantiene como una opción importante de tratamiento comparada con otras alternativas más costosas (Xie et al., 2015).

El diseño de las prótesis parciales removibles (PPR) es un desafío para la mayoría de los odontólogos, debido a la variedad de condiciones bucales de los pacientes y la compleja combinación de diferentes componentes de dichas prótesis (Bohnenkamp, 2014).

Una dificultad grande en la elaboración de PPR es poder realizar un correcto diseño por parte de los profesionales, ya que este diseño requiere de unos conceptos que muchas veces no son manejados en forma adecuada, lo que puede implicar problemas en los pacientes usuarios de PPR. Aplicar técnicas computacionales en este proceso podría ser de gran ayuda.

La posibilidad de tener un *software* amigable que ayude en el diseño correcto de un PPR, que no exija mucho espacio de almacenamiento en un computador y que sea de fácil adquisición, se convertiría en una excelente ayuda para cualquier odontólogo general o rehabilitador.

Las técnicas de diseño protésico asistidas por computador y su fabricación usando (CAD / CAM) se han aplicado en el campo de la odontología durante las últimas tres décadas. El desarrollo de las técnicas digitales en el área del diseño de la PPR ha sido lento y aún son pocos los *softwares* específicos de aplicación directa. El progreso en otras áreas como la implantología dental y la rehabilitación protésica es notable, lo que no ocurre en el campo de la PPR, donde los *softwares* se orientan generalmente a la docencia y a las técnicas de laboratorio, sin un progreso evidente en un aspecto crucial como es su diseño.

Lo importante no es solamente que el *software* proponga el reemplazo de los dientes faltantes en forma estática, indicando de acuerdo con la clasificación de Kennedy, cuál debe ser el conector mayor, los conectores menores, los apoyos, los retenedores directos, el retenedor o retenedores indirectos, las bases, las placas proximales y los dientes; también debe tener en cuenta las condiciones clínicas de los dientes que van a servir de pilares a dicha PPR en la boca.

Luego de evaluar la fase II del *software* propuesto por Aristizábal et al., en el 2017, se pudo identificar que era necesario corregir errores operativos y agregar condiciones clínicas, tales como la evaluación de dientes pilares en cuanto a movilidad, proporción corono radicular y presencia de tratamientos endodónticos.

Este trabajo tuvo como propósito completar el funcionamiento del *software* propuesto en la Fases I y II para la asistencia en el diseño de PPR con los elementos que hacen parte de la integralidad planteada para el desarrollo óptimo de las funciones del *software*, que incluye no sólo la clasificación de espacios edéntulos, las opciones de apoyos y conectores, y retenedores indirectos sino la evaluación de los dientes pilares.

Contexto del estudio

A pesar de que los implantes dentales son una excelente opción de tratamiento para reemplazar dientes perdidos, para muchos pacientes el costo del procedimiento es inaccesible.

El diseño de PPR es un factor muy importante para un buen pronóstico para lograr una distribución funcional de las fuerzas a través de los dientes y el reborde residual (Chen et al., 2020a).

Desde hace muchos años el diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD / CAM) en el proceso de prótesis parcial removible (PPR) ha sido objeto de muchos estudios. De hecho, algunos autores (Bohnenkamp, 2014; Eggbeer et al., 2005) demostraron desde el 2005 que las técnicas CAD / CAM se pueden utilizar para el análisis, la preparación y el diseño electrónicos de modelos dentales de estructuras para PPR y también demostraron que los patrones producidos se podrían moldear con éxito utilizando métodos convencionales y que las estructuras resultantes podían proporcionar un ajuste satisfactorio.

Actualmente los estudios reportan que las PPR se pueden fabricar con éxito utilizando un flujo de trabajo totalmente digital y que una vez que se entregan al paciente, no se presentaron complicaciones clínicas (Campbell et al., 2017). Las técnicas de fabricación de PPR recientemente desarrolladas tienen el potencial de cambiar el flujo de trabajo clínico y de laboratorio de analógico a digital (Campbell et al., 2017).

Otros estudios también han introducido métodos de fabricación de prótesis removibles basados en CAD / CAM (Nishiyama et al., 2020; Tregerman et al., 2019). Estos estudios informaron aplicaciones exitosas de una variedad de técnicas digitales para la toma de impresiones, el registro de los maxilares, disposición de dientes artificiales y diseño de bases de prótesis.

A pesar de los grandes avances y aportes de los trabajos mencionados anteriormente, ellos son claramente diferentes en lo desarrollado hasta

ahora por nuestro grupo de trabajo, en cuanto a su esencia y objetivos. Por el contrario, una reciente publicación (Chen et al., 2020b) coincide con nuestro trabajo en algunos aspectos muy importantes. En dicha publicación, se expone un desarrollo presentado que parte de unos diagramas calificados de diseños de prótesis parciales removibles (PPR) creados por odontólogos y que brindan a los técnicos información clara y dinámica. Ellos generaron un diseño de PPR como un sistema de apoyo a la decisión clínica (SADC) a través de la producción del diseño de PPR en un formato textual y luego transfiriendo el diseño a unos diagramas de forma automática (Chen et al., 2020b). Se desarrolló un nuevo flujo de trabajo que consta de tres pasos principales para producir y visualizar diagramas de diseño PPR bidimensionales. Las anotaciones y orientaciones de los dientes se establecen a partir de los mapas base en el primer paso y luego se incorporan reglas integradas para describir las variaciones causadas por las interacciones de los componentes de la PPR (Bilgin MS, Erdem A, Aglarci OS, 2015).

Las consideraciones de diseño fundamentales para una PPR requieren que el soporte se derive de los dientes restantes, los tejidos duros y blandos del reborde residual, o ambos. Sabiendo que los dientes sanos pueden desplazarse hasta 0,2 mm y que el tejido blando que recubre el hueso residual puede desplazarse 1,0 mm o más, los odontólogos deben elegir cuidadosamente los componentes retentivos directos e indirectos que evitan el desplazamiento de un RPD desde y hacia los dientes, y tejidos blandos (Dula et al., 2015).

Es importante lograr a través de una PPR el reemplazo de los dientes faltantes, pero debe ser también un objetivo lograr la conservación de los dientes que aún están en boca. Si los pilares no son adecuadamente analizados, una prótesis parcial removible en uso puede acelerar un proceso de pérdida dental (Dula et al., 2015).

Recomendaciones

Dirigidas a odontólogos generales, odontólogos rehabilitadores orales y prostodoncistas; laboratoristas dentales, estudiantes de posgrado en rehabilitación oral y prostodoncia, y profesores en el área de rehabilitación tanto de pregrado como de postgrado.

Tanto para profesores, estudiantes y profesionales que rehabilitan pacientes parcialmente desdentados debe realizarse una motivación para utilizar la prótesis parcial removible como un tratamiento de elección que, si bien no es la primera, sí es una opción que con un adecuado diseño y ejecución puede

prestar un gran servicio para la restitución de la forma, función y estética del aparato masticatorio y, por consiguiente, a la calidad de vida de las personas. La PPR es, además, una opción que está más al alcance de un mayor grupo de población por presentar menores costos que alternativas con implantes o prótesis fijas sobre implantes.

Complementando versiones anteriores, en esta tercera fase, el desarrollo de este software permite a los estudiantes y odontólogos, no solo realizar diseños de prótesis parciales removibles de una forma amigable, sistemática y con una gran fundamentación teórica, sino también con una mayor aplicabilidad a condiciones clínicas reales, en cuanto a la valoración de pilares, en cuanto a proporción corono radicular, movilidad dental y presencia de tratamientos endodónticos.

El presente software facilitar al odontólogo y al estudiante de odontología el diseño de una PPR, de acuerdo con las necesidades específicas de cada paciente, donde se disminuir el tiempo dedicado al diseño por parte del odontólogo y del estudiante de odontología, proporcionando una herramienta práctica y poco compleja. Permite, además, posicionar la PPR como una buena opción de tratamiento, determinado por las condiciones generales e intraorales del paciente.

En docencia también esta fase del desarrollo proporciona al odontólogo y al estudiante una herramienta visual para enseñar a su paciente el diseño de su futura PPR y una ayuda didáctica para el aula de clase

Este desarrollo permite también guiar al técnico dental sobre las condiciones específicas del caso que se va a rehabilitar para una mejor ejecución del diseño.

Se recomienda continuar con el desarrollo del software en una cuarta fase en donde se mejore el diseño a través de una asociación con un análisis previo en paralelómetro.

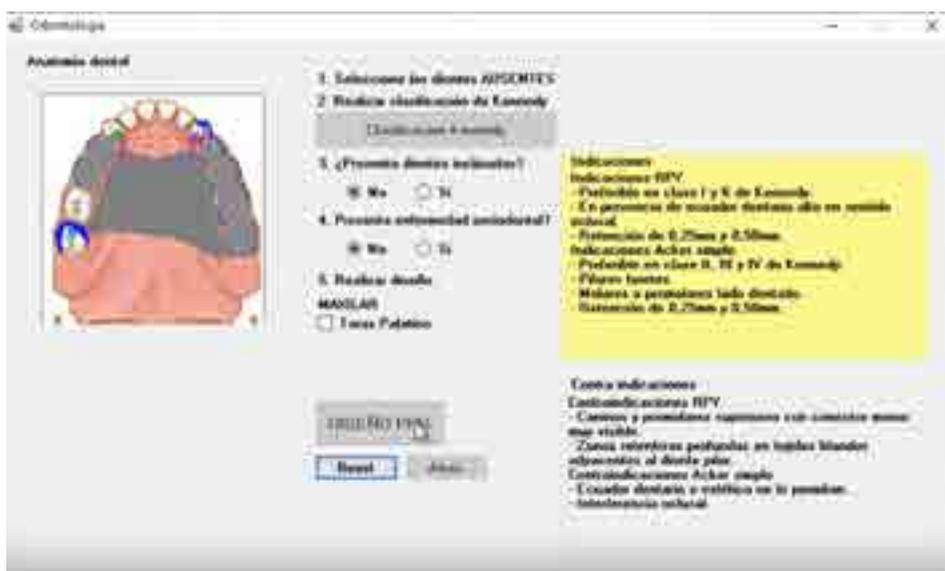
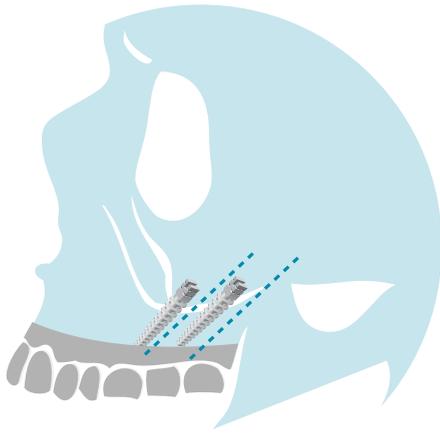


Figura 1. Diseño propuesto para un caso específico propuesto como prueba.

Referencias

- Bilgin MS, Erdem A, Aglarci OS, D. E. (2015). Fabricating complete dentures with CAD/CAM and RP technologies. *J Prosthodont*, 24, 576–9.
- Bohnenkamp, D. M. (2014). Removable partial dentures: Clinical concepts. In *Dental Clinics of North America* (Vol. 58, Issue 1, pp. 69–89). <https://doi.org/10.1016/j.cden.2013.09.003>
- Campbell, S. D., Cooper, L., Craddock, H., Hyde, T. P., Nattress, B., Pavitt, S. H., & Seymour, D. W. (2017). Removable partial dentures: The clinical need for innovation. In *Journal of Prosthetic Dentistry* (Vol. 118, Issue 3, pp. 273–280). Mosby Inc. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2017.01.008>
- Chen, Q., Lin, S., Wu, J., Lyu, P., & Zhou, Y. (2020a). Automatic drawing of customized removable partial denture diagrams based on textual design for the clinical decision support system. *Journal of Oral Science*, 62(2), 236–238. <https://doi.org/10.2334/josnugd.19-0138>
- Chen, Q., Lin, S., Wu, J., Lyu, P., & Zhou, Y. (2020b). Automatic drawing of customized removable partial denture diagrams based on textual design for the clinical decision support system. *Journal of Oral Science*, 62(2), 236–238. <https://doi.org/10.2334/josnugd.19-0138>

- Dula, L. J., Shala, K. S., Pustina-Krasniqi, T., Bicaj, T., & Ahmedi, E. F. (2015). The influence of removable partial dentures on the periodontal health of abutment and non-abutment teeth. *European Journal of Dentistry*, 9(3), 382–386. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.163234>
- Eggbeer, D., Bibb, R., & Williams, R. (2005). The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 219(3), 195–202. <https://doi.org/10.1243/095441105X9372>
- Nishiyama, H., Taniguchi, A., Tanaka, S., & Baba, K. (2020). Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *Journal of Prosthodontic Research*, 64(1), 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.05.002>
- Rudd, R. W., Rudd, K. D., Colorado Springs, D., & Antonio, S. (2001). A review of 243 errors possible during the fabrication of a removable partial denture: Part I *The Journal of Prosthetic Dentistry* 251.
- Tregerman, I., Renne, W., Kelly, A., & Wilson, D. (2019). Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(4), 390–395. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.10.013>
- Xie, Q., Ding, T., & Yang, G. (2015). Rehabilitation of oral function with removable dentures - still an option? In *Journal of Oral Rehabilitation* (Vol. 42, Issue 3, pp. 234–242). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/joor.12246>



Implantes cigomáticos en abordajes intrasinusal y extra maxilar para rehabilitación protésica en maxilares severamente atróficos. Análisis de elementos finitos

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.

Juan Alberto Aristizábal Hoyos | Especialista en Rehabilitación Oral integral.

Correo electrónico: jaristi@autonoma.edu.co

Juan Sebastián Aristizábal Mulett | Magíster en Ingeniería.

Correo electrónico: juan.aristizabalm@autonoma.edu.co

Jessica Lorena Bazurto Aguirre | Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: jessica.bazurtoa@autonoma.edu.co

Yuleisi Miuling Zambrano Elizondo | Residente de la Especialización en Rehabilitación Oral.

Correo electrónico: yuleisimzambrano@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Salud oral-INSAO / Diseño mecánico y desarrollo industrial –Archytas** ■

Palabras clave: maxilares atróficos edéntulos, análisis de elementos finitos, abordajes quirúrgicos, implante cigomático.

Problema a resolver

En las últimas décadas, la corrección del edentulismo parcial o total por medio de prótesis soportadas por implantes se ha convertido en una rutina con resultados confiables a largo plazo (Matsumoto et al., 2017). Sin embargo, los defectos óseos graves, derivados del edentulismo de largo tiempo, la enfermedad periodontal o las secuelas de trauma, pueden dificultar significativamente la colocación de los implantes en la boca. La colocación de implantes en el hueso cigomático, como alternativa a la reconstrucción maxilar con injertos óseos autógenos, se ha considerado una opción viable en la rehabilitación de los maxilares atróficos (Rosenstein & Dym, 2019). Entre otras existen dos alternativas en la colocación de implantes cigomáticos: intrasinusal y extramaxilar.

Se puede afirmar que un factor clave para el éxito o el fracaso del implante dental es la transmisión del esfuerzo al hueso circundante (Ishak et al., 2013a). La carga inapropiada puede resultar en la concentración de esfuerzo en el hueso alrededor del implante que podría conducir a la resorción ósea (Brunski, 1988).

Es arriesgado y difícil probar los esfuerzos en los tejidos vivos como resultado de la fuerza aplicada; por lo tanto, se ha sugerido que los estudios de análisis de esfuerzo deben realizarse en modelos (Gümrukçü, 2019).

Se han realizado pocos estudios que hayan comparado el abordaje intrasinusal y extra maxilar a través del método de elementos finitos (Ishak et al., 2013b), por lo cual no existe consenso sobre el enfoque ideal para la colocación de implantes cigomáticos con respecto al grado de anclaje óseo, la inclinación del implante y falta clarificar la biomecánica de cada uno de ellos.

Con un análisis de elementos finitos, se puede determinar el tipo de abordaje quirúrgico que puede proporcionar una mejor distribución del esfuerzo y la estabilidad del implante en el maxilar y la cigoma, cuando se consideran los antecedentes investigativos, se puede apreciar que el área de conocimiento de los enfoques de colocación de los implantes cigomáticos tiene gran importancia y hace falta dilucidar algunos aspectos de la biomecánica.

Por tanto, la pregunta que se buscó resolver fue: ¿Cuál es la diferencia de los esfuerzos y deformaciones generados sobre el hueso circundante de los implantes cigomáticos en un abordaje intrasinusal comparado con un abordaje extra maxilar, a través del método de elementos finitos?

Contexto del estudio

La rehabilitación relacionada con implantes cigomáticos ha demostrado ser una opción efectiva en el manejo del maxilar edéntulo atrófico. Actualmente, hay varios estudios que demuestran la supervivencia a largo plazo de los implantes cigomáticos (Matsumoto et al., 2017; Bedrossian, 2010). De hecho, estudios recientes demostraron que la rehabilitación de arcos atróficos con la colocación de implantes cigomáticos tiene mayores tasas de éxito que las reconstrucciones óseas grandes con injertos de origen intraoral o extraoral (Wang et al., 2015; Davó et al., 2018).

La técnica original de colocación de implantes cigomáticos por la técnica Brånemark (Matsumoto et al., 2017) requiere la preparación de una "osteotomía de ventana" en la pared lateral del seno maxilar para visualizar la trayectoria del implante. La técnica también prescribe una ruta de implante intrasinusal con una entrada palatina en el seno maxilar. Las complicaciones potenciales en el tratamiento con implantes cigomáticos, especialmente aquellos que ocurren a largo plazo y de manera recurrente, pueden ser extremadamente complejos de tratar (Aparicio et al., 2010).

El grupo de Aparicio (Aparicio et al., 2014) y simultáneamente Miglioranza et al., (2011) describieron por primera vez un nuevo enfoque para la cirugía cigomática conocida como técnica exteriorizada. Maló et al., (2008), en un informe piloto subsiguiente, introdujeron una modificación del enfoque extra sinusal, un enfoque extra maxilar, como una posibilidad para tratar el maxilar reabsorbido independiente de la forma y anatomía maxilar.

Los autores del abordaje extra maxilar recomiendan no tener en cuenta el remanente del hueso alveolar y utilizar el hueso cigomático como anclaje exclusivo del implante. La técnica extra maxilar fue utilizada no solo para paredes maxilares cóncavas, como se indica por los autores de la técnica extra sinusal, pero de manera generalizada, para cubrir también todo tipo de anatomías (Maló et al., 2008).

Una forma no invasiva de predecir la mecánica de contacto in vivo es el modelado computarizado. Para investigar la distribución de la tensión alrededor del hueso periimplantario se han explorado varios métodos, el análisis de Elementos Finitos (MEF) se considera el método más utilizado (Maminskas et al., 2016).

El AEF ha sido transferido y adaptado del campo de la ingeniería al campo de los implantes dentales. Proporciona resultados numéricos útiles para la biomecánica del implante; por ejemplo, la distribución del esfuerzo tanto en el hueso como en el implante, como resultado de la carga del implante puede ser determinado por AEF (Prados-Privado et al., 2020).

Recomendaciones

Dirigidas a cirujanos maxilofaciales, periodoncistas, odontólogos y rehabilitadores orales dedicados a la rehabilitación de pacientes con reabsorciones óseas severas. También, a investigadores en implantología dental.

Los resultados de esta investigación brindan elementos teóricos desde la biomecánica que contribuirán a la elaboración de protocolos clínicos y a elegir la mejor opción de tratamiento para una patología tan compleja como es la rehabilitación de la desdentación total en maxilares severamente reabsorbidos.

Por otra parte, el uso de métodos computacionales para resolver problemas clínicos en odontología abre unas grandes posibilidades para los investigadores. El análisis de elementos finitos (AEF) se ha utilizado ampliamente para predecir el rendimiento biomecánico de varios diseños de implantes dentales, así como el efecto de los factores clínicos en el éxito del implante. Al comprender la teoría básica, el método, la aplicación y las limitaciones de la AEF en la implantología, el odontólogo estará mejor equipado para interpretar los resultados de estos estudios y extrapolar estos resultados a situaciones clínicas.



Figura 1. CAD del ensamblaje de las diferentes partes generadas tanto para extra maxilar como intrasinusal

Referencias

- Aparicio, C., Manresa, C., Francisco, K., Claros, P., Alández, J., González-Martín, O., & Albrektsson, T. (2014). Zygomatic implants: Indications, techniques and outcomes, and the Zygomatic Success Code. *Periodontology* 2000, 66(1), 41–58. <https://doi.org/10.1111/prd.12038>
- Aparicio, C., Ouazzani, W., Aparicio, A., Fortes, V., Muela, R., Pascual, A., Codesal, M., Barluenga, N., Manresa, C., & Franch, M. (2010). Extrasinus zygomatic implants: Three year experience from a new surgical approach for patients with pronounced buccal concavities in the edentulous maxilla. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 12(1), 55–61. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8208.2008.00130.x>
- Bedrossian, E. (2010). Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 25(6), 1213–1221. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21197500>
- Brunski, J. B. (1988). Biomaterials and biomechanics in dental implant design. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 3(2), 85–97. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3075195>
- Davó, R., Felice, P., Pistilli, R., Barausse, C., Marti-pages, C., Ferrer-fuertes, A., Ippolito, D. R., & Esposito, M. (2018). *Immediately loaded zygomatic implants vs conventional dental implants in augmented atrophic maxillae : 1-year post-loading results from a multicentre randomised controlled trial*. 11(2), 145–161.
- Gümrükçü, Z. (2019). *Biomechanical Evaluation of Zygomatic Implant Use in Patients with Different Buccal Maxillary Defect Levels*. <https://doi.org/10.11607/jomi.7696>
- Ishak, M. I., Rafiq, M., & Kadir, A. (2013a). *Finite Element Analysis of Zygomatic Implants in Intrasinus and Extramaxillary Approaches for Prosthetic Rehabilitation in Severely Atrophic Maxillae*. 6–8. <https://doi.org/10.11607/jomi.2304>
- Ishak, M. I., Rafiq, M., & Kadir, A. (2013b). *Finite Element Analysis of Zygomatic Implants in Intrasinus and Extramaxillary Approaches for Prosthetic Rehabilitation in Severely Atrophic Maxillae*. 6–8. <https://doi.org/10.11607/jomi.2304>
- Maló, P., de Araujo Nobre, M., & Lopes, I. (2008). A new approach to rehabilitate the severely atrophic maxilla using extramaxillary anchored implants in immediate function: A pilot study. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(5), 354–366. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)60237-1](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)60237-1)

- Maminskas, J., Puisys, A., Kuoppala, R., Raustia, A., & Juodzbaly, G. (2016). The Prosthetic Influence and Biomechanics on Peri-Implant Strain: a Systematic Literature Review of Finite Element Studies. *Journal of Oral and Maxillofacial Research*, 7(3), 1–11. <https://doi.org/10.5037/jomr.2016.7304>
- Matsumoto, W., de Almeida, R. P., Trivellato, A. E., Sverzut, C. E., & Hotta, T. H. (2017). Zygomatic Implant-Supported Prosthesis: When the Prosthetic Rehabilitation Affects the Function: A Case Report. *Open Journal of Stomatology*, 07(10), 448–454. <https://doi.org/10.4236/ojst.2017.710039>
- Migliorança, R. M., Coppedê, A., Dias Rezende, R. C. L., & de Mayo, T. (2011). Restoration of the edentulous maxilla using extrasinus zygomatic implants combined with anterior conventional implants: a retrospective study. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 26(3), 665–672. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21691615>
- Prados-Privado, M., Martínez-Martínez, C., Gehrke, S. A., & Prados-Frutos, J. C. (2020). Influence of bone definition and finite element parameters in bone and dental implants stress: A literature review. *Biology*, 9(8), 1–17. <https://doi.org/10.3390/biology9080224>
- Rosenstein, J., & Dym, H. (2019). Zygomatic Implants A Solution for the Atrophic Maxilla Zygoma Implant Atrophic Maxilla Oral surgery. *Dental Clinics of NA*. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2019.12.005>
- Wang, F., Monje, A., Lin, G.-H., Wu, Y., Monje, F., Wang, H.-L., & Davo, R. (2015). Reliability of Four Zygomatic Implant-Supported Protheses for the Rehabilitation of the Atrophic Maxilla: A Systematic Review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 30(2), 293–298. <https://doi.org/10.11607/jomi.3691>



Medidas de adaptación y estrategias para la implementación en la dimensión salud en el marco del plan integral de gestión al cambio climático en Caldas

ODS al cual aporta el proyecto: No. 13. Tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Olga Lucía Ocampo López | Doctora en Ingeniería

Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co

Paula Tatiana González Pérez | Magíster en Salud Pública.

Correo electrónico: tatiana.gonzalez@autonoma.edu.co

Victoria Salazar Gil | Magíster en Ingeniería Industrial.

Correo electrónico: vsalazar@autonoma.edu.co

Jenny Paola Ríos Hernández | Magíster en Ingeniería.

Correo electrónico: jennyp.rios@autonoma.edu.co

Eliana Salomé Marín Velásquez | Estudiante de Ingeniería Industrial

Correo electrónico: eliana.marinv@autonoma.edu.co

Felipe Castaño González | Estudiante de Ingeniería Biomédica.

Correo electrónico: felipe.castanog@autonoma.edu.co.

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial “Archytas” / Desarrollo Regional Sostenible / Salud Pública** ■

Palabras clave: Calidad del agua, cambio climático, ETV.

Problema a resolver

El documento CONPES 3550 de 2008, que establece los lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental, define la Salud Ambiental como el área de las ciencias que trata la interacción y los efectos que, para la salud humana, representa el medio en el que habitan las personas (DNP y PNUD, 2009).

Por su parte, el Plan decenal de Salud Pública acoge los compromisos del ámbito internacional, entre los que tienen relevancia los ODS y los acuerdos de la Convención Marco sobre el Cambio Climático. Este plan indica la necesidad de implementar sistemas de alerta de emergencias que permitan predecir y pronosticar potenciales situaciones de riesgo sanitarias y ambientales por los efectos adversos del cambio climático. La Tercera Comunicación Nacional para el Cambio Climático, por su parte, resalta la necesidad de conocer las amenazas, la sensibilidad y la capacidad adaptativa que conlleve a la reducción de la vulnerabilidad. Por tanto, se requiere avanzar hacia la gestión integral de cambio climático en la dimensión salud determinando estrategias de adaptación.

La salud ambiental se ve afectada por el cambio climático que influye en el ciclo del agua, con efectos en su calidad, además de alterar la dinámica de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV); desde este contexto, es fundamental brindar medidas de adaptación que faciliten su incorporación considerando la gobernanza y la gestión tecnológica, y la gestión interinstitucional se pueden brindar soluciones a las comunidades.

Las ETV representan más del 17% de las enfermedades infecciosas del mundo y ocasionan más de un millón de defunciones a nivel mundial; en las Américas, ponen en riesgo la salud de una de cada dos personas; la de mayor importancia, por su elevada carga social y económica, son la malaria y el dengue, la Leishmaniasis y la enfermedad de Chagas (Padilla, Pardo, y Molina, 2017).

En este sentido, se considera relevante comprender las conexiones entre ETV y cambio climático. Es especial en problemas prioritarios de salud pública en Colombia, como el dengue, el cual se caracteriza por la transmisión con tendencia creciente; la circulación de diferentes serotipos, los ciclos epidemiológicos cada dos o tres años y la infestación del vector en más del 90% de los territorios situados a altitudes inferiores a 2200 m.s.n.m, según lo reporta el INS. En el departamento de Caldas se tienen municipios endémicos e hiperendémicos de dengue.

Contexto del estudio

En Colombia, según reporte del Instituto Nacional de Salud – INS, debido al incremento en las precipitaciones, se espera que se favorezcan los escenarios de las condiciones ambientales que hacen que se incrementen la proliferación de vectores (INS, 2020a). La malaria es un evento endemo-epidémico persistente en áreas rurales dispersas de municipios de las diferentes regiones situadas a menos de 1.500 msnm. Asimismo, el dengue mantiene una transmisión endemo-epidémica persistente, pero con incrementos paulatinos de la endemia, con patrones de transmisión focalizados y dispersos en áreas urbanas, situadas a menos de 2.200 msnm. Anualmente, se registran entre 60 a 100 casos de esta virosis, 5 a 10% de los cuales son casos de dengue grave y ocurren más de 40 muertes por esta causa (INS, 2020b).

Las leishmaniasis también son endemo-epidémicas y presentan un aumento en el número de casos desde la década del 2000; se desarrollan principalmente en focos rurales ubicados por debajo de los 1.800 msnm (Padilla et al., 2017).

La enfermedad de Chagas se presenta en zonas endémicas de transmisión en altitudes por debajo de los 2.000 msnm (Guhl et al. 2005), con una prevalencia de infección humana de 1,3 millones de personas y alrededor de 3,5 millones de habitantes (Padilla, Pardo, et al. 2017).

La distribución e intensidad de las diferentes enfermedades transmitidas por vectores está determinada por una compleja y dinámica interacción de factores condicionantes biológicos, geográficos y ambientales que determinan el establecimiento de áreas geográficas adecuadas de transmisión rural, periurbana y urbana. En todos estos espacios se desarrollan procesos sociales, económicos, políticos, biológicos y culturales cuya interacción favorece la transmisión endémica, emergente, reemergente y epidémica.

En los últimos años, la globalización de los desplazamientos y el comercio, el cambio climático, la urbanización de la población, los asentamientos no planificados, la limitación de los servicios básicos de calidad, los comportamientos y las prácticas culturales a nivel urbano favorecen la transmisión endemo-epidémica persistente del dengue y la emergencia de otras arbovirosis, como lo han podido evidenciar las recientes epidemias de chikungunya y Zika. Igualmente, la explotación irracional de la minería ilegal y los cultivos ilícitos, y el gran deterioro ambiental que conllevan, así como los desplazamientos de poblaciones sensibles y de portadores, se contarían entre los principales factores que explican la dinámica de la transmisión de enfermedades como la malaria, las leishmaniasis, la enfermedad de Chagas y la fiebre amarilla (Padilla, Lizarazo, et al. 2017).

El dengue es una de las principales enfermedades de interés en salud pública en el país, considerando que se presentan 390 millones de infecciones

cada año, de las cuales 96 millones se manifiestan clínicamente. Esta ETV pone en riesgo a 3.900 millones de personas que viven en zonas endémicas de 128 países. En el año 2019 se presentó el mayor brote de dengue en las Américas desde su aparición en la región, se presentaron 3.139.335 casos de la infección y 1.583 muertes. Colombia aportó el 8,13% de los casos totales presentados en la región de las Américas (MSPS et al., 2014).

Las variables climáticas que más influyen en la reproducción biológica son la temperatura, la precipitación y la humedad. Según la CEPAL (2013a) por debajo de 22°C no se presentan epidemias de dengue, dado que la temperatura es inferior a la requerida para el desarrollo del virus en el mosquito.

En Colombia se presentan condiciones ambientales favorables para la reproducción del vector y las áreas endémicas tienen temperaturas medias alrededor de 27°C. Cada una de las regiones de Colombia tiene condiciones climáticas, sociales y políticas distintas que deben tenerse en cuenta en el momento de analizar la efectividad de los métodos de intervención que se han implementado en cada una de estas comunidades.

Recomendaciones

Dirigidas a Corporación Autónoma Regional de Caldas – Corpocaldas. Consejeros de Cuenca. Dirección Territorial de Salud de Caldas. Nodo Regional de Cambio Climático Eje Cafetero. Consejo Territorial de Salud Ambiental –COTSA- y CIDEA Municipales. Instituciones Educativas. Comunidad en general.

La identificación de las últimas epidemias presentadas en Colombia permite comprender el grado de afectación en las diferentes regiones del territorio nacional (Padilla et al., 2012), es importante su difusión para generar mayor conciencia de la problemática de ETV no sólo de las entidades prestadoras de servicios de salud, sino también de los servidores públicos y los ciudadanos en general. Importante considerar esta información en las estrategias de educación ambiental, en especial en los municipios endémicos e hiperendémicos identificados por el Instituto Nacional de Salud.

Por otra parte, la evaluación de la efectividad de las estrategias implementadas para el control de las ETVs es fundamental para la revisión de los planes de acción de la Dirección Territorial de Salud, la Secretarías de Salud, el COTSA y las Mesas Técnicas de ETVs, que permita reducir el impacto considerando la variabilidad climática y la intensificación de efectos por el cambio climático.

Como lo señala Peña García (2007), existen diversos factores, entre los que destacan los ecológicos, climáticos, biológicos, sociales, económicos y políticos, que han favorecido de algún modo la dispersión y persistencia de los agentes causales y la proliferación de los mosquitos vectores, a lo que se suma el aumento de individuos susceptibles, las migraciones humanas, la deficiencia en el acceso a la atención médica, la carencia de tratamientos específicos efectivos y las deficiencias en los servicios de vigilancia, prevención y control.

La prevención siempre es prioritaria y, por tanto, la educación también es lo primero. En ese sentido, es necesario lograr la concertación con los sectores sociales e institucionales involucrados en el problema y la coordinación de las políticas sectoriales para darle sostenibilidad a las acciones de promoción y prevención de los factores determinantes del problema a mediano y largo plazo, tal como lo plantea Padilla, Pardo, et al. (2017).

Teniendo en cuenta las implicaciones de las ETV en este trabajo se realizó énfasis en los productos de apropiación social del conocimiento y juegos virtuales para la estrategia de educación ambiental. Se desarrollaron aplicaciones móviles buscando el conocimiento de riesgo y la prevención de ETV.

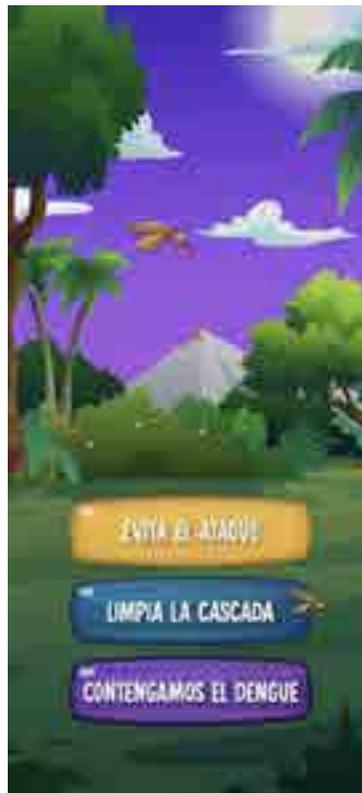


Imagen 1. Interfaz de la app

Referencias

- BID - CEPAL. (2012). *Valoración económica de daños y pérdidas. Ola invernal Colombia 2010 - 2011*.
- DNP, & PNUD. (2009). *El departamento de Caldas frente a los Objetivos de Desarrollo del Milenio*.
- Guhl, F., Restrepo, M., Angulo, V. M., Antunes, C. M. F., Campbell-Lendrum, D., & Davies, C. R. (2005). Lessons from a national survey of Chagas disease transmission risk in Colombia. *TRENDS in Parasitology*, 21(6), 259-262.
- MSPS, OPS, & OMS. (2014). *Referentes conceptuales y abordajes sobre determinantes ambientales*. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/referentes-conceptuales-abordajes-determinantes-ambientales.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud, & Instituto Nacional de Salud. (2020). *Guía de atención clínica integral del paciente con dengue*. https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=773:guia-de-atencion-clinica-integral-del-paciente-con-dengue&Itemid=361
- Padilla, J. C., Lizarazo, F. E., Murillo, O. L., Mendigaña, F. A., Pachón, E., & Vera, M. J. (2017). Transmission scenarios of major vector-borne diseases in Colombia, 1990-2016. *Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud*, 37, 27-40. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i0.3769>
- Padilla, J. C., Rojas, D. P., & Sáenz-Gómez, R. (2012). *Dengue en Colombia: Epidemiología de la reemergencia a la hiperendemia*. Guías de Impresión LTDA. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Peña García, A. (2007). Una perspectiva social de la problemática del agua. *Investigaciones Geograficas*, 62, 125-137.
- Planeación Nacional. (2008). Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) 3550. *Republica de colombia. Departamento de planeación.*, 54.
- Poveda, G., Álvarez, D. M., & Rueda, Ó. A. (2011). Hydro-climatic variability over the Andes of Colombia associated with ENSO: A review of climatic processes and their impact on one of the Earth's most important biodiversity hotspots. *Climate Dynamics*, 36(11-12), 2233-2249. <https://doi.org/10.1007/s00382-010-0931-y>



Programa - Delfín

Resúmenes de los proyectos realizados por los estudiantes UAM salientes-2021. Durante el 2021 la UAM participó en el programa DELFÍN con 39 estudiantes entrantes y 37 salientes. A continuación, se presentan los resúmenes de los estudiantes salientes en el marco de los proyectos realizados con investigadores externos -nacionales e internacionales- a la UAM.

Subprogramas

Movilidad de profesores e investigadores

Movilidad Estudiantil

Divulgación Científica y Tecnológica

Cátedra: Competencias interculturales para la ciudadanía global

Programa internacional intercultural
(Vive México - Unesco)

MIVI para Colombia



Implementación de realidad aumentada para la intervención en niños con problemas de psicomotricidad infantil

Autor

Jhan Carlos Aguirre González | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: *jhan.aguirreg@autonoma.edu.co*

Asesor

Dr. Osslan Osiris Vergara Villegas | Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Planteamiento del problema

La psicomotricidad corresponde al área que estudia la interacción entre el conocimiento, las nociones, las emociones y el movimiento en la infancia. Cabe aclarar que, sobre el tema de psicomotricidad, existen diversas construcciones teóricas; sin embargo, para algunos autores, la psicomotricidad en general representa la intervención educativa o terapéutica que tiene como propósito el desarrollo de las habilidades motrices y expresivas a partir del cuerpo (Viteri, 2012). La evolución de dichas capacidades permite la realización de una serie de movimientos corporales y acciones, así como su representación mental y consciente de los mismos. La evolución se encuentra estrechamente relacionada con características biológicas propias de cada niño y con el entorno familiar, social y cultural donde se desenvuelve; por ello, una de las particularidades del desarrollo psicomotor en los niños es la existencia de ciertas variaciones interindividuales que regularmente se identifican con cambios que podrían considerarse normales o esperables o, en su defecto, como retrasos de maduración, debido a causas temporales o permanentes (Vericat y Orden, 2013).

Los factores biológicos, socioculturales y psicosociales se han descrito como determinantes para alteraciones en el desarrollo psicomotor durante las primeras etapas del individuo, demostrando ser la tercera causa asociada a los problemas de aprendizaje en la población infantil. Según la Asociación Americana de Psiquiatría, se estima que las alteraciones psicomotoras tienen una prevalencia del 6% en niños entre 5 y 11 años; Holanda, por ejemplo, ha

reportado prevalencias del 2,7% y en Singapur una prevalencia del 15,6%. En la región de Zaragoza, en España, se observó que entre el 11% y 12% de las consultas por neuropediatría se realizaban por motivo de retraso psicomotor (Palacio et al, 2017).

En lo que se refiere a Latinoamérica, la prevalencia de los problemas de aprendizaje asociados a alteraciones psicomotoras se ubica entre el 33% al 45%. Del mismo modo, se han reportado retrasos en el desarrollo psicomotor en niños en condición de pobreza a partir de los 18 meses de edad, según datos de la Secretaría de Desarrollo Social de México. En este sentido, se crea la necesidad de desarrollar un proceso de intervención hacia estudiantes, implementando tecnologías novedosas como la realidad aumentada, esto con el propósito de prevenir el desarrollo de problemas psicomotrices que puedan afectar áreas socioculturales y psicosociales de los niños.

Metodología

Se comenzó con una revisión bibliográfica acerca de videojuegos serios dirigidos al apoyo terapéutico; para ello, se utilizaron las bases de datos electrónicas Scopus, PubMed, Science Direct y Google Scholar, en las cuales se realizó una búsqueda avanzada con los siguientes términos: "videogame" o "video game" o "serious game" o "therapeutic game" o "gamification" y, por otro, "Serious game" o "realidad aumentada" y "psicomotor".

Se incluyeron, además, estudios correspondientes a artículos de investigación y revisiones escritos en inglés y español, y no se descartó ningún artículo por el tipo de diseño de investigación o metodología. Cabe aclarar que no se establecieron criterios de exclusión estrictos con el propósito de incluir más estudios que pudieran generar una visión más amplia sobre el estado del arte en este tema.

A partir de la revisión bibliográfica se determinaron las reglas del juego, teniendo en cuenta la utilización de un micrófono y una cámara dentro de los dispositivos periféricos o integrados que requiere el computador:

- Posicionarse enfrente del computador, de manera que sea visible por la cámara.
- Repetir o imitar el movimiento animado mínimo 3 veces.
- Ejecutar los comandos de voz para continuar con el juego y evitar salir del rango de visión de la cámara.

Posterior a ello, se determinó el movimiento a imitar por los niños mediante una animación 2D mostrada por pantalla. Cabe aclarar que se deben integrar más movimientos para el correcto alcance del proyecto.

Una vez concluidos los requerimientos del juego, como las reglas, dispositivos y movimientos a implementar, se procedió al desarrollo del algoritmo y se realizó la estructuración de la estética y diseño final del videojuego. Finalmente, se realizó la puesta en marcha del videojuego serio para validar el correcto funcionamiento y realizar las mejoras necesarias a partir de la retroalimentación.

Conclusiones

Teniendo en cuenta los procesos desarrollados y los resultados alcanzados hasta el momento, se ha logrado identificar la importancia del estudio de la psicomotricidad infantil y su impacto en el desarrollo intelectual, social y afectivo de los niños. Del mismo modo, se logró observar que la implementación de tecnologías novedosas como la realidad aumentada pueden cumplir un papel fundamental en los procesos de enseñanza que se llevan a cabo en las aulas, permitiendo así la educación de calidad inclusiva y equitativa (ODS 4).

Clasificación del lenguaje pragmático usando técnicas de aprendizaje profundo

Autores

Jesús Alejandro Alzate Grisales | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: jesus.alzateg@autonoma.edu.co

Pedro Nicolás Aguilar Gómez | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: agpn16@gmail.com

Asesor

Dr. Ulises Olivares Pinto | Universidad Nacional Autónoma de México.

Planteamiento del problema

Diversos estudios señalan que la evolución de las capacidades pragmáticas es bastante amplia, por lo cual el uso del lenguaje pragmático ha sido atribuido a estructuras específicas en el cerebro y redes neuronales funcionales. De este modo, la evaluación del lenguaje pragmático en grandes grupos de estudiantes puede llegar a ser una tarea muy demandante en tiempo, además de requerir para dicha tarea personal capacitado como psicólogos; por lo cual el uso de algoritmos de Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP) e Inteligencia Artificial será de vital importancia. Partiendo de esta premisa, el presente proyecto propone el uso de algoritmos para clasificar de forma automática el desarrollo cognitivo de estudiantes de primaria y secundaria. Esta herramienta coadyuvará a los expertos para acelerar su trabajo y proporcionará información con respecto al desarrollo del lenguaje pragmático en los diferentes grupos de estudiantes.

Metodología

Se contó con 2 conjuntos de datos con 155 preguntas aplicados en los niveles primaria y secundaria. Ambos conjuntos de datos son etiquetados por personal calificado, obteniendo, de ese modo, para cada respuesta, un número entre el 0 y el 3, que evalúa desde un completo sin sentido la respuesta a un grado alto de sentido. Las respuestas 0 fueron eliminadas. Con los datos

filtrados se emplearon dos modelos computacionales para la clasificación de reactivos siendo BERT y GPT-2.

Para GPT-2 se utilizaron dos modelos de preentrenamiento siendo el modelo original de OpenAI con nombre 'gpt2' y el modelo en español desarrollado por Josué O., y Berny C., con nombre 'datificate/gpt2-small-spanish'.

Para el clasificador, los datos fueron divididos en dos sets, uno de entrenamiento y otro de prueba, con una proporción de 80% y 20% respectivamente. Dichos datos se encuentran en .txt por implementación del código. Con los sets de datos depurados y almacenados se cargó Transformers y todas las librerías necesarias; de las librerías se instalaron en específico imgaug 0.2.5 y matplotlib 3.4.0 para graficar los resultados.

Por configuración, se utilizó la etiqueta 'Zero' como una clase de datos vacía para descartar los reactivos sin respuesta y evitar errores en tiempo de ejecución. El código constó de 2 clases que tienen como propósito leer el contenido de los archivos para crear la base de datos y convertir el texto en etiquetas numéricas.

Las funciones, por su parte, se encargan de proveer un conjunto de respuestas con una estructura numérica al clasificador para comenzar el proceso de entrenamiento y realizar la validación mediante una estructura similar a la función de entrenamiento. Posteriormente, se cargó el modelo a utilizar y su *tokenizador* para evaluar su rendimiento.

En el caso del entrenamiento con BERT se tuvieron en cuenta 2 modelos con diferentes características, buscando que ambos modelos fueran preentrenados en español o al menos el vocabulario con el que este fue entrenado tenga palabras en español. El primero de estos es llamado "BETO", un modelo desarrollado por la Universidad de Chile. Por otro lado, se encuentra "BERT-Multilingual", un modelo creado y entrenado por *Google Research*.

Luego de obtener las arquitecturas y configuraciones originales en el repositorio de GitHub original de cada modelo, se utiliza Tensorflow para el ensamble y entrenamiento de estos. Inicialmente, se utiliza el vocabulario de cada modelo para ajustar el tokenizador, de forma que se convierten las palabras en un formato numérico entendible para los modelos de aprendizaje profundo. Posteriormente, se cargó el modelo y los pesos correspondientes. Se entrenaron ambos modelos por 30 épocas cada uno, teniendo en cuenta datos de entrenamiento, validación y prueba, con una distribución de 80%-10%-10% respectivamente. Es importante aclarar que durante el entrenamiento del modelo se utilizaron métricas, como "Matthews Correlation Coefficient" (MCC) y la función de pérdida fue "Sigmoid Focal Cross Entropy", con el fin de evaluar correctamente los resultados teniendo en cuenta el desbalance de clases en los datos, donde hay más muestras para la clase 1 y 3 que para la clase 2.

Por último, al tener los modelos entrenados siendo BERT y GPT-2, se evalúan los datos de prueba, obteniendo gráficas con los resultados obtenidos

de MCC y la pérdida, y se generó un reporte de evaluación que entrega la precisión por clase, además de una matriz de confusión.

En BERT, el procedimiento anteriormente mencionado, se utilizó, además, para la estrategia de validación cruzado, con la que se buscó evaluar la estabilidad de los resultados presentados por los diferentes modelos.

Conclusiones

La estancia de verano permitió un acercamiento a la implementación de técnicas de inteligencia artificial de vanguardia en el campo de las ciencias de la computación. Las implementaciones mostraron un mejor rendimiento en la precisión de la clasificación con el preentrenamiento en español que con el preentrenamiento original, algo que se pudo observar principalmente en las variaciones de los modelos basados en BERT, en el que el mejor resultado fue reportado por BETO. Además, el uso de métricas para la evaluación de resultados, teniendo en cuenta el desbalance de los datos, demostró ser una herramienta útil; sin embargo, se propone aumentar el número de respuestas en las bases de datos, de manera que permita nivelar o tener más muestras de la clase para cada pregunta.

Al ser un proyecto extenso, los resultados obtenidos son todavía prematuros; sin embargo, con los resultados y observaciones encontradas durante la estancia que permiten plantear la viabilidad del proyecto para trabajar a futuro y, de esta manera, obtener resultados más prometedores y precisos, no solamente en la clasificación en la pragmática del lenguaje, sino también en la evaluación de dichos resultados en relación con el desarrollo cognitivo y dificultades o ventajas existentes entre estudiantes a nivel primaria y secundaria en Latinoamérica.

Aplicación móvil de apoyo a la comunicación en instituciones educativas ante la COVID-19

Autor

José Luciano Amaya Carrascal | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: jose.amayac@autonoma.edu.co

Asesora

Dra. Julia Patricia Melo Morín | Instituto Tecnológico Superior de Pánuco.

Planteamiento del problema

Debido a la situación de salubridad actual que se está viviendo alrededor del mundo, muchas instituciones educativas se vieron en la necesidad de cambiar su metodología de enseñanza adoptando una estrategia de educación virtual o a distancia. Este cambio en la forma de enseñar supone una reinención al apartado de la comunicación que debe existir entre estudiantes y profesores o profesores, y padres de familia; por ello, muchas instituciones empezaron a hacer uso de las redes sociales y las aplicaciones de mensajería instantánea como WhatsApp para suplir esa necesidad. Estas aplicaciones informáticas, aunque efectivas para la comunicación entre diferentes personas alrededor del mundo, tienen un propósito ajeno a la comunicación en un ámbito educativo; por esta razón, al utilizar dichas aplicaciones para tal fin se estarían combinando tanto el ámbito educativo como el ámbito social, lo que puede llegar a generar confusiones tanto en estudiantes como en profesores.

Metodología

La metodología de trabajo que se llevó a cabo en la investigación se trata de un desarrollo tecnológico con un enfoque cualitativo, dado que el objetivo principal de la investigación es el desarrollo de una aplicación móvil para la comunicación entre los diferentes entes en una institución educativa. Se hizo uso de una metodología de desarrollo ágil denominada Iconix. Debido al tiempo y equipo de trabajo con el que se disponía, esta metodología fue de gran

ayuda, ya que tiene sus fases bien definidas y se enfoca en la implementación del código fuente.

Además de lo anterior, y hablando específicamente de las tecnologías usadas para el desarrollo, se utilizó el *sdk* desarrollado por Google llamado *Flutter*. Este *framework* permite generar una aplicación nativa tanto para Android como para ios, sin la necesidad de tener dos bases de código fuente, dicho *framework* hace uso de la sintaxis del lenguaje de programación Dart, el cual fue el que se utilizó en el desarrollo. En cuanto al ámbito de desarrollo utilizado se hizo uso del IDE de desarrollo *Visual Studio Code* y un dispositivo virtual con un sistema operativo Android en su versión 10, el cual fue creado gracias al uso del entorno de desarrollo integrado llamado Android Studio.

Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en el transcurso de la investigación permiten concluir que, gracias a todo el desarrollo tecnológico llevado a cabo en los últimos años, específicamente en el desarrollo móvil, se cuenta con una gran variedad de tecnologías que tienen como fin la creación de aplicaciones móviles; muchas de estas tecnologías ayudan a que, con una sola fuente de código y de una manera ágil, se pueda generar una aplicación tanto para Android como para IOS.

Además de lo anteriormente mencionado, cabe destacar que el desarrollo llevado a cabo se realizó en un corto periodo de tiempo y con un equipo de desarrollo pequeño, por lo cual, se puede concluir que fue una buena idea el uso del *framework* de desarrollo *flutter* para la implementación del código fuente y la creación de la aplicación, gracias a que dispone de un número muy grandes de *widgets* que permiten agilizar el desarrollo.

Finalmente, se concluye que el desarrollo dejó como resultado una aplicación móvil funcional que puede llegar a funcionar como alternativa de las ya mencionadas redes sociales y aplicaciones de mensajería instantánea en un ámbito educativo, dado que el fin de la aplicación se realizó, y, aunque cabe destacar que existen algunas posibles mejoras a la funcionalidad de la misma, es una aplicación móvil que ya puede empezar a ser adoptada por instituciones educativas como herramienta de comunicación.

Computación Evolutiva

Autor

Daniel Arias Garzón Garzón | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: daniel.ariasgar@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Efrén Mezura Montes | Universidad Veracruzana.

Planteamiento del problema

Los procesos de optimización son altamente necesarios en el quehacer humano, ya que se puede hacer más eficiente el uso de recursos o encontrar mejores soluciones para problemas complejos. Normalmente, los métodos de optimización son iterativos y se basan en derivadas o directamente en la función a optimizar. Desde los inicios de la Inteligencia Artificial, y en particular en los años iniciales de las redes neuronales artificiales, se evidenció que el proceso de aprendizaje de una red neuronal artificial es en realidad un problema de optimización (por ejemplo, minimizar el error de clasificación). Para ello, se buscan modificar los valores de los pesos asociados a las neuronas artificiales y así minimizar dicho error. Si bien existen métodos de gradiente para realizar tal proceso, surge la computación evolutiva como alternativa para optimizar los valores de los pesos de una red neuronal artificial y también para optimizar la arquitectura de la red neuronal artificial.

Metodología

Un algoritmo Evolutivo aplicado a redes neuronales consiste en una serie de pasos que imitan el proceso evolutivo. Primero se plantea una población que, para este caso, son modelos definidos de manera aleatoria; se evalúan estos modelos, se cruzan los mejores y, para obtener un mayor número de posibilidades, se mutan algunas de estas cruza hasta cumplir con un parámetro deseado; entonces, en este caso, se utilizaron dos algoritmos para notar este proceso, primero se realizó un algoritmo de evolución diferencial (DE), el cual permitió mostrar como estos algoritmos pueden encontrar un mínimo en una

función definida y luego se utilizó la librería de Python NEAT (*NeuroEvolution of Augmenting Topologies*) para generar redes neuronales y clasificar ciertas bases de datos propias de otra librería de Python llamada scikit-learn.

Conclusiones

Durante esta estancia se logró adquirir los conocimientos necesarios en computación evolutiva y su aplicación sobre redes neuronales; para la creación de un algoritmo que pueda evolucionar una red neuronal, obteniendo buenos resultados. Adicional a esto, se realizó paralelamente un sistema aplicado a una problemática específica en seguridad informática, por lo cual se puede concluir que la computación evolutiva contribuye con el objetivo de desarrollo sostenible 9, ya que permite un proceso optimización en la creación de sistemas de inteligencia artificial de formas más automáticas promoviendo el crecimiento en procesos automáticos en la industria.

Aplicación de técnicas de preprocesamiento y segmentación para la predicción de COVID-19 usando Deep Learning

Autores

Fernanda Martínez Rodríguez | Universidad de Guadalajara.

Correo electrónico: fernanda.martinez7439@alumnos.udg.mx

Harold Brayan Arteaga Arteaga | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: harold.artegaa@autonoma.edu.co

María José Palancares Sosa | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: mariajpalancares@gmail.com

Mario Alejandro Bravo Ortiz | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: mario.bravoo@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Sonia Contreras Ortiz | Universidad Tecnológica De Bolívar.

Planteamiento del problema

La pandemia de *COVID-19* causada por el virus *SARS-CoV-2* tiene un impacto severo en áreas sanitarias y también económicas, forzando la implementación de medidas de confinamiento social con el objetivo de reducir la expansión del virus y prevenir el colapso de los sistemas de salud.

A la fecha no existe un tratamiento farmacológico específico, sin embargo, gracias a los avances en investigación se han desarrollado vacunas y métodos de detección del virus. Las técnicas de imagen médica como radiografías de tórax (*CXR*) resaltan ante las pruebas de reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (*RT-PCR*) porque permiten diagnosticar y dar seguimiento a la enfermedad de manera más rápida y accesible.

Con la intención de reducir la carga de trabajo del personal de salud, al mismo tiempo de aumentar la fiabilidad del diagnóstico y el análisis cuantitativo de *CXR*; se han propuesto métodos de detección automática de *COVID-19* mediante el uso de redes neuronales convolucionales (*CNN*) de arquitecturas propias o previamente documentadas. Y a su vez, en un intento por mejorar la precisión de la red, estudios previos han implementado técnicas de preprocesamiento a las *CXR* para mejorar la calidad de las imágenes de los pulmones, la apariencia de opacidades y estructuras no lineales.

Metodología

Se estudiaron y aplicaron técnicas de preprocesamiento de imágenes como filtrados espaciales, mejoras de contraste por ecualización de histograma y extracción de características de fase al conjunto de datos original para compararlas y encontrar la que permitiera mejorar los resultados en la CNN. Estos métodos se describen a continuación:

Corrección gamma adaptativa con distribución de pesos (AGCWD)

La corrección gamma es una operación no lineal, pixel a pixel, que emplea el parámetro gamma para mejorar el contraste de la imagen aprovechando la relación logarítmica entre la intensidad luminosa y la intensidad resultante. Debido a que se manipularon miles de radiografías de tórax, cada una con diversos rangos de intensidades, se empleó un algoritmo de corrección gamma adaptativo evitando la limitación en el mejoramiento por un valor fijo de gamma.

Ecualización de histograma ponderado y separado de forma recursiva (RSWHE)

Es una técnica basada en el mejoramiento del contraste, cuyas ventajas atribuidas son la mejora de contraste en la imagen con la preservación del brillo de esta y valores mayores en la relación señal-ruido que otras técnicas de contraste. Esta se realiza mediante la segmentación del histograma de la imagen de entrada por media, generando 2r sub histogramas que se ecualizan individualmente.

Filtros espaciales (AMF, NLM, CLAHE)

Este método consta de dos procesos de filtrado espaciales seguidos de una mejora de contraste por medio de una ecualización de histograma adaptativo con contraste limitado (CLAHE).

El primer filtro utilizado es el adaptativo de mediana (AMF), cuya función es reducir el ruido impulsivo. Consiste en un análisis de la vecindad del pixel de interés para saber si le corresponde el valor de intensidad que tiene, mediante una ventana que varía su tamaño en función a los valores de mediana presentes.

El segundo filtro de media no local (NLM) busca corregir el valor del pixel de análisis mediante una ponderación de zonas de la imagen denominadas patches que guardan similitud con la zona tratada de la imagen, bajo la premisa de que la intensidad de un pixel puede estar ligada a las intensidades de otros

pixeles en la imagen. Reduciendo el ruido aditivo de la imagen. Finalmente, la imagen filtrada se ecualiza con el método *CLAHE*, el cual cuenta con un límite denominado clipping establecido para evitar la sobre amplificación de contraste.

Extracción de características de fase (LPA, LPE, ELEA)

Usando un análisis de imagen local basado en fase se extrajeron tres características de fase local diferentes que no son visibles en las radiografías originales y no varían con la intensidad, por lo que los resultados no se ven afectados por las variaciones de intensidad causadas por características físicas del paciente o las condiciones de la toma de la radiografía. Dichas características son: *local weighted mean phase angle (LwPA)*, *weighted local phase energy (LPE)* y *enhanced local energy attenuation (ELEA)* (Qi. et al, 2021).

Redes neuronales convolucionales (CNN)

Posterior a la elaboración de las bases de datos con las imágenes preprocesadas, estas se usaron para la evaluación con la *CNN*. Con esto, se consolidó una base de datos de imágenes de radiografías de tórax con y sin *COVID-19*. También, una base de datos con segmentación de pulmones, mediante redes neuronales como *U-Net*. Además, la implementación de los algoritmos de preprocesamiento para mejora de las imágenes y la creación de una *CNN* nueva para detección de *COVID-19*.

La *CNN* nueva tiene un diseño propio, su principio de creación está basado en *Inception-ResNetV3* y *GBRAS-Net*. La *CNN* recibe imágenes de entrada de tamaño 224×224 , extrae características mediante convoluciones, donde tiene bloques residuales que ayudan a evitar el desvanecimiento del gradiente, debido a su tamaño, usa la función de activación *ReLU* y finaliza con un *global max pooling*. Al llegar a la etapa final de clasificación, está conformada con 128, 64, 32 y 2 neuronas, donde las últimas 2 entran a un *Softmax* para las predicciones, mientras las otras neuronas usan la función de activación *ELU*.

Conclusiones

Los resultados de evaluación de la *CNN* a imágenes de pacientes con *COVID-19* y pacientes sanos mostraron una precisión del 99,71%. Se desarrollaron algoritmos en *Python* y *MATLAB* de preprocesamiento de las imágenes. Se observó una mejoría en la segmentación de los pulmones cuando se emplearon imágenes preprocesadas en comparación con las imágenes originales. En particular, el algoritmo *RSWHE* con $r=1$ fue el que presentó los mejores resultados.

BTS Y XBOX KINECT[®] para el análisis de los ángulos de movimiento en posiciones estáticas

Autor

Juan Felipe Astudillo Muñoz | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: juan.astudillom@autonoma.edu.co

Asesora

Dra. Lina María Montealegre Mesa | Universidad Autónoma de Manizales.

Planteamiento del problema

Las diferentes alternativas terapéuticas en el mundo moderno están generando una transición, debido a los beneficios que traen las herramientas tecnológicas, en comparación con las alternativas convencionales, las cuales son económicas, de fácil operación y de gusto para los usuarios, por ser sistemas más interactivos y con la posibilidad de generar un feedback aumentado (López J, et al. 2014). Estas han despertado gran interés en el campo de la terapia física (Chang CY, et al. 2012), además que les otorgan a las terapeutas técnicas no invasivas para la captura de movimiento (Fahim SG. 2012)

Para la evaluación objetiva de rangos de movimiento se ha utilizado tradicionalmente la goniometría, la cual consiste en la evaluación de arcos de movimiento a partir de la intersección de ejes longitudinales de los huesos haciendo uso de un goniómetro; no obstante, la medición se realiza una articulación a la vez y requiere de experiencia por parte de quien evalúa (Claudio H. 2007). Sin embargo, las alternativas que usan tecnologías modernas, además de los beneficios ya mencionados, permiten una medición objetiva a la hora de evaluar e intervenir, permitiendo realizar medidas cuantitativas para crear procedimientos basados en la evidencia (Trujillo J, et al. 2013).

A partir de esto surgió la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las ventajas, desventajas y limitaciones de los sistemas BTS y XBOX KINECT[®] para el análisis de ángulos de movimiento en posiciones estáticas funcionales en adultos jóvenes?

Metodología

Se definieron las posiciones funcionales que se evaluarán. Se desarrolló un protocolo guía, al cual se realizó una medición inicial por medio de goniometría que servirá de base para las evaluaciones en los sistemas.

Criterios de inclusión: Personas aparentemente sanas; edades 20-40 años; hombre/mujer. Criterios de exclusión: Personas con condiciones de salud que impida la evaluación: personas en situación de discapacidad. Se estableció un cuestionario de ingreso al laboratorio, se analizaron cada una de las posiciones estáticas en sus planos correspondientes mediante: sistema kinect y bts, de manera comparativa para evidenciar las ventajas, desventajas y limitaciones de cada uno.

Conclusiones

Se identificó que la estandarización en la captura de ángulos en los sistemas BTS y Xbox Kinect[®] servirá para la identificación de las posiciones óptimas para el registro del movimiento en laboratorio. Además, se espera estructurar una propuesta de protocolo de medición de ángulos que servirá de insumo previo para el desarrollo de las evaluaciones y generación de propuestas de intervención con estas herramientas.

Percepción de responsabilidad social en personas recuperados de la covid-19 en Colombia

Autoras

Cindy Natalia del Rio Alarcón | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: cindy.delrioa@autonoma.edu.co

Elizabeth Baptista Bonis | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: elizabeth.baptistab@autonoma.edu.co

Asesora

Dra. María del Carmen de la Luz Lanzagorta | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Planteamiento del problema

La Organización Mundial de la Salud –OMS declaró el 11 de marzo del presente año como pandemia el Coronavirus COVID-19, esto debido a la velocidad de propagación y, por ello, instó a los estados a tomar las acciones para la identificación, confirmación, aislamiento y monitoreo de los posibles casos, además del tratamiento de los casos confirmados, así como la divulgación de las medidas preventivas con el fin de redundar en la mitigación del contagio.

A partir del primer caso de COVID-19 en Colombia el 6 de marzo de 2020, se entró en fase de contención. La primera muerte por causa de la COVID-19 fue el 16 de marzo; desde ese día comenzaron las medidas de aislamiento preventivo obligatorio, pero solo para adultos mayores de 70 años. Ya para el 25 de marzo se decretó en todo el territorio nacional el confinamiento preventivo obligatorio hasta el 13 de abril de 2020, posterior a esto unos días más. Durante este período las medidas preventivas que fueron clasificadas en tres fuentes primordiales, medidas sanitarias y de emergencia sanitaria; de emergencia social, económica y ecológica y de orden público; y otras de carácter ordinario, estas fueron dadas a conocer a medida que se establecían, en los diferentes medios de comunicación, tanto a nivel nacional, departamental y municipal.

Sin embargo, tras la crisis económica causada durante este tiempo, la gran cantidad de lineamientos emitidos por los diferentes actores involucrados y la incertidumbre que generó esta nueva enfermedad, causó diversas respuestas en las instituciones como en la comunidad en general, todo esto dependiente del

contexto familiar, económico, cultural y social; evidenciándose gran cantidad de problemas emergentes asociados a la pandemia, como el desempleo, la violencia intrafamiliar, la salud mental y otros eventos que influyen en el cumplimiento de las medidas estipuladas, llevando a un aumento de contagios y muertes por COVID-19.

Partiendo de entender que la Responsabilidad Social implica tener en cuenta los impactos que generan las acciones de las instituciones y las personas en beneficio o no de la comunidad, impactos que harán a las organizaciones socialmente más responsables; se puede revisar si las medidas de prevención son generadas teniendo en cuenta el impacto que generarán en la población y si esta población comprende que el acatamiento o no de ellas, así como las reacciones cuando una persona es diagnosticada con la COVID 19, están movidas o no por la responsabilidad social. Todo esto importante al entender que superar esta pandemia requiere una sumatoria de esfuerzos de todos los actores, tanto de los tomadores de decisiones como de todas las personas.

De todo este contexto surgió la pregunta de este proyecto de investigación: ¿Cuál es la percepción sobre la responsabilidad social frente a la COVID-19 que tienen un grupo de personas de Colombia recuperadas de la enfermedad?

Metodología

Se realizó un estudio de corte cualitativo, aplicando una metodología donde a partir de la recolección de datos, mediante la observación empírica o mediciones de alguna clase, se reconstruyen las relaciones descubiertas, sus categorías y proposiciones teóricas. Con esto se pretendió descubrir una teoría que justifique los datos, mediante el estudio de los fenómenos semejantes y diferentes analizados, desarrollando una teoría explicativa (Goetz y LeCompte, 1988). Con un método fenomenológico-hermenéutico, que surge como una respuesta al radicalismo de lo objetivable, se fundamentó en el estudio de las experiencias de vida, respecto de un suceso, desde la perspectiva del sujeto, asume el análisis de los aspectos más complejos de la vida humana, de aquello que se encuentra más allá de lo cuantificable (Fuster Doris, 2019).

En una etapa inicial del estudio se realizó un acercamiento teórico al concepto de Responsabilidad Social, entendiendo que el problema radica en entender lo que implica ser responsable, ya no sólo de sus actos y sus consecuencias directas, sino también — y además— de sus impactos en el

campo social total, que incluye hasta el planeta entero, sus condiciones de habitabilidad humana y la vida digna de las generaciones futuras (Vallaey, 2011).

La técnica utilizada fue el grupo focal que consiste en una entrevista grupal dirigida por un moderador a través de un guion de temas o de entrevista. Se buscó la interacción entre los participantes como método para generar información (Prieto, M. y March, J., 2002). El grupo seleccionado de 12 personas compartieron como característica común el estar recuperados de la COVID-19 y son originarios de diferentes partes del país. También participaron dos moderadoras y tres observadores. Se realizará la transcripción del grupo focal de Colombia; a partir de allí se realizará el análisis de esta información.

Conclusiones

Durante la estancia en la pasantía se logró afianzar los conocimientos sobre la investigación cualitativa y, en específico, la conformación y manejo de grupos focales, también se adquirieron conocimientos de responsabilidad social y la importancia de este concepto en la pandemia a causa de la COVID-19.

El análisis preliminar permitió identificar las principales categorías que recogen las expresiones en común de los participantes del grupo focal, que a la vez se relacionan con los impactos de la Responsabilidad Social. Estas categorías incluyen la incertidumbre al ser diagnosticados con la COVID-19, la depresión y el miedo durante y después de la enfermedad, las secuelas, los cambios en las relaciones familiares y sociales, el poco acompañamiento de las diferentes instituciones prestadoras de servicios de salud en el diagnóstico y tratamiento durante su proceso, en la mayoría de los casos manifestaron adecuado acompañamiento por parte de las empresas con las que laboran; y el consenso casi general de que las medidas de información que circulan en los diferentes medios de comunicación son adecuadas, pero que la regulación de estas por parte del gobierno o autoridades competentes no ha sido tan efectiva y que es responsabilidad de cada persona el autocuidado, aunque en muchos casos el cansancio producido por las medidas adoptadas lleva a relajarlas y a no cumplirlas de forma eficiente.

Efectos del índice de desempeño logístico en el Movimiento de contenedores en la región Latinoamérica

Autores

Andrés David Barragán Hernández | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: andres.barraganh@autonoma.edu.co

Nancy Abigail Pérez Bautista | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Correo electrónico: nancybautista723@gmail.com

Asesor

Dr. Ariel Gutiérrez Ortiz | Universidad de Colima.

Planteamiento del problema

El desempeño logístico es uno de los factores claves en el comercio internacional, puesto que un mayor nivel de desarrollo logístico facilita el ingreso y egreso de mercancías a diversas economías del mundo, de manera que un desempeño eficiente en la logística de los países latinoamericanos afecta directamente su competitividad en los mercados internacionales. Es por esto que la presente investigación se encamina a realizar un análisis para determinar el efecto del Índice de Desempeño Logístico en el Movimiento de Contenedores en Latinoamérica.

Las dos variables de esta investigación son el Índice de Desempeño Logístico y el Movimiento de Contenedores en Latinoamérica.

Metodología

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo, representado por un conjunto de procesos secuenciales y probatorios, donde los datos son analizados mediante pruebas estadísticas y siguiendo el proceso que propone Roberto Hernández; desde el planteamiento del problema hasta el análisis de resultados (Hernández Sampiere et al., 2010).

El estudio es de alcance correlacional; tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre el IDL y el movimiento de contenedores. Para evaluar el grado de asociación entre dos o más variables,

en los estudios correlacionales primero se mide cada una de estas y después se cuantifican, analizan y establecen las vinculaciones. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba. (Hernández Sampieri et al., 2014).

Como sujeto de estudio en esta investigación se consideran los 10 países con mayor puntaje dentro del ranking de movimiento de contenedores publicado por la CEPAL en 2020, estos son: Brasil, Panamá, México, Chile, Colombia, Perú, Ecuador, República Dominicana, Argentina y Jamaica (CEPAL, 2020). De acuerdo con la CEPAL (2020), estos 10 países representaron el 81% del movimiento de carga regional en 2019; por lo tanto, son los que realizan mayor contribución al total del volumen de carga operado en América Latina y el Caribe.

Las fuentes de información en las que se centra la investigación son: las publicaciones y los datos del Índice de Desempeño Logístico brindadas por el Banco Mundial y el Informe de la Actividad Portuaria de América Latina y el Caribe publicado por la CEPAL entre los años 2010 y 2018. Las técnicas estadísticas utilizadas para medir la relación entre las variables son el Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Correlación de Spearman.

Conclusiones

Al observar el coeficiente de correlación se puede considerar que el índice de desempeño logístico entre los años 2010 y 2018, es una variable explicativa del comportamiento del movimiento de contenedores. Los resultados indican que el valor se encuentra entre un valor medio y considerable; por tanto, es importante que los países de Latinoamérica consideren el desarrollo y la mejora de la infraestructura, la competencia logística, el seguimiento de la carga, gestión fronteriza y tiempos en flujo de materiales o mercancías como potenciadores del flujo y agilidad de los procesos para el movimiento de contenedores. Sin embargo, se puede considerar la existencia de más variables para la explicación del movimiento de contenedores en Latinoamérica como, por ejemplo, el índice de conectividad del transporte marítimo de línea (LSCI).

Esta investigación tiene relación directa con el ODS 9, Industria, innovación e infraestructura, siendo un complemento para que los actores involucrados en proveer servicios logísticos dentro de los países de Latinoamérica, realicen acciones encaminadas a mejorar los aspectos analizados por el Índice de Desempeño Logístico, como mejorar la calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte, buscando que esta sea inclusiva, sostenible y promueva nuevas tecnologías, facilitando procesos como el rastreo de las mercancías, generando fuerzas económicas dinámicas y competitivas generen empleo, aumenten los ingresos y faciliten el comercio internacional.

Viabilidad Celular para Regeneración Ósea Utilizando Impresión 3D con Andamios Acelulares: Revisión de Alcance

Autor

Felipe Castaño González | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: felipe.castanog@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Christian Chapa González | Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

Planteamiento del problema

En los últimos años, el avance de la tecnología en conjunto con la medicina ha logrado un progreso considerable en el campo de los biomateriales, específicamente en el área de la ingeniería tisular. Para una correcta regeneración ósea se debe poseer una estructura con características físico-mecánicas aptas, que cumplan con la labor morfológica del tejido óseo lesionado. La impresión 3D con la construcción de andamios acelulares ha presentado métodos novedosos para la solución de problemas de la ingeniería tisular, los métodos de impresión como la estereolitografía, el modelado por deposición fundida y el sintetizado selectivo por láser son los más utilizados en la medicina, permitiendo que la regeneración por lesiones óseas sea cada vez más óptima. Aun así, no ha sido determinado el método de impresión 3D que presente mejores respuestas en cuanto a la viabilidad celular, por consiguiente, en esta revisión de alcance se plantea la pregunta de investigación: ¿cuál es la mayor viabilidad celular para la regeneración ósea utilizando impresión 3D con andamios acelulares?

Metodología

La revisión de alcance se ejecutó bajo los lineamientos de Elementos de Información Preferidos para las Revisiones Sistemáticas y los Metaanálisis (PRISMA), el cual presenta un protocolo de investigación construido específicamente para revisiones de alcance. La recopilación de información se realizó en las bases de datos científicas: *Science Direct*, *Web of Science* y *PubMed*;

en las cuales se empleó la ecuación de búsqueda: ("*3d printing*") AND ("*stem cells*") AND ("*MTT assay*") AND ("*bone regeneration*"). Se utilizó el diagrama de flujo de PRISMA ScR donde se especifican los criterios y procesos ejecutados para la selección de los artículos científicos. La información con mayor importancia para la investigación fue: el método de impresión, el material o compuesto de los andamios acelulares, la célula madre ósea humana empleada y la viabilidad celular presentada en el estudio, esta información fue adquirida mediante la herramienta *Mendeley Web Importer* y posteriormente, depurada en tablas de *Excel*.

Conclusiones

Los métodos de impresión estereolitografía y modelado por deposición fundida son métodos de impresión 3D propicios para la fabricación de andamios acelulares, los andamios acelulares presentaron biocompatibilidad (revelaron proliferación celular y no se evidenció toxicidad celular) y destacables propiedades mecánicas como portadores de células madre humanas. La viabilidad celular por ensayo de MTT es un procedimiento estandarizado para determinar la proliferación o toxicidad celular; aun así, no fue posible determinar el método de impresión 3D con mayor viabilidad celular con células madre humanas, dado que el tiempo de exposición y la variable cuantitativa (absorbancia, porcentaje de viabilidad celular y conteo celular) no son iguales entre los artículos científicos.

Análisis cinético, cinemático y electromiográfico del patrón de marcha y de pateo en el fútbol

Autores

Hendric Nicolás Jiménez Cortés | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: hendricnicolasj@gmail.com

María Camila Cruz Calle | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: maria.cruzc@autonoma.edu.co

Sergio Delgado Rivera | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: sergio.delgador@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Ariel Andrés Antonio Braidot Bianchi | Universidad Nacional de Entre Ríos.

Planteamiento del problema

La pasantía tuvo como tema central el análisis biomecánico de movimientos, para la cual se tuvo en cuenta gran cantidad de variables representadas gráficamente, todas las pruebas fueron registradas por el sistema BTS Gait Lab. La base del proyecto era la generación de un algoritmo para el análisis de patrones de movimiento como la marcha humana y el gesto deportivo del pateo de balón en el fútbol. Dado lo anterior, surgió la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo llevar a cabo de forma completa e integral el análisis cinético, cinemático y electromiográfico del patrón de marcha y el gesto de pateo en el fútbol?

Metodología

El proyecto se desarrolló siguiendo la metodología Archer, donde se plantearon 4 fases de trabajo de la siguiente forma: **Fase 1 Programación:** la cual tuvo como objetivo establecer el curso de acción que se llevará a cabo durante el desarrollo del proyecto. **Fase 2 Documentación:** cuya finalidad era recopilar, clasificar y almacenar los datos necesarios para dar inicio al proyecto. **Fase 3 Análisis:** en esta fase se pretendió analizar la cinemática, la cinética y la electromiografía de la marcha y del pateo en el fútbol. **Fase 4 Comunicación:**

finalmente se planteó el desarrollo de documentación y la entrega de informe final de la pasantía.

Conclusiones

CINEMÁTICA CADERA Frontal: inicia en 10° de aducción, disminuye hasta 0° en el 20% del ciclo. Posteriormente, se da aducción hasta el 62% de 12°. Al final, la cadera llega de 10° de aducción. **Sagital:** inicia en 30° de flexión, pasa a neutro entre el 5% y 60%. Finalmente realiza 30° flexión y hasta la posición inicial. **Transverso:** inicia en rotación externa de 10°, disminuye a 5° entre el 18% y el 40% del ciclo, hasta llegar al 70%, la rotación externa aumenta hasta 8°. Finalmente al 80% el ángulo disminuye a 5° y al 90% aumenta a 11°. **RODILLA Frontal** inicia en neutro. Al llegar al 60% del ciclo se presenta valgo con ángulo de 6° al 70%. Al alcanzar el 80% se da en varo identificando 5°. Finalmente, regresa a posición inicial. Sagital parte de posición neutral, realizando 10° flexión en el 15% del ciclo. La flexión disminuye hasta llegar al 40% del ciclo donde se posiciona en neutro. Entre el 40% y el 70% la rodilla se flexiona a 60°, para finalmente tomar su posición final. **Transverso** inicia en 20° de rotación interna, aumenta a 25° durante el 10% del ciclo. Luego, disminuye hasta alcanzar el 60% y terminando la fase de apoyo la rodilla se encuentra de nuevo en 20° de rotación interna. Iniciando la fase de balanceo el ángulo aumenta y llega a 30° en el 70% de ciclo, para finalmente descender a 10°. **TOBILLO Sagital** inicia en neutro para realizar plantiflexión de 5° al alcanzar el 10% del ciclo. Alcanza 12° de dorsiflexión entre el 10% y el 50%. Desde allí, hay plantiflexión en el 70% de 22°. En la parte final de la fase de balanceo, realiza plantiflexión alcanzando 5° de este movimiento en el 80% y aproximándose a su posición inicial. **Transverso** parte en posición de 5° de progresión externa, disminuye y toma posición neutral de 0° al llegar al 20% del ciclo, nuevamente aumenta la progresión externa alcanzando 5° en el 40%. En el 65% el pie realiza una leve progresión interna alcanzado 4°. Terminando el ciclo, entre el 65% y el 90% el movimiento se invierte y se da una progresión externa identificando 15° para finalmente tomar su posición inicial. **CINÉTICA** Movilidad articular En cadera, inicia en 30° de flexión, alcanza hasta 10° de extensión, y llega hasta 30° de flexión. Por su parte, en rodilla, inicia en 0-5° de flexión, que aumenta hasta 15-20°, disminuye hasta 0-5° de flexión, aumenta hasta 60°, y finalmente llega hasta 0-5° de flexión. En tobillo, inicia en posición neutral, pasa a 5° de plantiflexión, luego a 10-12° de dorsiflexión, aumenta hasta alcanzar 20° de plantiflexión, y finalmente tiene posición neutral. Momento articular En cadera el momento es extensor excepto antes del despegue. En la rodilla, el momento es extensor en el primer tercio del apoyo cuando la musculatura extensora, controla de forma excéntrica, luego inicia la extensión de rodilla durante el apoyo medio. El momento de la rodilla es

flexor en la fase de apoyo final. En el tobillo su principal momento es plantiflexor aproximadamente en el 60% inicial del ciclo de la marcha. Potencia En la cadera la acción es principalmente concéntrica por lo que se evidencia generación de energía, excepto aproximadamente al 40% del ciclo donde se evidencia acción excéntrica. De forma opuesta sucede en la rodilla, la mayoría de la potencia generada es causada por acciones excéntricas que buscan dar soporte a la articulación. El tobillo absorbe energía aproximadamente hasta el 50% del ciclo de la marcha debido al predominio de contracciones excéntricas, entre el 50-60% del ciclo se evidencia alta generación de energía dada por la acción muscular concéntrica. **ANÁLISIS ELECTROMIOGRÁFICO** El Recto femoral es flexor de cadera y extensor de rodilla, tiene mayor activación entre el 0-20%, 50-70% y 90-100% del ciclo. Con respecto al Gastrocnemio Medial, encargado de la plantiflexión y fundamental para la propulsión durante la marcha, se encontró una potente activación entre el 10-50% del ciclo de la marcha. El Tibial Anterior, principal dorsiflexor, presenta activación en el 75% del ciclo de la marcha. Se observan actividades eléctricas altas entre el 0-20% y después del 50% del ciclo. La actividad muscular de la cabeza larga del Bíceps Femoral, que actúa como extensor de cadera y flexor de rodilla, se identifica activación entre el 0-10% del ciclo y después del 80%. Para finalizar, se pudo observar que todos los resultados se encuentran dentro de rangos de normalidad, en relación con el análisis del pateo en el fútbol, no se presentan resultados puesto que no se alcanzaron a generar reportes que pudieran ser utilizados para su estudio. (Todas las descripciones están basadas en las figuras de reportes obtenidos por el sistema).

Revisión sistemática de estrategias de prevención de Diabetes Mellitus: México y Colombia

Autores

Andrés Felipe Donado Vargas | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: andresf.donadov@autonoma.edu.co

Elizabeth Mayte Trujillo Montesinos | Universidad Autónoma de Chiapas.

Correo electrónico: elizabeth9925@hotmail.com

Francisco Alejandro Salas Ocaña | Universidad Autónoma de Chiapas.

Correo electrónico: francisco_alejandro2999@hotmail.com

Valeria Trinidad Flores | Universidad Autónoma de Chiapas.

Correo electrónico: valetriflo@gmail.com

Asesor

Esp. Walter José del Carmen Portugal Benavides | Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Planteamiento del problema

Durante los últimos años, el número de personas con diabetes mellitus ha ido en aumento, constituyendo una de las principales muertes en el mundo, causada por distintos factores de riesgo como una alimentación no saludable, inactividad física y obesidad. Asimismo, es una de las mayores emergencias mundiales del siglo XXI, debido a que la Diabetes ha aumentado en paralelo a cambios sociales y culturales, entre los que se encuentran el envejecimiento de la población, reducción de la actividad física, aumento del consumo de azúcar y menor consumo de frutas y verduras, asociado con patologías como enfermedad cardiovascular (ECV), retinopatía, neuropatía y nefropatía.

De acuerdo con la Federación Internacional de Diabetes, en las regiones de Norteamérica y el Caribe (entre las que se encuentran México y Colombia) tienen la mayor prevalencia de diabetes en el mundo. Es una grave enfermedad crónica que se desencadena cuando el páncreas no produce la suficiente cantidad de insulina o cuando el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina que produce.

La diabetes mellitus tipo 2 es la que más se observa comúnmente ente en adultos mayores, pero se observa cada vez más en niños, adolescente y adultos,

tanto en la diabetes tipo 1 como en la de tipo 2 diversos factores ambientales y genéticos pueden resultar en la pérdida progresiva de la función y/o la masa de células beta que se manifiesta clínicamente como hiperglucemia. El manejo está lejos de ser sencillo y, por el contrario, cada vez hay más medicamentos y dispositivos con probada eficacia y seguridad que ponen al médico en un dilema sobre cómo y cuándo formularlos y a qué pacientes

Dado que Colombia y México se encuentran entre los países con más prevalencia a la Diabetes en el continente americano, según el Atlas de Diabetes de la Federación Internacional de la Diabetes, por lo que durante nuestra estadía en la pasantía en investigación se planteó el siguiente interrogante: ¿Qué estrategias de prevención y/o detección temprana de Diabetes Mellitus existen para la población de alto riesgo en Colombia y México? Con lo anterior se pudo determinar si actualmente en ambos países se cuenta con estrategias que permitan de manera efectiva contribuir a la detección temprana de la DM y, asimismo, contribuir a la Salud Pública de sus respectivos países.

Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática. La búsqueda fue destinada a artículos que mencionaran los principales programas y/o las principales estrategias de prevención y detección temprana de Diabetes Mellitus en México y Colombia, recabando un total de 23 artículos que cumplieran con las exigencias para hacer parte de la revisión final. El factor excluyente principal de los artículos fue que nos presentaran una vigencia mayor a 5 años y que estuvieran en las bases de datos de investigación.

Conclusiones

Durante la estancia de verano logramos desempeñarnos en el área de Salud Pública por medio de nuestra revisión sistemática de artículos sobre estrategias de prevención identificadas de la Diabetes Mellitus en Colombia y México en los últimos 5 años.

En México se encuentran diversas estrategias para la prevención de la Diabetes Mellitus, al contrario que en Colombia, donde se consideró que la razón ante esta situación es porque en México se ha observado mayor prevalencia de Diabetes que en Colombia.

Según la versión más reciente del Atlas de Diabetes de la Federación Internacional de la Diabetes (disponible en: <http://www.idf.org/diabetesatlas>), Colombia aparece dentro de los cinco países con mayor número de casos de

diabetes en las Américas, precedido por México, Brasil y los Estados Unidos. De acuerdo con esto, es posible deducir que ambos países presentan una prevalencia de Diabetes en su población que resulta de importancia para las autoridades de Salud Pública.

Se espera obtener una comparación del impacto y efectividad que han tenido las estrategias que se han desarrollado a lo largo de los últimos 5 años en México y en Colombia, observando así si se ha beneficiado a la población con las medidas preventivas para disminuir el desarrollo de Diabetes Mellitus.

Se analizaron estrategias preventivas en México y en Colombia que se consideran un gran aporte para la salud pública, ya que se pueden utilizar como estrategia preventiva para determinar el riesgo de presentar diabetes tipo 2. Se espera poder hacer un contraste entre los resultados obtenidos de Colombia con los de México y, de esta forma, como se mencionó anteriormente, utilizar estos resultados para saber de la efectividad de las estrategias en ambos países.

Actualmente, se espera obtener los resultados definitivos de la revisión para inferir las conclusiones finales del trabajo investigativo. Se tiene previsto terminar en las próximas semanas para su posterior envío y publicación.

Relación entre las mediciones de las variables vitales y la mortalidad en una UCI pediátrica

Autora

Valentina Durango Gómez | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: valendurangog@gmail.com

Asesor

M.C. Isaac Alberto Aldave Rojas | Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán.

Planteamiento del problema

Los signos vitales son el principal indicador del estado de un paciente, los cambios en estos pueden alertar y prevenir eventos adversos que pueden llevar a problemas en la salud e incluso a la muerte. Los signos vitales comúnmente monitoreados son la frecuencia cardíaca (número de respiraciones por minuto), frecuencia respiratoria (número de respiraciones por minuto), saturación de oxígeno (cantidad de hemoglobina en sangre), presión sanguínea sistólica y diastólica, y temperatura corporal. Actualmente, en los establecimientos de salud se utilizan los sistemas de alerta temprana para dar una correcta asistencia a los pacientes; mediante estos se priorizan los pacientes con mayor riesgo, según los signos vitales que presenten alteraciones y el grado de estas. Este tipo de sistemas permite tratar un deterioro de salud de manera correcta y oportuna evitando muchas veces la muerte de los pacientes.

Un estudio realizado en Estados Unidos encontró que los pacientes con alteraciones en 3 de sus signos vitales tienen un 20% mayor de probabilidad de morir por un paro cardiorrespiratorio que aquellos que no tienen alteraciones en estos.

El propósito de este trabajo es determinar, mediante el análisis de la base de datos “critically ill pediatric patients in PICU”, si existe una relación directa entre la mortalidad de los pacientes y sus signos vitales registrados, además encontrar otras conexiones como la influencia que tiene el género sobre la mortalidad de estos, las variables que más pueden determinar un evento adverso, la influencia de la edad, entre otros.

Metodología

Para este trabajo se realizó una búsqueda de DATASETS sobre variables vitales en pacientes pediátricos en diferentes bases de datos, al final se eligió “critically ill pediatric patients in PICU”, la cual, cuenta con un total de 90 pacientes y 94678 muestras de variables como edad, peso, talla, género, diagnóstico, resultado, hora del evento, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, frecuencia respiratoria, presión sistólica, presión diastólica y promedio presión sanguínea. Estos datos fueron comparados mediante Excel y Weka, con el fin de encontrar relación entre los cambios de las variables vitales y la morbilidad.

Conclusiones

La relación entre las variables vitales y la supervivencia puede informar de forma oportuna sobre una emergencia o sobre los principales datos que se deben estudiar para evitar la muerte de los pacientes. De esta manera, el análisis de datos en el estudio de la salud sirve, entre otras cosas, para detectar de manera oportuna los riesgos de un paciente, anticipándose a eventos que pueden llevar a un deterioro en el estado del paciente e incluso a la muerte. Se espera encontrar una relación entre el sexo de los pacientes y su mortalidad, así como una priorización de estos según los signos alterados y el estado de estos.

Monitoreo e Intervenciones Persuasivas mHealth para Cuidados Postoperatorios

Autores

Carlos Alberto Vera Betancourt | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: carlos.verab@autonoma.edu.co

Nicolas Forero Segovia | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: nicolas.foreros@autonoma.edu.co

Asesora

M.C. Irma Alejandra Amaya Patrón | Universidad Autónoma de Baja California.

Planteamiento del problema

El objetivo de desarrollo sostenible número tres, titulado “salud y bienestar”, es aquel que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades como un punto esencial para el desarrollo sostenible y donde se resalta que existen un gran número de problemas de salud, tanto constantes como emergentes. De hecho, una de las metas de este objetivo es **“reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial”**

Es por esto que se decide aportar en la obtención de esta meta desde el cuidado postoperatorio de pacientes, con el cual se puede asegurar una buena recuperación de la cirugía realizada a la persona. Dentro de estos cuidados se encuentran diferentes recomendaciones e indicaciones según el proceso realizado y a seguir, como lo puede ser:

- Realizar movimientos y actividad física; como se evidencia en el trabajo de Sporrel, donde relacionan la actividad física con la duración de la estancia en el hospital.
- Mantener reposo y/o la inmovilización, por ejemplo, la investigación de Shimizu, donde se comparan diferentes tipos y periodos de inmovilizaciones después de la reconstrucción de ligamentos cruzados anteriores.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se propone desarrollar un prototipo mHealth de monitoreo e intervenciones persuasivas para el cuidado postoperatorio de pacientes, con lo que se busca mejorar la calidad en la atención a los pacientes, el bienestar de los mismos y la toma de decisiones en base a la información recolectada.

Después de una revisión de la literatura centrándose en el monitoreo del paciente y basándose en los conceptos clave **acelerómetro, cuidados postoperatorios, sensores específicos, sensores del smartphone, autocuidados informados, comparación de sensores frente a datos autoinformados, medición reposo y medición actividad física**, se pudo apreciar que no existe un trabajo que relacione todos los conceptos mencionados.

De igual manera, se realizó otra revisión de la literatura, centrándose en intervenciones mHealth persuasivas a pacientes postoperatorios y basándose en los conceptos clave: **Diseño de sistemas persuasivos, Estrategias de persuasión, Adherencia a los sistemas, mHealth, Comparación de estrategias, Cuidados post-operatorios, Descanso, Intervención adaptativa**. Al igual que en la primera revisión nombrada, en esta también se vio reflejado que no existe un trabajo que relacione todos los conceptos. Es por esto que se decide continuar con el proyecto y el desarrollo del prototipo mHealth.

Metodología

Revisión de literatura

Lectura de artículos científicos acerca de las intervenciones, las técnicas y/o estrategias de monitoreo, las estrategias de persuasión y el diseño de sistemas persuasivos para el cuidado de pacientes postoperatorios mediante mHealth.

Selección de estrategias de monitoreo al paciente

Esta consiste en la búsqueda de las estrategias para monitorear al paciente haciendo uso del mHealth. Una vez se identifican, se selecciona la que se considere más adecuada para el proyecto.

Selección de estrategias de persuasión

Similar a la actividad anterior, se realizó una búsqueda de las estrategias existentes que se usan para generar un cambio de comportamiento (o mantenerlo) en el usuario, y de estas se seleccionan las que presenten una mejor adherencia a la hora de persuadir al usuario.

Identificación del funcionamiento y características básicas del prototipo

Obtener y especificar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema que se va a desarrollar. Para esto se intenta dar respuesta a las preguntas: ¿Qué debe hacer el prototipo? y ¿qué características va a tener?

Selección de la arquitectura del sistema

En esta actividad se escogieron cuáles son las tecnologías con las que se desarrollará el prototipo en sus diferentes fases y con las que se implementarán las estrategias de persuasión escogidas.

Elaboración del wireframe del prototipo

Consiste en elaborar el esquema del prototipo, en cómo serán sus interfaces y el flujo en sus diferentes pantallas. En este esquema se visualiza la experiencia del usuario al interactuar con el prototipo.

Conclusiones

Conforme a las actividades realizadas se cuenta con un diseño para el prototipo mHealth centrado en el usuario, donde se hace uso de elementos con los que ya cuentan los teléfonos inteligentes como lo es el acelerómetro y de tecnologías que permiten el desarrollo del prototipo sabiendo los sistemas operativos móviles como Rest Api, microservicios de notificaciones push, y servicios en la nube. Las interfaces, flujos y experiencias de usuario del prototipo presentan características persuasivas que motivan a los pacientes postoperatorios a mantener un buen comportamiento en su cuidado. Logrando esto mediante *el monitoreo del estado del paciente, el establecimiento de metas, el acceso continuo a recordatorios, la ganancia de recompensas y halagos virtuales según se cumplan las metas, y la muestra de que la información que provee el sistema es de fuentes confiables*. De esta manera, mejorando la recuperación del paciente y disminuyendo el tiempo para que pueda retomar la realización de movimientos que no se pueden hacer recién se sale de una operación.

Finalmente, uno de los retos con los que cuenta la organización mundial de la salud para realizar el seguimiento y monitoreo de los ODS (SDG); en este caso salud y bienestar están relacionados a la recolección de datos, como la disponibilidad limitada de datos o pobre infraestructura y herramientas de la infraestructura. Este proyecto aporta en esta dirección como una oportunidad

de apoyar la obtención de datos mediante sensores que recopilan información y la almacenan en datos masivos para su procesamiento a gran escala, lo cual beneficia y sirve para mejorar y promover la salud de las personas, en este caso pacientes postoperatorios que necesitan mantener una serie de cuidados y reposo mientras se recuperan.

Desarrollo de un modelo de Negocio para el dispositivo medidor de saturación de oxígeno utilizando la metodología de *Design thinking*

Autores

Natalia Segura Ramírez | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: natalia.segurar@autonoma.edu.co

Simón Gómez Hoyos | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: simon.gomezh@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Omar Jehovani López Orozco | Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán.

Planteamiento del problema

La tasa de mortalidad de recién nacidos prematuros ha disminuido en las últimas décadas, gracias a nuevas estrategias y cuidados neonatales durante y después del parto. Sin embargo, existe alto riesgo de complicaciones y muertes durante la etapa neonatal.

Por falta de la atención supervisada continua por parte del personal de salud genera riesgos en los neonatos cuando están en el hogar, lo cual afecta la probabilidad de muertes antes de los 5 años, según OMS.

Actualmente, el monitoreo de las variables fisiológicas en neonatos prematuros que pertenecen a programas de oxígeno domiciliario se realiza mediante el uso de un pulsioxímetro. Además, se les entregan los elementos de administración de oxígeno, como lo son oxígeno en cilindro y concentrador de oxígeno.

A lo largo de los últimos años se han ido desarrollando nuevos dispositivos y proyectos relacionados con el monitoreo de variables fisiológicas de neonatos en el hogar, algunos de ellos aplicados a neonatos que pertenecen a programas de oxígeno domiciliario. Es necesario realizar un análisis del modelo de negocio de estos dispositivos y proyectos para ver la viabilidad de estos en el mercado, analizar sus usuarios, ver sus necesidades y validar su satisfacción frente a los usuarios.

Al aplicar la metodología *Design Thinking* va a permitir un análisis de viabilidad de los dispositivos de monitorización de saturación de oxígeno, teniendo en cuenta la percepción del usuario y cuáles son las necesidades que este tiene. Por lo cual, esto parte de un reto de innovación en el cual va a ayudar a delimitar el público objetivo y poder realizar un estudio del mercado más acorde con la problemática anteriormente expuesta. Por tanto, el reto de innovación como punto de partida para esta investigación es: ¿de qué manera podríamos prevenir riesgos en los neonatos oxígeno requirentes para disminuir la mortalidad a través del uso de la teleasistencia en los municipios de Manizales y Villa María?

Metodología

La metodología que se utilizó está relacionada con el desarrollo ágil de *start ups*. El proceso que se llevó a cabo se describe a continuación.

Establecer el reto de innovación como punto de partida para aplicar conceptos de *Design Thinking* permitió dar un análisis al modelo de negocio actual para desarrollo del dispositivo. Dentro de las actividades que se realizaron para complementar dicha metodología, estuvieron las siguientes:

- La creación de *Scan Cards* que permitió realizar un panorama de las tendencias actuales. De las cuales, ayudaron a entender la situación de los usuarios antes de poder realizar las entrevistas pertinentes.
- Se realizó un análisis de tendencias actuales basadas de las *Scan Cards* en las cuales se pueda identificar categorías donde se puedan agrupar estas tendencias. Esto ayuda a entender a quién va dirigida la investigación.
- Se hizo una matriz de Tendencias que permite obtener información acerca del producto que estamos analizando categorizado en 4 factores que son cultural, tecnológico, servicio y usuarios. En cada uno de estos se identificó como se realizaba en el pasado, actualmente como se lleva a cabo y cómo se piensa que será en un futuro.
- Se identificaron perfiles de usuarios primarios, secundarios, *stakeholders*, retractsos asociados al dispositivo al realizar. Para esto se llevó a cabo un mapeo de usuarios y *stakeholders*, para identificar los usuarios que se van a entrevistar.
- Se propusieron hipótesis para cada uno de los perfiles identificados, con la finalidad de poder generar las preguntas pertinentes para las entrevistas. Estas preguntas deben generar una narrativa que permita entender al usuario.

- Se desarrolló un guion para las entrevistas.
- Se realizaron entrevistas a los perfiles identificados.
- Se documentaron las entrevistas en formatos especiales para su posterior estudio.
- Se identificaron *insights* de gran valor donde se puedan generar nuevas oportunidades de atractivos negocios y que permitan entregar valor a usuarios y consumidores, expresado en forma de productos, servicios y experiencias deseables, relevantes, significativas y rentables.

Conclusiones

Conclusiones Resultados

Considerar todos los usuarios que puedan tener relación directa o indirecta e incluso detractores, nos amplía la visión de cómo entregar valor a los usuarios.

Se espera que el análisis de las entrevistas realizadas al personal de salud (relacionado a las unidades de neonatología) y personal técnico de los equipos médicos presentes en el hogar brinde información relevante que se pueda aplicar o implementar en el diseño del dispositivo monitoreo de saturación de oxígeno.

En la entrevista realizada al personal técnico de las instituciones prestadoras de servicios de salud, se pudo observar que a los acudientes de familia no se les brinda las capacitaciones necesarias para el buen manejo de los dispositivos. Además, mencionan que la mejor manera de realizar una capacitación es dando una demostración del manejo del equipo y que esta sea muy dinámica.

Los del personal técnico de las clínicas/hospitales identificaron que muchas veces no realizan la lectura de los manuales de usuarios para poder saber cómo manipular el equipo que tiene en casa, por lo cual mencionaron que una forma de solucionar es mediante el uso de guías rápidas con escritura más coloquial y que fueran más dinámicas.

Conclusiones aprendizaje del proceso

Para el desarrollo de una nueva tecnología es pertinente realizar estudios generales del mercado, ya que nos ofrecen la obtención de datos o factores que pueden ser relevantes al momento de llevar este producto al mercado.

Es importante relacionar las necesidades emocionales de los usuarios con el planteamiento del producto para validar posibles soluciones en necesidades latentes de estos usuarios.

Complicaciones en neonatos hijos de madres sospechosas/positivas para COVID-19

Autores

Andrea Muñoz Alemán | Universidad Autónoma de Coahuila.

Correo electrónico: andrea.15.199810@gmail.com

Daniel Henao Díaz | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: daniel.henaod@autonoma.edu.co

Estefanía Rodríguez Ospina | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: estefania.rodriguez@autonoma.edu.co

Asesora

M.C. Patricia Rivera Vázquez | Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Planteamiento del problema

Debido a la actual pandemia de COVID-19, causada por el SARS-CoV-2, han surgido diferentes observaciones en la práctica clínica sobre la evolución de los pacientes con diferentes patologías o condiciones fisiológicas; la aparición de complicaciones, las formas de transmisión y las secuelas de la infección por esta nueva cepa mutante de coronavirus. Tales observaciones se siguen analizando y documentando con el fin de establecer información sólida que favorezca la toma de las medidas de prevención adecuadas, así como un correcto diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la enfermedad.

A partir de los hallazgos en la práctica clínica relacionados con los desenlaces desfavorables que se están presentando en las mujeres embarazadas y sus productos infectados por el SARS-CoV-2, surge la necesidad de realizar una revisión sobre las complicaciones documentadas hasta ahora en los neonatos hijos de madres sospechosas o positivas para COVID-19.

Metodología

Se planteó la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las complicaciones que presentan los neonatos hijos de madres sospechosas/positivas para COVID-19?, con base en la cual se establecieron el objetivo general y los objetivos específicos

para la búsqueda de información. Considerando las variables de estudio “COVID-19”, “embarazo”, “neonatos” y “complicaciones”, se identificaron los descriptores MeSH requeridos para la orientación de las estrategias de búsqueda bibliográfica para la identificación de documentos que den respuesta a los objetivos planteados.

La búsqueda se realizó en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect y Google Scholar, y se llevó a cabo para el período comprendido entre diciembre de 2019 y julio de 2021. Los descriptores identificados se buscaron en el título, el resumen y las palabras clave de las publicaciones en las bases de datos seleccionadas. Tras descartar los artículos pertinentes por título y resumen, duplicados y documentos a los que no se puede acceder en texto completo, se analizaron los artículos que cumplían con los criterios de inclusión: artículos relacionados con las variables de estudio, período de tiempo establecido y publicaciones en inglés y español. Las publicaciones incluidas en la revisión fueron un total de 12 artículos científicos.

Conclusiones

Durante la estancia se adquirieron conocimientos teóricos sobre COVID-19, principalmente en embarazadas y recién nacidos, y aunque todavía no se cuenta con suficiente evidencia para establecer las complicaciones maternas y neonatales que se pueden desarrollar por la infección por SARS-CoV-2, la más frecuentemente encontrada en la revisión es la prematuridad. Lo más relevante hasta ahora es el énfasis en la reducción del riesgo de contagio en las mujeres embarazadas y en sus hijos, a través de la implementación de las medidas de prevención adecuadas en el embarazo y el período perinatal.

Desarrollo de aplicación móvil con uso de QR y realidad aumentada para implementación en tecnologías educativas

Autor

Martín Elías López Alarcón | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: martin.lopeza@autonoma.edu.co.

Asesora

Dra. Janitzín Cárdenas Castellanos | Universidad Tecnológica de Nayarit.

Planteamiento del problema

La enseñanza es la actividad que ha permitido a la humanidad transmitir conocimientos valiosos a través del tiempo y, para esto, diferentes investigadores han desarrollado teorías y métodos de aprendizaje con el fin de generar una enseñanza efectiva.

Aun así, el paso de los años ha demostrado que los métodos de aprendizaje deben estar ligados a la manera en la que el ser humano se comunica, teniendo en cuenta que la transmisión del aprendizaje siempre ocurre a través de la interacción entre individuo-individuo o en su defecto, individuo-medio (libro, jeroglíficos, etc.). Por lo tanto, se ha establecido que los métodos de enseñanza no son perfectos ni estáticos; a raíz de eso, es necesario generar avances en materia de educación, que mejoren las carencias y deficiencias de los métodos anteriores, los cuales a su vez también evolucionan mediante la integración de las tecnologías, adaptando la enseñanza al tipo de población y a la información a transmitir.

Ahora bien, en un ámbito más específico, la comprensión de los conocimientos asociados a las asignaturas de programación suelen requerir un pensamiento abstracto y esto, a su vez, implica un método de enseñanza con iguales características, lo cual se ha considerado un desafío, por lo que en el verano de investigación se pretende desarrollar una aplicación móvil orientada a la enseñanza de Estructura de Datos mediante el uso de realidad aumentada y códigos QR, con el fin de facilitar el aprendizaje de los conocimientos relacionados a esta asignatura.

Metodología

El desarrollo e implementación de la propuesta metodológica de investigación empleada fue de tipo cualitativa, según el tiempo de aplicación de corte transversal con un alcance exploratorio y un diseño no experimental.

Para el desarrollo de la aplicación móvil, se implementó el tipo de metodología de desarrollo ágil y flexible SCRUM, la cual se basa en la creación de ciclos breves para el desarrollo que, comúnmente, se llaman iteraciones o *Sprint*, las cuales permitieron generar versiones funcionales del producto, de una manera rápida.

En primer lugar, se establecieron los requisitos del *software*, compuesto de los diferentes conceptos de la asignatura Estructura de datos Aplicada, que incluye a: Vectores, arreglos, matrices, listas, pilas, colas y árboles. Estos conceptos pasaron a revisión y documentación previa, con el fin de comprender a cabalidad los términos.

Posterior a eso, se procedió a establecer las actividades que se desarrollarían en cada sprint o iteración, partiendo primeramente del modelado de las figuras 3D; para esto se utilizó el programa informático multiplataforma Blender, el cual permitió modelar, iluminar, renderizar, animar y crear los gráficos tridimensionales asociados a cada uno de los conceptos establecidos. Ya luego los gráficos 3D fueron cargados en el motor de videojuego multiplataforma Unity, quien mediante el Kit de desarrollo orientado a realidad aumentada Vuforia, nos permitió generar la aplicación móvil, con su primera función: escaneo.

Las siguientes modificaciones realizadas en cada una de las iteraciones siguientes, estuvieron relacionadas con la creación formal de la aplicación, que incluyó: Menú, opción de descarga de códigos QR, opción de escaneo y botón salir, permitiendo a su vez una interacción usuario-máquina.

Por último, se realizaron diferentes retroalimentaciones de las versiones del producto generado, con el fin de establecer posibles mejoras de la aplicación; para esto fue necesario el uso de los 3 pilares de la metodología SCRUM: transparencia, inspección y adaptación, con el fin de aumentar la eficacia del trabajo en equipo y permitir un desarrollo integral del producto.

Conclusiones

Durante la estancia de verano, se logró desarrollar una propuesta de innovación en el área de aplicaciones móviles con el uso de material interactivo Realidad Aumentada y codificación QR para la asignatura de Estructura de Datos Aplicadas de la carrera de Tecnologías de la Información área Desarrollo de *Software* Multiplataforma de la Universidad Tecnológica de Nayarit, México, que es cursada en el cuarto cuatrimestre de su formación universitaria.

La aplicación móvil cuenta con el uso de realidad aumentada educativa y modelos tridimensionales animados, los cuales generan una estimulación visual, kinésica y auditiva, resumida en cada resultado del escaneo del QR, del que se obtiene un modelo 3D con animación gráfica, interacción mediante el *touch* y audio informativo del concepto, permitiendo a su vez una interacción hombre-máquina.

Transposable element databases review and statistical analysis of TEs size

Autor

Luis Humberto López Murillo | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: luish.lopezm@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Alexandre Rossi Paschoal | Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Planteamiento del problema

Transposable elements (TEs) are sequences inside the genome able to move and generate several copies of themselves along the genome through different mechanisms. They contribute to the genome size, participate in fission, fusion and translocation events, are involved in the structural organization of the chromosomes, and play a key role in adaptation to changes in the environment. TEs also have participation in gene regulation. TEs can be stimulated by different external factors like temperature, pathogens, water scarcity, salt stress, polyploidization, hybridization, UV light and X-ray.

Because of their importance in genomics, TEs need to be annotated and classified. There is an actual debate for TEs classification as can be seen in several papers where different classification systems are used. Nevertheless, the differences are small and the core holds on. There are different bioinformatic tools for TEs annotation and classification and they use one or more of the following approaches: *de novo*, homology-based, structure-based and comparative genomics methods. In addition to these four approaches, there is another one used recently: machine learning (ML) techniques. ML algorithms require extensive data for training, validation and testing. Hence, ML techniques need databases with annotated and classified TEs.

Currently there is an increase in genomics data production because of the arising of new technologies in genome sequencing. Therefore, databases for TEs are getting bigger along the years. These databases can be used to annotate TEs in new sequenced genomes and can be used for the learning process in the machine learning algorithms. The aim of this work is to review all the databases

available for TEs that include plants species as these are of great importance in agriculture and food industry. Herein, a statistical analysis is made for the TEs size across different databases.

Metodología

An extensive search for TEs databases was made on literature and the main characteristics were extracted and summarized in a table and in a diagram. Those features include classification level depth, number of species, number of sequences, year of the first and last version, and the name of the database. The diagram shows the relationships between all the databases found. Besides, a statistical analysis on TEs size were performed across some selected databases. These selected databases were chosen because they cover different plant species and have the largest number of sequences, namely, InpactorDB, TransposonDB and nrTEPlants. Different size distribution plots are obtained, where the horizontal axis is the TE length and the vertical axis is the relative frequency in percentage. In order to identify the source of the TEs size variability, an additional size distribution analysis was performed for the protein domains inside TEs. These protein domains were analyzed only for LTR TEs from InpactorDB as they were already available.

The focus of this paper is to review all the databases available for TEs in plants and to analyze their size variability with the aim of setting a precedent about data availability for ML techniques. Therefore, it is interesting to further explore how ML techniques performs on this data, trying to understand how that performance is related or influenced by TEs size variability. So, an extreme gradient boosting model was tested to predict the type of each protein domain, namely, Reverse transcriptase (RT), RNase H (RNaseH), Integrase (INT), Aspartic protease (AP), Envelope (ENV), Group specific antigen (GAG), Chromodomain (Chrod) and Long terminal repeat (LTR). As there are 378 971 protein domains in InpactorDB and their size surpass the capacity on Google Colab's RAM, only 8 000 random domain sequences were selected to develop the extreme gradient boosting model. The 70 % of data was used to fit the model and the remaining 30% for testing. The parameters used for Extreme Gradient Boosting model in python are: `XGBClassifier(max_depth=10, n_estimators=100, objective='multi:softmax')`.

Conclusiones

To sum up, the five major contributions of the exploratory analysis in this research work are:

A schematic diagram was constructed relating all plant transposable element databases available in literature and showing their main features like name, classification level, number of species, number of sequences and year of the first and last version.

It was found three databases for transposable elements in plants which gather most of the information publicated up to date, namely, InpactorDB, TransposonDB and nrTEPlants.

A statistical analysis for the size distribution of TEs in these databases revealed a wide variability with variation coefficients ranging from 23.4% to 160% for orders and from 23.4% to 171% for superfamilies.

A further analysis for domain level in LTR order of InpactorDB also confirms that the variability is still present there, with variation coefficients ranging from 83% to 97%.

An Extreme Gradient Boosting model was fitted to predict the classification of the domains in transposable elements of LTR order and the resulting confusion matrixes reveal that the model is not differentiating between INT and other domains and that there is not a good generalization of the prediction in the test dataset indicating an overfitting problem.

It is needed more research to (1) elucidate the causes that make the model unable to distinguish between INT and the other domains, and (2) solve the overfitting problem in the model.

Acciones para el fortalecimiento de la competitividad en iniciativas clúster, mediante la utilización de la administración de operaciones

Autores

Eliana Salomé Marín Velásquez | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: eliana.marinv@autonoma.edu.co

Silvestre Félix Alba | Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso.

Correo electrónico: silvestref084@gmail.com

Asesor

Dr. Lloyd Morris Molina | Universidad Católica de Pereira

Planteamiento del problema

La competitividad indica cómo se han de administrar los recursos de las empresas, para maximizar su productividad y hacer frente a las exigencias de un mercado cambiante sujeto a procesos de globalización y expansión de las empresas.

La Secretaría de Planeación Departamental de la Gobernación de Risaralda en su Visión 2032, plasmados en el Plan Regional de Competitividad (PRC), por medio de los análisis propuso que la región del Eje Cafetero conformada por Risaralda y otros departamentos amerita encontrar una dinámica económica significativa, razón por la cual el enfoque del gobierno regional es hacia el desarrollo endógeno para el mejoramiento de las capacidades regionales y la consolidación del clúster Metalmecánica-Turismo-Agroindustria

El mayor reto de este proyecto ha sido ayudar al fortalecimiento de las actividades realizadas por las MiPymes de Risaralda para formar una proyección creciente de competencia y apogeo a nivel departamental estableciendo técnicas de pronósticos y planeación agregada que capten las necesidades del sector empresarial y que logren la relación entre industria y academia con el objetivo de garantizar un enriquecimiento mutuo que permita la generación de ideas y el alcance de objetivos.

Metodología

Este estudio fue realizado en el marco del proyecto: Acciones para el fortalecimiento de la competitividad en MiPymes - Risaralda, mediante la utilización de la administración de operaciones, proyecto financiado por la Universidad Católica de Pereira; el cual, tuvo como objetivo el desarrollo del módulo de operaciones en *software* empresarial que contenga los tópicos de Pronósticos y Planeación Agregada; también se enfatizó en la necesidad de realizar un contacto con el sector empresarial para la realización de entrevistas para conocer la manera en la que realizan su proceso productivo.

Para la realización del módulo de operaciones en *software* empresarial, se efectuó una revisión bibliográfica sobre los tópicos Pronósticos y Planeación Agregada en diversas herramientas de búsqueda de información como: Science Direct, Redalyc, Scielo, Jstor, Google Scholar. La información adicional fue encontrada en los recursos bibliográficos de la biblioteca de la Universidad Católica de Pereira. La información recolectada en la búsqueda se utilizó para un artículo de revisión y el modelo se efectuó el lucid chart con formato preguntas con de objetivo de generar un proceso adecuado para cada una de las empresas.

Para el contacto con el sector empresarial, se realizaron contactos vía telefónica a la Base de Datos entregada por la Cámara de Comercio de Dosquebradas compuesta por múltiples empresas de los sectores de: Alimentos, Metalmecánicos, Confección, Muebles, Eléctricos, entre otros, con el objetivo de solicitar un espacio presencial, virtual o telefónico para la realización de la guía de entrevistas aprobada por parte del comité técnico del proyecto que contenía 6 diferente tópicos que permitirán mostrar de forma clara la manera en la que los empresarios realizaban sus procesos productivos. El análisis de datos se generó por medio de una matriz que permitió hacer seguimiento a las respuestas de las empresas y que es la base para la realización de los artículos de revisión.

Conclusiones

Durante la estancia de verano se logró adquirir conocimientos teóricos que permiten la implementación de los tópicos de Pronósticos y Planeación Agregada en MyPimes, siendo un factor de suma relevancia para las profesiones de los pasantes. A su vez, se generaron modelos interesantes que permiten acercar el conocimiento técnico de la académica con la experiencia adquirida en algunos casos de manera empírica que poseen las MyPimes de Dosquebradas de los distintos sectores productivos.

Para el artículo de revisión realizado sobre Planeación Agregada se revisaron 53 artículos que poseen relación con el tema. La construcción del artículo está en curso y se considera un aporte fundamental para la investigación de este tópico.

El modelo de planeación agregada se efectuó con base en la revisión de la literatura y teniendo como referencia las encuestas realizadas con el objetivo de generar un modelo que se acerque a las necesidades de los empresarios, se tuvo en cuenta, los espacios con los que cuentan en la empresa, tanto para el posible almacenamiento de producto terminado (cambiar niveles de inventario), como para la colocación de nuevos puestos de trabajo (trabajadores a tiempo parcial). Los intereses del sector relacionados con la intención de despedir o contratar colaboradores, teniendo en cuenta la dificultad para la consecución de mano de obra (variar el tamaño de fuerza laboral), entre otros aspectos que permiten realizar un modelo que se acerque a las necesidades y entendiendo las limitaciones de las MiPymes.

En el acercamiento con las empresas pudimos observar discrepancias entre la Base de Datos emitida por la Cámara de Comercio de Dosquebradas y la realidad; inicialmente se contaba con 282 registros, de los cuales después de eliminar los repetidos, las empresas cerradas y trasladadas a otros departamentos, se logró observar que se generó un descenso de 17,73% ocasionando que la población de empresas sea 232 y que los tamaños de muestra varíen. Se hicieron 216 llamadas y se entrevistaron 25 empresas de los sectores de Alimentos, Confección, Metálicos y Muebles de las 55 que se habían proyectado hacer durante todo el proyecto, por lo cual este resultado puede evidenciar que se obtuvo un gran avance que permitió tener un cumplimiento de 45,45% en las encuestas a realizar y de 93,10% en las llamadas a realizar.

Método de medición de señales electroencefalográficas para detectar lapsos de atención en un usuario con trastorno del espectro autista

Autores

Elena Patricia Escudero Garrido | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: ely.patricia.09@gmail.com

Gonzalo Guillermo Martínez Oliva | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: gmtzoliva29@gmail.com

Iliana Elizabeth Macarena de Haro | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: imacarenad1700@alumno.ipn.mx

Ixchel Gutiérrez Montiel | Instituto Politécnico Nacional.

Correo electrónico: ixchel1997@gmail.com

Laura Fernanda Martínez Amaya | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: laura.martineza@autonoma.edu.co

Asesor

M.C. José Jaime Esqueda Elizondo | Universidad Autónoma de Baja California.

Planteamiento del problema

El autismo es un trastorno del neurodesarrollo caracterizado por ser un trastorno para toda la vida y presentar alteraciones de la interacción social, comunicación verbal, no verbal, el comportamiento restringido y repetitivo; generalmente los signos se observan durante los dos o tres primeros años de vida, actualmente se conoce como Trastorno del Espectro Autista (TEA).

La medición de los lapsos de atención en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), ha ido tomando un papel muy importante, ya que en ellos el nivel de atención suele ser muy bajo debido a que se encuentran lidiando con una gran cantidad de estímulos del entorno. Lo que les genera estrés y potencia que se alteren, por lo que su nivel de atención es variante.

Con la detección de estos lapsos de atención (sostenida, dividida y alternante, en las modalidades visual y auditiva) se pretende coadyuvar en el aprendizaje de personas con TEA al interactuar con medios de aprendizaje tales como

aplicaciones de software y otros tipos de actividades didácticas, con lo cual se puede mejorar el diseño de escenarios de aprendizaje y, por lo tanto, la calidad de vida.

Metodología

La base de datos se obtuvo a partir del registro de señales electroencefalográficas de un paciente con Trastorno del Espectro Autista que fueron adquiridas por medio del uso del dispositivo inalámbrico EPOC+ de 14 canales. Se realizaron tomas de muestras para la identificación de los lapsos de atención en el paciente al desarrollar distintas actividades de aprendizaje. El EPOC+ se utiliza en conjunto con el *software* EmotivPro para recopilar, analizar y almacenar métricas de datos cerebrales.

Los registros de las señales se utilizaron para la creación de archivos mat correspondientes a cada uno de los 14 electrodos del dispositivo gracias a la herramienta *Importa Data* de *MATLAB* para su posterior procesamiento. Como primer punto, se realizó el escalamiento de la señal considerando la resolución de 0.51 uV proporcionada por el fabricante. Posteriormente, se eliminó la línea isoeletrica de las señales empleando el comando *detrend* que nos permite restar la media de los datos.

Una vez obtenida la base de datos, se utilizó el *software* libre *EEGLab* proporcionado por UCSD, el cual se anexa a la plataforma de simulación *MATLAB* para el procesamiento de señales electroencefalográficas, en donde, en primer lugar, se registraron las posiciones de los electrodos del dispositivo, para posteriormente hacer el análisis completo de las señales. Se realizó, a continuación, la identificación y clasificación de los artefactos presentes en la señal EEG para su posterior eliminación. Esto se puede hacer gracias al módulo de Análisis de Componentes Individuales (ICA, por sus siglas en inglés) de *EEGLab*.

Una vez eliminados los artefactos, se analizaron las señales para obtener la Densidad Espectral de Potencia por medio de un programa en *MATLAB* con la finalidad de analizar y detectar la mayor actividad eléctrica presentes en ciertas bandas de frecuencia (bandas Beta) y que es coincidente con los lapsos de mayor atención para cada una de las actividades realizadas.

Conclusiones

El procesamiento de señales EEG puede determinar el nivel de atención que se presenta al desarrollar una actividad de aprendizaje con una persona con TEA, además obtener una medición cuantitativa de cada sesión y, de esta

manera, saber el impacto de la actividad. Asimismo, también se puede saber si le es clara la instrucción; esto es muy importante sobre todo en las personas con TEA no verbales. De esta forma, se pueden diseñar o adaptar escenarios de aprendizaje personalizados, mejorando su bienestar y calidad de vida, para en un futuro lograr una inclusión laboral en su vida adulta.

Implementación de VR al sistema de entrenamiento de la marcha para infantes entre 3 y 12 años

Autor

Ricardo Molina Beltrán | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: ricardo.molinab@autonoma.edu.co

Asesor

Dra. Laura Ivoone Garay Jiménez | Instituto Politécnico Nacional.

Planteamiento del problema

El sistema de entrenamiento de marcha para infantes entre 3 y 12 años perteneciente al Instituto Politécnico Nacional cumple con la función de actuar en forma de terapia para la marcha con infantes; el dispositivo cuenta con diferentes características y distintos métodos de funcionamiento. Sin embargo, el sistema no cuenta con un método de interacción amigable para los niños que participan en las actividades. Por ende, se expone la idea de desarrollar un escenario en el cual se integre el sistema y, a su vez, se les ofrezca la explicación del funcionamiento del dispositivo a los niños.

Mediante el desarrollo de las técnicas de apropiación de dispositivos con personas menores se ha encontrado que el uso de video juegos serios estimula el desarrollo de las actividades y fortalece el conocimiento de los usuarios de estas herramientas.

¿Cómo estimular a los usuarios del sistema de entrenamiento de marcha a desarrollar los movimientos durante periodos de tiempo extensos?

Metodología

Para el desarrollo de la solución de la problemática encontrada con el dispositivo, se plantea la creación de un entorno virtual con el cual se integrará el fortalecimiento del aprendizaje de los movimientos y el comportamiento que debe de desarrollar el usuario del sistema.

Se desarrolla un plan de 5 etapas en el cual se lleva a cabo cada paso para el desarrollo del entorno virtual. A continuación, se describe cada una de las semanas de desarrollo:

Diseño y definición de propuesta

En esta etapa se realiza una revisión y adquisición de conocimientos con el fin de conocer el sistema de entrenamiento de marcha para infantes, se realizó por parte de la institución una divulgación de los conocimientos presentes a partir del proyecto y se exponen las características morfo-físicas del dispositivo de entrenamiento.

Mediante esta etapa se realiza un bosquejo del sistema a funcionar y las características que este debe tener para ser adaptativo y que contribuya a las necesidades.

Aprendizaje y aplicación a vinculación de softwares

Al poseer en el proyecto un punto de correlación respecto al posicionamiento de los tobillos en la marcha, se realizó un análisis de transformación de los movimientos graficados en la ilustración 1, estas se llevan a un modelado tridimensional con el fin de implementar un pie que demuestre los mismos movimientos y este sea coherente. Para realizar una coherencia entre los movimientos y la gráfica se estableció una relación entre Matlab y Unity en donde las coordenadas de Matlab pueden ser llevadas al pie presente en Unity como lo muestra la ilustración 2, en donde se puede evidenciar el comportamiento.

Desarrollo de propuestas

Para desarrollar el ambiente y la integración del dispositivo real, se realizó una conversión entre Solid Works, Blender y Unity en donde se exportan los datos sld de Solid Works a formato.obj o 3ds para incorporarlo a software visual.

Posteriormente, se desarrolló una película con la finalidad de mostrar un avance continuo del usuario en el entorno y continuamente identificar el avance y las velocidades en el entorno. Se crean obstáculos y formas para motivar al usuario en el entorno.

Por otro lado, se revisaron los dispositivos de comunicación mediante celular a un entorno virtual, allí se encuentran 3 dispositivos; sin embargo, se determinan que por ergonomía y constante uso los lentes deben de contar con una espuma y deben de ser livianos, esto porque el usuario sentirá cansancio y desmotivación al tener un objeto que lo aísla durante mucho tiempo. Mediante la ilustración 3 se muestran los dispositivos que se utilizan y el dispositivo que se considera más conveniente.

Puesta a prueba

Al momento de poner a prueba el desarrollo se llevó a cabo una película del entorno, además de llevar a cabo un recorrido como usuario del recorrido, también se conectan las distintas plataformas para mostrar el comportamiento del entorno sincronizando los movimientos con Matlab.

Divulgación

Se llevó a cabo la recolección de la información de forma clara mediante una exposición del entorno y de lo desarrollado.

Conclusiones

Durante el desarrollo de la pasantía con el grupo de desarrollo del Instituto Politécnico Nacional de México, se adquirieron conocimientos respecto a la vinculación de diferentes *softwares* como lo es Matlab, solid Works, Unity y Blender, donde se da información entre los diferentes sistemas y se emplean diferentes modelos o conexiones para sincronización de información. Sin embargo, al ser demasiado extenso el requerimiento del desarrollo, el entorno que se crea es básico, ya que se dedicó mayor cantidad de tiempo a la vinculación de los softwares. Se propone el desarrollo o vinculación de acelerómetros al sistema de entrenamiento con el fin de procesar la información de las acciones desarrolladas por el usuario y así hacer posible el desarrollo continuo de las actividades en el ambiente virtual.

Humanización en salud en tiempos de pandemia. Una necesidad para la investigación

Autora

Jessica Daiana Montoya Vanegas | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: jessicamontoyavanegas@gmail.com

Asesor

Dr. Jorge Andrés Ramos Castañeda | Universidad Antonio Nariño.

Planteamiento del problema

La pandemia causada por el Covid-19 hasta la fecha ha dejado 1.949.777 personas fallecidas en las Américas; en Colombia 114.337 con un promedio de 498 casos de muerte reportados por día. A su vez 17.230 casos confirmados por día, ha afectado en gran magnitud el impacto de los sistemas sanitarios. Los servicios de prevención y tratamiento de enfermedades no transmisibles (ENT) y, en general, la prestación de los servicios de la salud se han visto afectados a nivel mundial, donde los países de ingresos bajos se han visto más afectados, muchas personas que requerían de la continuidad de tratamientos contra enfermedades como cáncer, diabetes, enfermedades autoinmunes, cardiovasculares entre otras, sufrieron algún tipo de retraso en su atención, por lo que los sistemas de salud tuvieron que generar e implementar herramientas innovadoras para garantizar la prestación de los servicios.

Desde otra perspectiva, el reto que surgió frente a la atención centrada en el paciente y la forma en la cual se ofrece dicha atención bajo parámetros enmarcados en la protección de las entidades para acortar el ciclo de transmisión y aumentar las medidas de prevención frente al Covid-19, pueden llegar a influir en la humanización como eje principal de la atención en salud, entendida como el conjunto de prácticas orientadas a mejorar el cuidado de una persona entre la articulación integral de lo humano con el conocimiento científico.

Metodología

La metodología consistió en una revisión a partir de una investigación integrativa presentada en cinco fases: la primera fue la definición del problema; la segunda permitió plantear la estrategia de búsqueda de información (creación de algoritmo, escogencia de motores de búsqueda, lectura de títulos y de resúmenes); la tercera fue definir criterios de elegibilidad; la cuarta consistió en la organización y extracción de los datos y los apartes de las publicaciones relacionadas con humanización; y la quinta fase, permitió hacer el análisis de los datos y correlacionar las tres categorías planteadas para el desarrollo de la revisión.

Conclusiones

Los resultados asociados a Covid-19 con el enfoque de humanización, se pudieron clasificar en tres categorías que permitieron agruparse para describir desde diferentes perspectivas cómo se ha concebido la humanización en este contexto; la primera categoría se asoció al uso de herramientas usadas para garantizar el derecho a la salud, la segunda categoría describe algunos factores que influyen en la atención en salud y la tercera es la de humanización; pero el principal resultado es el hallazgo de la poca investigación reportada acerca de la humanización en salud en el entorno de la pandemia de Covid-19, aun representando un enfoque trascendental en la salud.

A raíz de las múltiples consecuencias ocasionadas por la pandemia, los sistemas sanitarios se ven en la necesidad de implementar herramientas, como la telesalud y, con ella, sus modalidades y enfoques en teleconsultas con diversas plataformas que brindan de manera segura y efectiva el aseguramiento de la calidad en salud considerando siempre la calidad de vida de las personas.

Durante el desarrollo de la pandemia se han evidenciado distintos factores que han influenciado de manera directa e indirecta sobre la atención y prestación de servicios de salud. En esta revisión se encontraron factores como la escasez de suministros y el déficit económico, sobrecarga laboral y efectos del apoyo social en la calidad del sueño para los profesionales del área de la salud, crisis de ansiedad generalizada, sentimientos de temor, la desconfianza, el distanciamiento social, el deterioro de la salud mental de los sanitarios, desafíos éticos y deontológicos, el afrontamiento espiritual-religioso del que se cohibieron las personas, retrasos e interrupciones de la atención médica, el confinamiento obligatorio para pacientes con enfermedades no transmisibles y el Impacto de las restricciones de visitas de familiares de pacientes por la pandemia de COVID-19 son algunos de ellos, que influyen en la calidad y en la humanización en la atención centrada en el paciente.

Aunque logramos hacer una asociación de categorías y factores que se articulan con la humanización, el principal resultado es el hallazgo frente a los pocos artículos científicos que describen el eje de la humanización en la transversalidad de la salud desde sus diferentes especialidades. En esta categoría se relacionaron circunstancias, experiencias descritas por algunos artículos de reflexión y comentarios que denotan estrategias implementadas durante la pandemia, permitiendo visibilizar el concepto de humanización dentro sus prácticas clínicas; además se logró evidenciar la visión de la prestación de servicios desde el enfoque bioético, desde pacientes con algún tipo de vulnerabilidad como las gestantes, los recién nacidos, la calidad de la atención de pacientes con comorbilidades como el cáncer, la inoportunidad de las cirugías y el deterioro de la calidad de vida de los pacientes, la deshumanización frente a la situación agónica de personas infectadas por el SARS-CoV-2 con un contacto diluido a raíz de las barreras de protección usadas por el personal y el aislamiento por infección, la muerte en tiempos de crisis sanitaria (falta de acompañamiento, despedida, atención espiritual y un luto complicado), estas son algunas de las circunstancias reportadas en la revisión que hacen un llamado urgente a investigar, publicar y difundir fenómenos sociales y de salud que son trascendentales en concebir la salud humanizada.

La pandemia ha generado efectos de tipo económico, social y en la salud, por lo cual se han planteado desafíos únicos en la prestación de servicios, en donde los participantes de los sistemas tuvieron que generar alternativas de cuidado que garanticen la atención centrada en el paciente. A su vez, se ha generado la necesidad de investigar y publicar en temas relacionados a la resolución y prevención de este virus, dentro de cómo entender la parte clínica, la transmisibilidad, investigación y desarrollo de vacunas, lo cual genera la importancia y la necesidad de publicar contenido científico frente al abordaje de la humanización.

Optimización del “Sistema para el Entrenamiento de la Marcha en Infantes de 3 a 12 años”

Autor

Pablo Montoya Varela | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: pmontoyav7@hotmail.com

Asesora

Dra. Laura Ivoone Garay Jiménez | Instituto Politécnico Nacional.

Planteamiento del problema

Los infantes que sufren de PC (parálisis cerebral) tienen un grado de independencia cercano o igual a cero. Es por esto que, a la hora de entrenar su patrón de marcha, es de suma importancia enfocarnos en desarrollar una propuesta que garantice su seguridad y comodidad al momento de interactuar directamente con algún sistema o mecanismo. De la misma manera, no podemos dejar de lado las actividades de los profesionales de salud que trabajan con los usuarios dentro de una sesión de terapia.

Al iniciar un proceso de diseño de cualquier tipo, es esencial -no solo entender la necesidad-, sino también la actividad que la rodea. En este caso, el Sistema propuesto estuvo enfocado únicamente en el usuario, y no de manera completamente adecuada, por lo que el proyecto comienza a mostrar falencias o a presentar obstáculos de distintos tipos. Se debe pensar en las tareas que debe realizar el profesional en salud antes, durante y posterior a las sesiones de terapia con los pacientes. Esto crea un "ecosistema" en donde todo fluye para que la rehabilitación o entrenamiento resulte de manera efectiva.

Metodología

La prioridad es optimizar las características de diseño en el “Sistema para el Entrenamiento de la Marcha en Infantes entre 3 y 12 años” conservando los mecanismos ya propuestos (arnés, braceo, cadera, pies), proponer materiales

para su estructura y demás elementos, y aplicar conceptos de **ergonomía para la interacción entre máquina-usuario-fisioterapeuta**.

Haciendo un barrido de referentes actuales (estado del arte), es posible encontrar una idea de lo que se está implementando en la actualidad con respecto al entrenamiento de la marcha y se puede evidenciar qué propuestas son más efectivas. Con esto, se inició el proceso de rediseño de una estructura y un sistema ya propuestos que cumplen ciertas funciones bajo ciertos parámetros, pero que tienen margen para realizar mejoras en aspectos técnicos y de diseño.

Llega la fase de bocetación, donde se plasman las ideas sobre papel con el fin de reducir las propuestas a tan solo las más viables y eficaces. Luego, el desarrollo de un modelo en 3D -en este caso usando SolidWorks- es imprescindible para poder entender cómo se comportará la idea final, cómo interactuará con su entorno y sus usuarios y también cómo será su aspecto formal.

Conclusiones

Resultados alcanzados

Cifras cuantitativas del sistema con respecto al diseño inicial y descripción cualitativa:

Estructura

Su principal objetivo es sostener al usuario de manera segura a través de un arnés en la parte superior. De la misma manera, a esta estructura se acoplan los mecanismos del entrenamiento de la marcha. Cuenta con rieles en sus columnas verticales para ajustarse de acuerdo a la altura de los infantes con precisión milimétrica.

- Altura 200 cm (reducción del 7,4 % con respecto a la Prop. Inicial).
- Ancho 100 cm (reducción del 13,05 % con respecto a la Prop. Inicial).
- Profundidad 130 cm (reducción del 7,15 % con respecto a la Prop. Inicial).
- Perfiles de 8 cm x 6 cm.
- Acero inoxidable.
- 5 piezas principales: 2 verticales, 3 horizontales. (reducción del 66,67 % con respecto a la Prop. Inicial).
- Armado mediante ensamblajes.

Mecanismo braceo

- Altura 30 cm.
- Ancho 8,5 cm.
- Profundidad 65 cm.
- Aristas redondeadas.
- Carcasa polímero ABS.
- Distancia entre mecanismos: 82 cm. (Aumento del 51,85 % con respecto a la Prop. Inicial). Esto con el fin de permitir acceso a una silla de ruedas con un ancho máximo de 70 cm.

Grips:

- *Grips* ergonómicos: Mejora postura y fuerzas ejercidas. Mejora el ángulo de agarre. Disminuye fatiga y holguras. Evita deslizamientos. Mayor comodidad y rendimiento.
- *Grips* plegables dentro de la carcasa del mecanismo de braceo. Crea más espacio para el acceso del usuario en silla de ruedas.
- *Grips* intercambiables. Diferentes diámetros de agarre según antropometría del usuario.

Mecanismo cadera

- Forma sin puntas y aristas redondeadas.
- Cojín espuma poliuretano: Material blando, duradero, viscoelástico, anti bacteriano, anti hongos, anti ácaros.
- Intercambiable.
- Ancho 21 cm (reducción del 27,59 % con respecto a la Prop. Inicial).
- Alto 8 cm (reducción del 46,67 % con respecto a la Prop. Inicial).

Conclusión

Una propuesta de diseño nunca es una solución definitiva. Es decir, siempre hay lugar y margen para las mejoras. Este proyecto es un muy buen comienzo desde las perspectivas de optimización y mejoramiento del sistema.

Segmentación Semántica de Imágenes de fondo de ojo usando aprendizaje profundo

Autores

Alejandro Lizárraga Sarabia | Universidad Autónoma de Sinaloa.

Correo electrónico: a.lizarraga19@info.uas.edu.mx

Alejandro Mora Rubio | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: alejandro.morar@autonoma.edu.co

Juan José Meza Gutiérrez | Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Correo electrónico: j2.meg@outlook.com

Asesor

Dr. Leopoldo Altamirano Robles | Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (CONACYT).

Planteamiento del problema

La retinopatía diabética como consecuencia de la diabetes, causada por el daño a los vasos sanguíneos en la retina, es una complicación que afecta a los ojos provocando síntomas, entre los cuales se encuentran el trastorno de la visión, visión borrosa, dificultad para percibir los colores y en los casos más graves la pérdida de la visión permanente.

Parte del diagnóstico de la retinopatía diabética consiste en el análisis de imágenes de fondo de ojo, donde se observa la retina del paciente en búsqueda de la presencia de lesiones como hemorragias, microaneurismas, exudados duros y blandos. Es por esto que una de las posibles maneras de ayudar a facilitar y agilizar su detección es el hacer uso del aprendizaje profundo, a través de la creación de un modelo que sea capaz de identificar aquellas lesiones relacionadas a la enfermedad. Por lo tanto, durante el verano de investigación Científica se plantea el profundizar en el uso de un *framework* de segmentación semántica que es un método de traducción imagen a imagen que permite identificar regiones y estructuras en una imagen de entrada. Este tipo de método resuelve problemas de clasificación pixel a pixel, en los cuales las clases

están predefinidas. El resultado de la segmentación es clasificado a detalle, y contiene más información acerca de una escena que otros métodos.

Metodología

El trabajo realizado consistió en la puesta en marcha del *framework DR-Segmentation* disponible de manera libre, que cuenta con modelos predefinidos de redes neuronales UNet, HEDNet, y HEDNet+cGAN para la segmentación semántica de cuatro diferentes tipos de lesiones presentes en la Retinopatía Diabética. La base de datos de entrenamiento, las opciones de preprocesamiento de imágenes de muestra, los modelos de redes neuronales y la forma de evaluarlos dentro del *framework* se comenta a continuación.

Los datos de entrenamiento corresponden a las imágenes y máscaras de segmentación disponibles a través de la base de datos de libre acceso *Indian Diabetic Retinopathy Image Dataset* (IDRiD), la cual cuenta con un total de 81 imágenes de fondo de ojo con máscaras de segmentación para el disco óptico y las diferentes lesiones (microaneurisma, hemorragia, exudados duros y blandos) según corresponda. Las imágenes se encuentran divididas en un conjunto de entrenamiento con 54 imágenes y un conjunto de evaluación con las imágenes restantes.

Debido a que las imágenes provenientes de IDRiD, tienen diferentes intervalos de iluminación y contraste entre ellas, el *DR-Segmentation framework* permite al usuario aplicar diferentes tipos de preprocesamiento al conjunto de datos de entrada, que dependiendo de la calidad de las imágenes originales puede mejorar los resultados de segmentación. Los dos tipos de preprocesamiento utilizados durante el experimento fueron el balance de brillo, que consiste en forzar a cada píxel de las imágenes de entrenamiento y evaluación a tener una intensidad de píxel promedio, igual a la intensidad de píxel promedio del conjunto completo de imágenes utilizadas, y en segundo lugar el mejoramiento de contraste, para asegurar que las intensidades de los píxeles cubren un amplio rango de valores, que hacen más evidentes los detalles de la imagen. El mejoramiento de contraste se implementa mediante el procedimiento conocido como CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*).

Los tipos de redes neuronales utilizados para realizar la segmentación semántica de las lesiones fueron UNET y HEDNet. Acerca de UNET es importante mencionar que es un modelo ampliamente utilizado para segmentación de imágenes biomédicas, por otro lado, el modelo HEDNet es un modelo de detección de bordes anidados de manera holística basado en redes neuronales convolucionales profundas con un mejor desempeño frente a algoritmos como los de detección de bordes de Canny, en términos de velocidad y exactitud.

Para la evaluación de los modelos se utilizó la métrica DICE, la cual representa un coeficiente de similitud entre dos muestras, para nuestro caso la similitud entre dos máscaras de segmentación, la real provista por la base de datos y la predicción realizada por el modelo.

Con el objetivo de comparar las diferentes arquitecturas y operaciones de preprocesamiento, se realizaron los siguientes experimentos:

1. Modelo U-Net, imágenes sin preprocesamiento (0)
2. Modelo U-Net, balanceo de brillo (1)
3. Modelo U-Net, aumento de contraste (2)
4. Modelo HEDNet, imágenes sin preprocesamiento (0)
5. Modelo HEDNet, balanceo de brillo (1)
6. Modelo HEDNet, aumento de contraste (2)

Los anteriores experimentos fueron desarrollados para la lesión de microaneurismas por Alejandro Lizárraga Sarabia, para la lesión de hemorragias por Juan José Meza Gutiérrez, y para la lesión de exudados duros por Alejandro Mora Rubio. La lesión de exudados blandos se excluyó de los experimentos, debido a que no todas las imágenes del conjunto de entrenamiento presentan esta lesión.

Los resultados obtenidos al evaluar por medio del coeficiente de DICE cada uno de los modelos se encuentran registrados en la tabla disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1zIUBSoduuiVpjtokIY7YFBIM81GFKKga?usp=sharing>

Conclusiones

En cuanto a los resultados, se pudo observar en la tabla que, al aplicar la segmentación semántica a las imágenes de fondo de ojo, los mejores resultados se obtienen en la segmentación de microaneurismas con el modelo U-Net aplicando un preprocesamiento de aumento de contraste. En general, también se pudo ver que en el caso de U-Net los resultados de la evaluación mejoran, si se aplica algún tipo de preprocesamiento al conjunto de imágenes de entrenamiento, mientras que a excepción de los exudados duros en HEDNet el desempeño disminuye al aplicar algún preprocesamiento. Finalmente, y de acuerdo con la tabla, se puede afirmar que durante el ejercicio de segmentación semántica el modelo U-Net es superior en todos los casos.

Reproducción y eliminación del patriarcado a través de las maternidades campesinas de Calarcá Quindío

Autora

Zaida Michelle Ocampo González | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: zaida.ocampog@autonoma.edu.co

Asesora

Mg. Glenia Onate Diaz | Universidad de la Guajira.

Planteamiento del problema

De acuerdo con Song, (s.f), el patriarcado se refiere a un sistema de poder incrustado en las instituciones y otros tipos de organización social que da privilegios y otorga el poder a los hombres sobre las mujeres y las personas que no son cisgénero.

También el patriarcado se define como un sistema de dominación sexual que es, además, el sistema básico de dominación sobre el que se levantan el resto de las dominaciones, como la de clase y raza. El patriarcado es un sistema de dominación masculina que determina la opresión y subordinación de las mujeres. El género expresa la construcción social de la feminidad y la casta sexual se refiere a la experiencia común de opresión vivida por todas las mujeres (Varela, 2008, pp. 84 – 85).

Por otro lado, “(...) el género se construye culturalmente: por esa razón, el género no es el resultado causal del sexo ni tampoco es tan aparentemente rígido como el sexo. Por tanto, la unidad del sujeto ya está potencialmente refutada por la diferenciación que posibilita que el género sea una interpretación múltiple del sexo” (Butler, 2007, p. 54).

Finalmente, existen instituciones que permiten estructurar de manera legal, formal e incluso consuetudinaria una hoja de ruta de cómo actuar entre la sociedad en la que estamos inmersas, estas instituciones pueden ser del orden público, privado y simbólico, tal es el caso del hogar, de la maternidad, la cual es la primera institución enseña la cosmovisión a infantes, por lo que es

la encargada de formar en primer lugar a bebés, de reproducir lo que para sus sociedades está bien y de eliminar lo que no.

Es por esto que este patriarcado y las maternidades se han planteado en las mujeres campesinas del municipio de Calarcá, ubicado en el departamento del Quindío colombiano, debido a que son personas que fueron colonizadas por un patriarcado occidental y en la actualidad desde sus costumbres campesinas cafeteras siguen reproduciéndolo.

Metodología

Se hará uso de métodos de investigación del tipo cualitativa, específicamente de la investigación etnográfica, por lo que se pretende describir las acciones que se llevan a cabo dentro de las maternidades campesinas que conllevan a la eliminación y reproducción del patriarcado, para esto es necesario también realizar relaciones entre lo que se dice, hace y piensa en el entorno y categorías abstractas contenidas en los marcos.

Conclusiones

Los principales avances son: elección del presente proceso de investigación durante la actual pasantía de investigación del programa Delfin, así como la sistematización de artículos en RAES que servirán para la construcción del estado de arte y los marcos de este.

Se ha podido comprender que las primeras campesinas provienen de pueblos originarios por lo que cuando nos referimos al patriarcado en el que están inmersas, se debe hacer la diferenciación entre uno ancestral y otro de tipo occidental/eurocéntrico, para lo cual son de utilidad las teorías feministas decoloniales y comunitarias.

Finalmente, se concluye que el patriarcado es un sistema que oprime de manera diferenciada a las personas que se enuncian y son percibidas por fuera de lo masculino, lo que conlleva a que sean vulnerables y no tengan las mismas posibilidades y derechos que los hombres. Comprender esto permite plantear alternativas para la solución de estas desigualdades, así como analizar los sistemas que se tenían previos a la colonización, con el fin de alcanzar en el largo plazo la igualdad entre las personas comprendiendo las cosmovisiones propias de determinados grupos.

Saberes y prácticas ancestrales en salud bucal para la reconstrucción de memoria en la comunidad Embera Chamí del resguardo indígena Cañamomo Lomaprieta, Riosucio, Caldas

Autora

María Camila Ramírez Giraldo | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: maria.ramirezg@autonoma.edu.co

Asesora

Mg. Paula Andrea Duque | Universidad Católica de Manizales.

Planteamiento del problema

Distintas comunidades indígenas en América Latina preservan ritos, mitos, ceremonias mágico-religiosas y utilizan plantas medicinales como parte de una concepción de salud, enfermedad y cuidado propio de su cosmovisión, algo que a su vez, se encuentra ligado con la armonía de la naturaleza y las buenas relaciones entre los integrantes de la comunidad (Ochoa et al. 2015).

Dentro de ello, el cuidado de la salud oral no es una excepción, pues allí se expresan elementos sustanciales de la cultura de la salud; en particular, las representaciones simbólicas sobre la boca y los dientes, como también, las diferentes estrategias que utiliza la población para resolver sus dolencias (Ospina y Liscano, 2021).

Tristemente, la mayor parte de los indígenas Colombianos presentan carencias en la oferta en servicios de salud y sobre todo los relacionados con atención odontológica, además de la descontextualización por parte de los profesionales de la salud bucal sobre las particularidades socioculturales de estas poblaciones, por tanto, omiten elementos importantes sobre la manera en que estas personas reconocen su boca, sus prácticas de salud bucal y las diferentes estrategias de atención a la salud para hacer frente a sus padecimientos bucales (Liscano, 2017).

Y a pesar de que en la literatura se plantean modelos de salud interculturales, no hay grandes avances en este sentido, pues continúan vigentes las propuestas de homogeneización cultural, carentes de la posibilidad de incluir la interpretación y la comprensión de los significados de la salud y la enfermedad para los pueblos indígenas (Liscano, 2017).

Es así como la autoatención y el autocuidado aparecen permitiendo que la forma de contención y prevención de los dolores resulte en un soporte material e inmaterial para todo el núcleo familiar, una solvencia humana de la comunidad, una respuesta social con un fuerte arraigo histórico y cultural, un sustrato ideológico para la lucha y la organización, y una fortaleza para su autonomía e identidad frente al sistema de salud (Liscano, 2017).

Metodología

Tipo de Estudio: Estudio cualitativo de tipo etnográfico descriptivo, realizado en el resguardo indígena de Cañamomo y Lomapieta.

Criterios de inclusión: Médicos tradicionales y parteras pertenecientes al resguardo, miembros de la comunidad y que vivan en el territorio.

Criterios de exclusión: Miembros de la comunidad que practiquen en su mayoría la medicina y cultura occidental. Personas que no estén de acuerdo con participar del estudio.

Recolección de la información: Se realizaron entrevistas a profundidad a miembros de la comunidad.

Para la **recolección de los datos** se cumplieron los siguientes pasos:

1. Solicitud de autorización del gobernador del resguardo indígena.
2. Aprobación por parte de los mayores de la comunidad.
3. Autorización de salida por parte de la Universidad Católica de Manizales.
4. Autorización y disposición por parte de los médicos tradicionales.
5. Disposición y gestión de los sabedores.
6. Gestión y programación de los encuentros en el resguardo.
7. Desplazamiento al resguardo cañamomo-lomapieta en Riosucio, Caldas.
8. Firma del consentimiento informado.

9. Realización de entrevistas a profundidad a miembros de la comunidad embera-chami, especialmente a médicos tradicionales y sabedores.
10. Elaboración de diarios de campo.

Análisis de la información: Se realizó una transcripción en Word de las entrevistas realizadas, en palabras literales.

Conclusiones

Las plantas medicinales y las sabidurías ancestrales son fundamentales para la comunidad que habita en el resguardo indígena Cañamomo Lomaprieta, pues no sólo se utilizan en el cuidado de la salud y la enfermedad, sino que mantienen vital la conexión con su madre tierra. A pesar de ello, gran parte de las plantas medicinales que estas comunidades utilizan para el cuidado de la salud y la enfermedad en la cavidad bucal, se encuentran expuestas a desaparecer gracias a que su principal medio de transmisión a futuras generaciones es a través de la oralidad y no son aún reconocidas por las formas de medicina convencional.

El sistema médico tradicional juega un importante papel en la continuidad de la identidad étnica y el equilibrio comunitario, al fortalecerlo se potencia su riqueza cultural y se rescata un conocimiento que puede brindar aportes importantes al sistema médico occidental. Una posible opción para generar una interacción de respeto y simetría entre actores con sistemas de conocimiento distintos sería el diálogo de saberes, el cual facilita el desarrollo de enfoques interculturales en atención en salud negociando entre los saberes propios y los exógenos, mejorando así la atención médica y odontológica en comunidades vulnerables.

Efectividad de un entrenamiento con realidad virtual a nivel domiciliario sobre el equilibrio postural, la movilidad y la funcionalidad de personas mayores: una revisión sistemática

Autora

Daniela Ramírez Restrepo | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: daniela.ramirezr@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Ricardo Oliveira Guerra | Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Planteamiento del problema

Las transiciones demográfica y epidemiológica de las últimas décadas han traído consigo un incremento de la esperanza de vida, una disminución de la tasa de natalidad y, en consecuencia, un aumento considerable de la población adulta mayor a nivel global. Para el año 2050, se estima que el número de personas de 60 años y más alcanzará los 2000 millones. De igual manera, el incremento de esta población representa grandes retos para los sistemas sanitarios y sociales de cada país, en especial para aquellos de bajos y medianos ingresos.

En relación con el control postural, los cambios dados en los sistemas visual, vestibular, propioceptivo, somatosensorial y muscular, pueden incrementar el riesgo de una persona mayor de presentar inestabilidad, la cual repercute sobre la movilidad, independencia y autonomía de estos individuos. Por ello, se han propuesto estrategias para prevenir o mejorar las repercusiones de dichos cambios fisiológicos sobre la funcionalidad de las personas mayores, dentro de las cuales se destaca el ejercicio físico mediante herramientas como la realidad virtual. Esta estrategia cobra importancia puesto que características como la interacción, inmersión, tridimensionalidad y motivación la convierten en una opción ideal y complementaria para incrementar los niveles de actividad física e intervenir aspectos del equilibrio postural y la movilidad.

Ahora bien, la pandemia por Enfermedad por Coronavirus (COVID-19) ha provocado un gran nivel de incertidumbre en el mundo, debido al

conocimiento insuficiente sobre el mecanismo de acción, así como al alto poder de diseminación, contagio y de muertes en poblaciones más vulnerables, como las personas mayores. Asimismo, las medidas de contención tales como el aislamiento y el distanciamiento social, han disminuido la actividad física, la movilidad y la capacidad funcional de esta población, y han obstaculizado los procesos de rehabilitación fisioterapéutica convencionales. En efecto, se evidencia un aumento en las caídas, ansiedad, depresión, deterioro cognitivo en las personas mayores y una enorme preocupación por parte del sector público en salud.

En respuesta a tal problemática, diversos actores han implementado políticas para hacer frente a la situación mencionada. Por ejemplo, el Consejo Federal de Fisioterapia y Terapia Ocupacional en Brasil, a través de la ley 516, estableció la importancia de la atención no presencial (mediante telerrehabilitación o atención domiciliaria) para disminuir el número de caídas, la inmovilidad, el comportamiento sedentario, la institucionalización y hospitalización de los adultos mayores. No obstante, aunque ya se conocen los beneficios de la implementación del ejercicio físico mediante realidad virtual, y pese a la existencia de leyes que reconocen las ventajas de la atención domiciliaria sobre la reducción de la inactividad física, son pocos los estudios que se han ejecutado en torno a la efectividad del uso de esta modalidad en el entorno hogareño del adulto mayor.

Metodología

Esta revisión se llevó a cabo siguiendo las pautas de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) y se trabajó bajo la estrategia PICO (Patient, Intervention, Comparative, Outcomes). Se utilizaron los siguientes términos MeSH para la construcción de la estrategia de búsqueda: *Virtual Reality, Elderly, Postural Balance, Functional Capacity, Mobility, Depression, Home-based, Quality of Life, Falls*. Posteriormente, se buscaron en 12 bases de datos electrónicas: Scopus, Web of Science, Science Direct, MEDLINE, EMBASE, PubMed, PEDro, Cochrane, OMS (Clinical Trials), CINAHL, ReBEC, Clinical Trials.gov.

Los criterios de inclusión fueron: I) Ensayos Clínicos Aleatorizados; II) Personas a partir de los 60 años; III) Estudios que incluyan un entrenamiento en un ambiente domiciliario por medio de juegos comerciales o serios con RV; IV) Artículos publicados los últimos 10 años (2011-2021); V) Artículos en inglés, portugués y español. Exclusión: I) Condiciones neurológicas, ortopédicas o reumatológicas; III) Uso de tecnologías de asistencia; IV) Personas mayores institucionalizadas u hospitalizadas; V) Condiciones cardíacas descompensadas; VI) Artículos que no utilicen equilibrio postural como medida de resultado

primaria, que no describan detalladamente la intervención tanto para el grupo experimental como para el grupo control, o que incluyan una intervención específica para el grupo control en un entorno domiciliario.

Para la elaboración del protocolo se utilizaron los parámetros propuestos a partir de la herramienta PROSPERO. Luego, se filtraron los artículos encontrados mediante la herramienta RYYAN y, por último, se usó una ficha para el diligenciamiento de los datos de los artículos para revisión completa. La evaluación del riesgo de sesgo fue realizada por dos autores, con base en las recomendaciones del Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones. El instrumento clasifica los dominios de generación de secuencia aleatoria, ocultación de la asignación, cegamiento de los participantes y profesionales, cegamiento de los evaluadores de resultado, resultados incompletos, informe selectivo de resultados, otras fuentes de sesgo, en alto, bajo e incierto. En caso de desacuerdo en la evaluación, se contratará a un tercer autor para realizar la evaluación.

Conclusiones

Debido a que la construcción de este estudio secundario hace parte de un macroproyecto del Doctorado en Fisioterapia de la Universidad Federal de Río Grande del Norte, y por motivos de aprobación ética reciente, se continuará con la construcción de esta investigación para su publicación posterior. Sinceros agradecimientos y gratitud para con los investigadores y estudiantes de la Universidad Federal de Rio Grande del Norte por su enorme disposición para llevar a cabo este verano de investigación.

Diseño mecánico de banco de pruebas para prótesis de tobillo

Autor

David Yamil Risk Mora | Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: david.riskm@autonoma.edu.co

Asesor

Dr. Luis Adrián Zúñiga Avilés | Universidad Autónoma del Estado de México.

Planteamiento del problema

Poder moverse adecuadamente es fundamental para los seres humanos. En el caso de una persona que ha tenido una amputación de miembro inferior, las prótesis de miembros inferiores le brindan nuevas oportunidades para optimizar su calidad de vida. Desafortunadamente, la accesibilidad a estos dispositivos de asistencia es un problema en países subdesarrollados y países en desarrollo. Esto trae la necesidad de diseñar nuevas prótesis de miembros inferiores; dichas prótesis deben ser resistentes, seguras y económicas para resolver la problemática expuesta anteriormente. En el caso de tener un nuevo diseño, se debe seguir protocolos de experimentación para evaluar el modelo físico. La Organización Internacional de Normalización (ISO) ha presentado varias normas para regir el diseño y las pruebas mecánicas de prótesis y órtesis de miembros inferiores. La norma ISO 22675:2016 evalúa la resistencia de dichos dispositivos: se necesita una máquina que, por medio de la aplicación de fuerza en un solo punto, carga la prótesis a condiciones de carga parecidas a la cinética de la marcha humana en la fase de apoyo. Por lo tanto, para poder validar el diseño de una prótesis de tobillo primero se debe utilizar un banco de pruebas para evaluar el mismo, de aquí proviene el objetivo de este proyecto: Realizar el diseño mecánico de una máquina para realizar cargas cíclicas a distintas prótesis de tobillo regido por el protocolo de ensayo establecido en la norma ISO 22675:2016 para así evaluar el rendimiento de dichas prótesis a condiciones de carga análogas a las que serán sometidas en escenarios de operación regular.

Metodología

Se debe determinar qué tipos de factores de seguridad son relevantes y un factor de seguridad deseado a partir del criterio de Norton. Luego, las dimensiones de cada componente son representados por medio de una figura geométrica donde una dimensión en específico está por definir. Se calcularon los esfuerzos y la resistencia de cada componente a partir de la teoría de Goodman para fatiga fluctuante (categoría II) cada componente sufre esfuerzo normal por flexión el cual se calcula. La resistencia del material también varía con las condiciones de carga cuando se diseña a fatiga, la resistencia de fatiga a vida infinita (el millón de ciclos) se calcula a partir del límite de vida teórico sin corregir que depende de la resistencia última del material y seis factores de corrección. Ahora se puede calcular el factor de seguridad a partir de los esfuerzos aplicados, el límite de resistencia calculado y la resistencia última. Se varió la geometría hasta obtener un factor de seguridad igual al factor de seguridad deseado. Posteriormente, esta solución matemática es reproducida en un *software* de diseño asistido por computadora como un archivo 3D de estructura ASCII (archivo step), esto se hace para poder evaluar el modelo físico en un *software* de análisis por el método de elementos finitos (FEM), de acuerdo con los resultados del análisis FEM se realizan cambios respectivos en el modelo geométrico.

Conclusiones

Del modelo esfuerzo-vida la altura necesaria de la plataforma era 9,8 mm, al aplicar las cargas variables por medio del *Mechanical Modeler* del *software* ANSYS se evidenciaron deflexiones no relevantes, lo cual indica que la rigidez de este componente es adecuada, el esfuerzo máximo fue de 11,3 MPa, por lo tanto, no hay riesgo de deformación permanente y finalmente al evaluar las condiciones de fatiga con el *Fatigue Toolbox*, se pudo verificar que todo el componente resiste por lo menos un millón de ciclos, es decir, llega a la vida infinita de diseño. Para el sistema tornillo-adaptador el tornillo más adecuado para resistir las cargas fatigantes, estáticas y el pandeo fue el tornillo M14 x 2 mm, el adaptador tuvo que tener un roscado M14 interno y una geometría prismática, ranurada, disco-rectangular. Al evaluar los resultados computacionales podemos hacer las mismas apreciaciones que hicimos para la plataforma: las deflexiones no son considerables y no hay falla por pandeo, los esfuerzos máximos no producen deformaciones permanentes y todo el sistema tornillo-adaptador llega a la vida infinita de diseño.

Se pudo diseñar un banco de pruebas para aplicar cargas análogas a la cinética de la marcha humana a prótesis de tobillo denominado *BanPro21* que consiste de tres componentes principales que garantizan su buen funcionamiento de acuerdo a la norma ISO 22675:2016. El diseño global se dividió en el diseño mecánico de cada componente de acuerdo a la teoría de resistencia a la fatiga de esfuerzo-vida y la teoría de falla a fatiga fluctuante categoría II de Goodman. Cada solución analítica fue analizada computacionalmente por medio de un modelo FEM para garantizar que la rigidez (deflexión), resistencia (esfuerzos) y resiliencia (vida útil) de cada componente fuera adecuado.

Desarrollo del sistema de información web para el proyecto PROBAUAM (Fase 1)

Autor

David Salgado Ospina | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: david.salgadoo@autonoma.edu.co

Asesor

M.C. Bruno Barboza Orozco | Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora.

Planteamiento del problema

El sistema de realidad virtual basado en el protocolo de ejercicios terapéuticos PROBAUAM, el cual tiene como objetivo apoyar la rehabilitación de personas mayores con problemas de control postural e inestabilidad, se encuentra compuesto por minijuegos (ejercicios del protocolo), por medio de los cuales se realiza una intervención lúdica permitiendo impulsar experiencias dinámicas encargadas de evitar la sensación de realizar terapias convencionales. Teniendo en cuenta lo anterior, se presenta la necesidad de desarrollar una plataforma que permita la gestión de las intervenciones al utilizar el sistema de inmersión en RV.

Metodología

Como parte del macroproyecto, el trabajo realizado en la pasantía estuvo inmerso en la metodología de desarrollo ágil Scrum; sin embargo, fue planeado y desarrollado teniendo en cuenta la metodología cascada, compuesta por el análisis, diseño, implementación, verificación y mantenimiento.

El análisis del sistema fue realizado mediante observación y reuniones con los interesados. Como producto se obtuvieron las historias de usuario y la descripción de requisitos funcionales y no funcionales de la plataforma; el diseño, se encuentra conformado por el diagrama entidad relación, de

arquitectura y de roles y permisos, diseño de los servicios REST y mockups; la implementación se desarrolló en 3 fases, primero la creación del proyecto, bases de datos y migraciones; posteriormente, desarrollo del módulo de login, registro y manejo de roles y permisos; y finalmente, el desarrollo de 4 test. Las etapas de verificación y mantenimiento, se encuentran contempladas en el macroproyecto.

Conclusiones

Principales resultados de avance

Durante la pasantía fue posible realizar el análisis y diseño del sistema de información, el cual se compone de historias de usuario, requisitos funcionales y no funcionales, diseño de servicios REST, diagrama de roles y permisos, diagrama entidad relación, diagrama de arquitectura y mockups de la plataforma. Adicionalmente, se implementaron los módulos de login y registro, teniendo en cuenta el manejo de roles y permisos, finalmente se inició con el desarrollo de los test en la plataforma.

Conclusiones de avance

El programa Delfín impacta favorablemente, mediante el periodo de pasantía y el conocimiento de los profesionales como pasantes y tutores, a las actividades de proyectos en ejecución puesto que permite avanzar en estas y visibilizar oportunidades de mejora para los mismos.

Actitudes sobre la discapacidad en el ámbito universitario

Autor

Iván Andrés Valencia Rodríguez | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: ivana.valenciar@autonoma.edu.co

Asesora

Mg. Floralinda García Puello | Universidad Simón Bolívar.

Planteamiento del problema

Actualmente, las personas con discapacidad son víctimas de discriminación y vulneración de derechos. En todos los contextos sociales y actitudinales de incursión de la persona con discapacidad, así como se observa una gran discrepancia frente a los factores de inclusión que se convierten en una barrera para el desarrollo humano de las personas desde las alteraciones funcionales, limitaciones en las actividades y restricciones en las participaciones que enfocan a la discapacidad en un entorno de barrera para las habilidades de las personas (Ávila Rendon, CL. Discapacidad y Contexto, 2019); es por esto que se tiene un enfoque en las actitudes sociales a la discapacidad en la equiparación de oportunidades y fortalecimiento de incursión en la sociedad.

Metodología

Estudio cuantitativo descriptivo transversal, con recolección de información mediante instrumentos tipo encuesta a 87 personas entre estudiantes y docentes de una universidad de Barranquilla, Atlántico.

Se aplicaron preguntas relacionadas con variables sociodemográficas y las preguntas de la escala de actitudes hacia la discapacidad.

Preguntas sociodemográficas

En este instrumento se evaluará principalmente para conocer rol y procedencia del encuestado teniendo como base las variables de docente o estudiante, edad, sexo, etnia, facultad o dependencia a la que pertenece, programa académico y si posee familiares con discapacidad; esto con el fin de poder realizar el filtro de información requerida para la clasificación y agrupación de datos con referencia a la variable cuantitativa del estudio.

Escala de actitudes hacia la discapacidad

Esta escala será aplicada a docentes y estudiantes para conocer el enfoque que tienen sobre la discapacidad y cómo conciben la discapacidad a nivel general desde la representación de la misma en condiciones de deficiencia, limitación o minusvalía, teniendo en cuenta las limitaciones corporales, las limitaciones en la actividad y las restricciones en la participación, que generan un concepto actitudinal en la población estudiada.

Previo al proceso de recolección de información se solicitó la aceptación voluntaria de participación en el proyecto a cada uno de ellos sujetos de estudio.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 87 participantes sujetos objeto de estudio, 32 son hombres y 55 mujeres, con una media de edad de 33 años, siendo 43 hombres y 44 mujeres, pertenecientes a las 9 facultades académicas.

Desde la escala de actitudes a la discapacidad se realizó un análisis factorial de los cuales se rescatan 5 factores.

- Factor 1: valoración de capacidades y limitaciones de los cuales se obtuvo que las personas con discapacidad tienen un desempeño alto socialmente y son capaces de realizar actividades por sí mismos.
- Factor 2: reconocimiento/negación de derechos se obtuvo que las personas con discapacidad no deben ser recluidas en centros especializados.
- Factor 3: implicación personal se obtuvo que las personas con discapacidad tienen convivencia actitudinal deficiente, tienen rencor por su condición de salud, pero no son rechazados o negados por su núcleo familiar.

- Factor 4: calificación genérica se obtuvo que las personas con discapacidad son sociables en su entorno y relaciones interpersonales.
- Factor 5: asunción de roles se obtuvo que las personas con discapacidad tienen confianza consigo mismo y en las actividades que realizan y se sienten satisfechos de sí mismos.

En conclusión, es evidente la generación de espacios de conformación y adaptación al enfoque de discapacidad en todas las Instituciones de Educación Superior IES desde la conformación de grupos focales para escuchar las necesidades de los estudiantes y docentes que aluden más de cerca en determinados contextos la discapacidad; asimismo, generar mecanismos de ayuda basados en las capacidades y cerrar brechas de desigualdades que se tengan en el ámbito universitario para muchas personas con discapacidad con dificultad a la accesibilidad de servicios de educación superior de calidad de acuerdo con sus capacidades, deficiencias, limitaciones y restricciones propiamente dadas por su condición de salud; en este punto es importante conocer percepciones del contexto basados en herramientas como las políticas públicas basadas en los ajustes a la inclusión y participación equitativa, como herramienta base para el desarrollo humano y la generación del desarrollo social integral.

Sistema de calibración para los minijuegos del protocolo PROBAUAM

Autor

Julio Reinaldo Valverde Morán | Universidad Autónoma de Manizales.
Correo electrónico: julio.valverdem@autonoma.edu.co

Asesor

M.C. Aaron Junior Rocha Rocha | Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora.

Planteamiento del problema

Este trabajo deriva de un proyecto de investigación en el cual se están desarrollando minijuegos en realidad virtual a partir de un protocolo fisioterapéutico diseñado para rehabilitar personas mayores con problemas de inestabilidad postural.

Los escenarios de los minijuegos constan de diferentes elementos con los que el usuario debe interactuar con el fin de alcanzar los objetivos que se proponen en cada juego, además se debe garantizar que se cumpla con el objetivo terapéutico del ejercicio.

Las escenas de los minijuegos deben adaptarse a las capacidades y condiciones físicas que tiene el usuario, como por ejemplo la altura, máximo alcance de los brazos, rotación del cuello, etc.

Si todas estas características no son adecuadas para el usuario y sus posibilidades, la actividad podría ser no aprovechable o no usable con lo cual el usuario no tendría la posibilidad de alcanzar los objetivos de cada minijuego y se perdería el objetivo terapéutico del ejercicio planteado.

Debido a lo anterior, es de suma importancia desarrollar el sistema de calibración para garantizar que se cumpla con los objetivos planteados.

Metodología

Esta investigación es de tipo desarrollo tecnológico, en la cual se trabajó con la metodología de desarrollo SCRUM. Se realizaron las siguientes actividades:

- Definir la estructura para guardar los datos de calibración en un objeto persistente en Unity.
- Diseñar la tabla de calibración en la base de datos.
- Conectar a la base de datos desde Unity por medio de una API.
- Realizar CRUD para gestionar los datos del sistema de calibración.
- Implementar la estructura del objeto que va a guardar los datos de calibración en Unity.
- Crear una escena de entrenamiento (color neutro).
- Diseñar NPC de acompañamiento del usuario en Unity.
- Definir posiciones iniciales para tomar medidas en el sistema de calibración.
- Incluir apoyos visuales para orientar al usuario.
- Integrar el sistema de calibración al resto del sistema.
- Realizar pruebas del sistema de calibración.

Conclusiones

El sistema de calibración es necesario para garantizar que los objetivos de los minijuegos sean alcanzables para todos los usuarios.

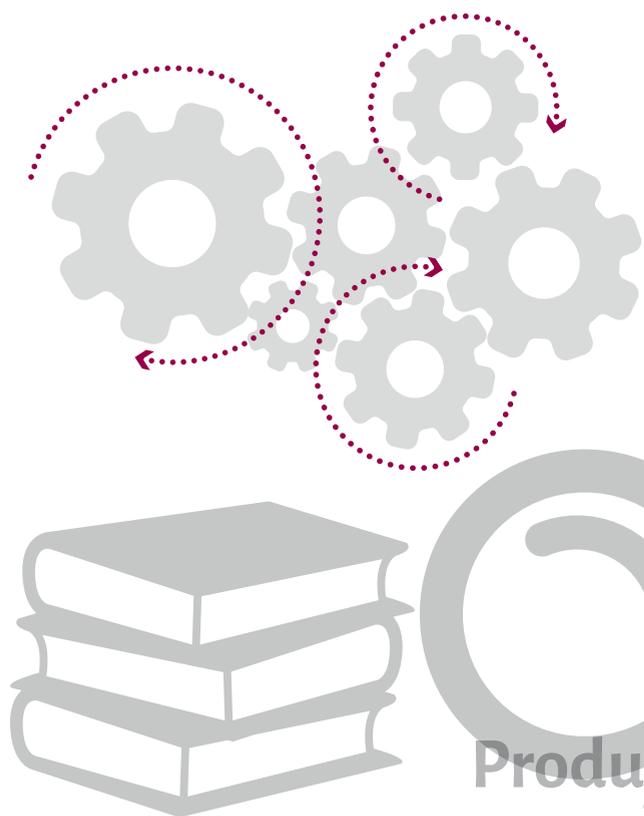
El sistema de calibración permite tener escenarios dinámicos que se adapten a las condiciones y capacidades físicas del usuario.

Este proyecto aporta al ODS 3 (Salud y Bienestar), debido a que contribuye al tratamiento de rehabilitación de personas mayores con inestabilidad postural, permitiendo que realicen los ejercicios en el Sistema ProbaUAM VR de la manera más beneficiosa.

Productos de Apropiación Social del conocimiento

(ASC) 2020-2 y 2021-1





Productos de
apropiación social
del conocimiento
(ASC)

Ingenierías

Diseño y construcción de un laboratorio de dinámica, mecanismos y vibraciones mecánicas – Dinamev II fase

Título del producto de ASC

Protocolo de Laboratorio de Cinemática Plana.

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.



Autores

Camilo Loaiza Cardozo | Ingeniero Mecánico
Correo electrónico: camilo.loaizac@autonoma.edu.co

Diana Lorena Cardona Montoya | Magíster en ingeniería
con énfasis en mantenimiento

Correo electrónico: dcardona@autonoma.edu.co

César Augusto Álvarez Vargas | Doctorando en ingeniería

Correo electrónico: dekinov@autonoma.edu.co

Sebastián Durango Idárraga | Doctor en ingeniería

Correo electrónico: sebastiandi@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya | Doctor en física

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial / Física y Matemática** ■

.....

Público objetivo: Comunidades académicas en enseñanza de la ingeniería y de la física; por ejemplo, programas de Ingeniería (mecánica, industrial, biomédica, entre otros), facultades de ingeniería.

Premisa o conocimiento a transferir: Instrucciones para la configuración de un laboratorio con registro en video digital de fenómenos cinemáticos unidimensionales (por ejemplo, caída libre vertical), bidimensionales (por ejemplo, caída libre), o tridimensionales (por ejemplo, movimiento de mecanismos planos), que estén contenidos en un plano.

Estrategia de divulgación: Virtual, video distribuido por YouTube.

Link de visualización:

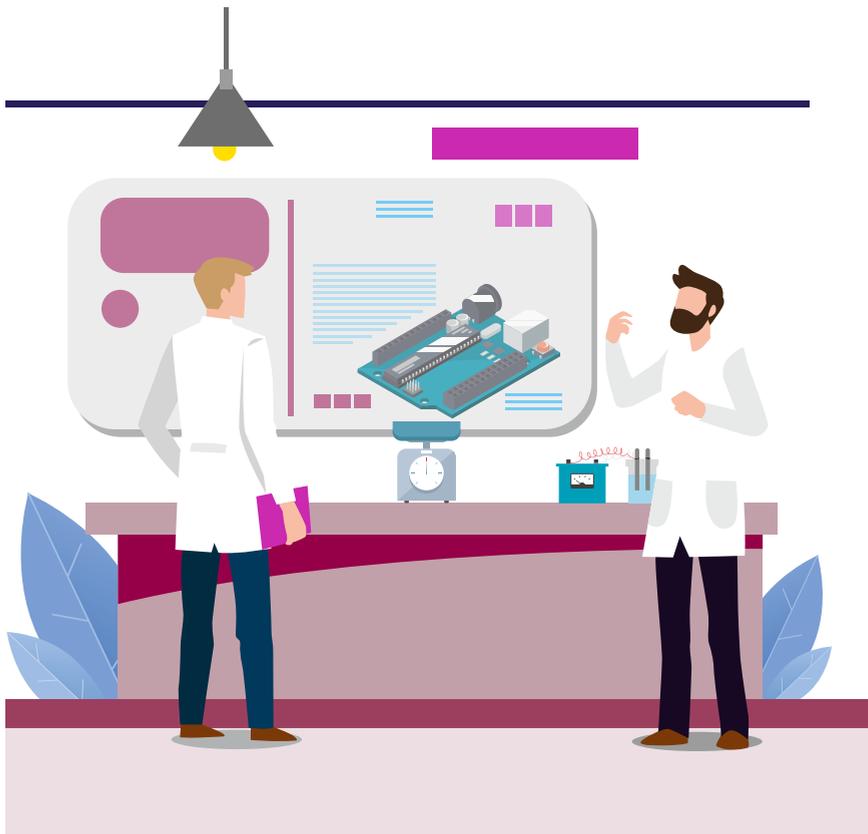


Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

Título del producto de ASC

Control basado en Arduino para demostración de la condición de peso aparente.

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.



Autores

María Alejandra Osorio Bolaños | Estudiante de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica.

Correo electrónico: maria.osoriob@autonoma.edu.co

Carlos Alberto Vera Betancourt | Estudiante de Ingeniería de Sistemas.

Correo electrónico: carlos.verab@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya | PhD en Física.

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros, semillero Pi_Lab.** ■

.....

Público objetivo: Comunidad académica en general. Profesores de Física Básica.

Premisa o conocimiento a transferir: Puesta a punto de un experimento que puede llevarse al aula de física para la demostración de la condición conocida como peso aparente.

Estrategia de divulgación: virtual.

Link de visualización:

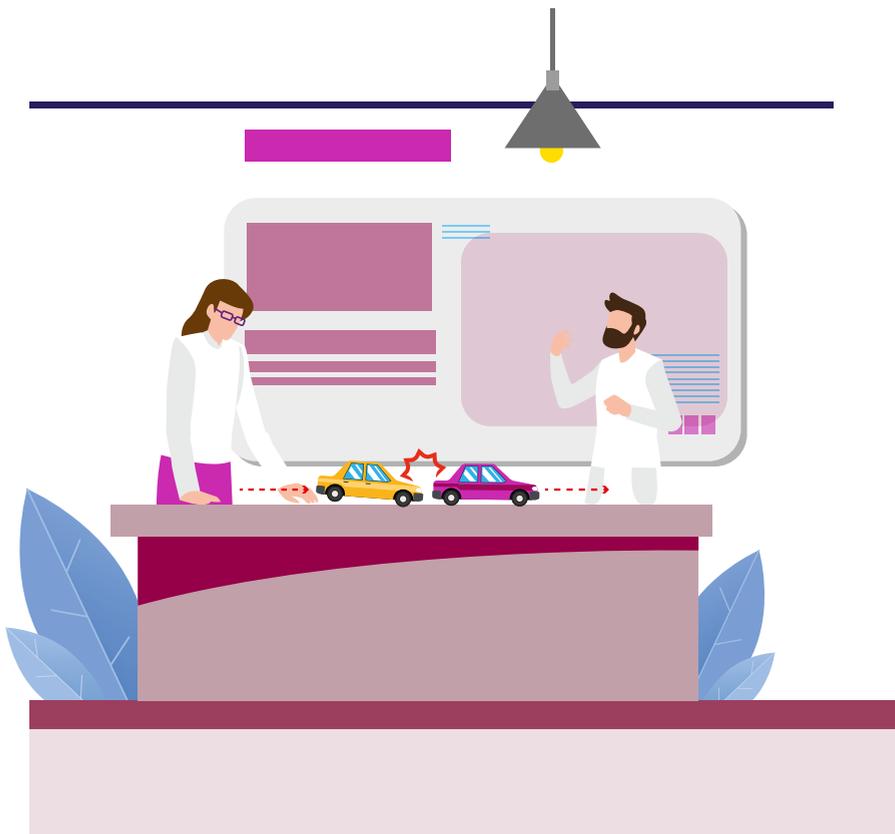


Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

Título del producto de ASC

Momento Lineal e Impulso en condiciones de laboratorio.

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.



Autores

David Yamil Risk Mora | Estudiante de Ingeniería Mecánica.

Correo electrónico: david.riskm@autonoma.edu.co

Angélica García Vélez | Estudiante de Ingeniería Mecánica.

Correo electrónico: angelica.garciav@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya | PhD en Física.

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros, semillero Pi_Lab** ■

.....

Público objetivo: Comunidad académica en general. Profesores de Física Básica.

Premisa o conocimiento a transferir: Demostración en el laboratorio de principios fundamentales de la física que son relevantes en la formación de ingenieros.

Estrategia de divulgación: virtual.

Link de visualización:



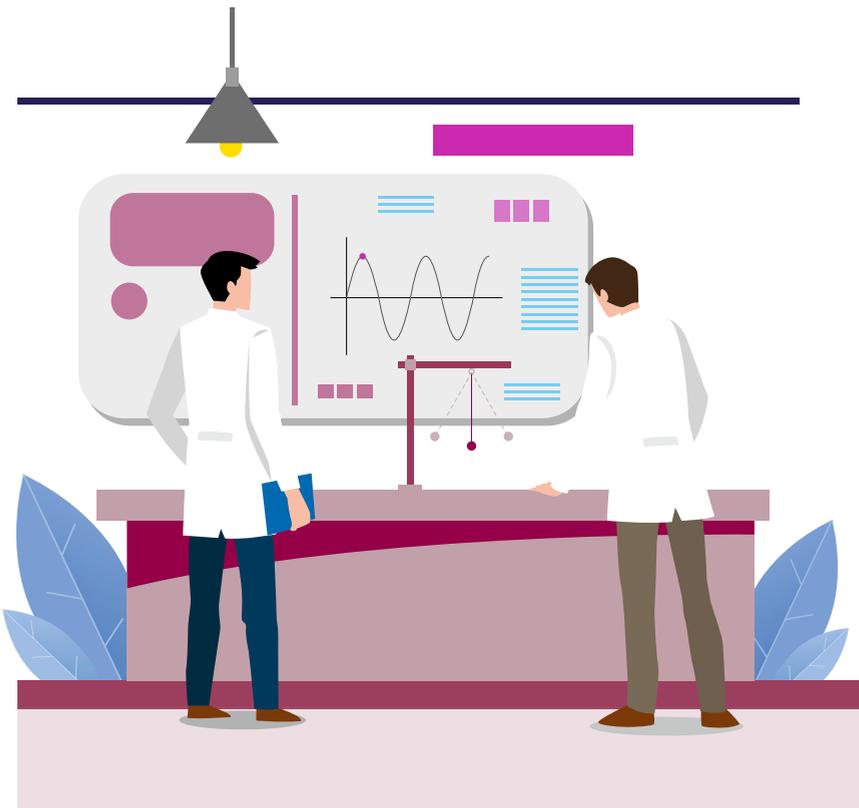
Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

Título del producto de ASC

Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio: Oscilaciones y Ondas.

.....

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.



Autores

Ligia Beleño Montagut | Magíster en Ingeniería Ambiental.

Correo electrónico: lbeleno@unab.edu.co

Francy Nelly Jiménez García | PhD en Ingeniería.

Correo electrónico: francy@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya | PhD en Física.

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros** ■

.....

Público objetivo: Comunidad académica en general. Profesores de Física Básica.

Premisa o conocimiento a transferir: Aplicación y diseño experimental en aula para medir la respuesta de los estudiantes a actividades siguiendo la estrategia Aprendizaje Basado en Indagación.

Estrategia de divulgación: virtual.

Link de visualización:



Aprendizaje basado en investigación para la solución de problemas de ingeniería a partir de conceptos de física básica

Título del producto de ASC

Aprendizaje Basado en Investigación. Caso de estudio: Física Mecánica.

.....

ODS al cual aporta el proyecto: No. 4. Garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos.



Autores

David Yamil Risk Mora | Estudiante Ingeniería Mecánica.

Correo electrónico: david.riskm@autonoma.edu.

Sebastián Durango Idárraga | PhD en Ingeniería.

Correo electrónico: sebastiandi@autonoma.edu.co

Paulo César Cárdenas Montoya | PhD en Física.

Correo electrónico: pcardenasm@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Física y Matemáticas con énfasis en la formación de Ingenieros / Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial (Archytas)** ■

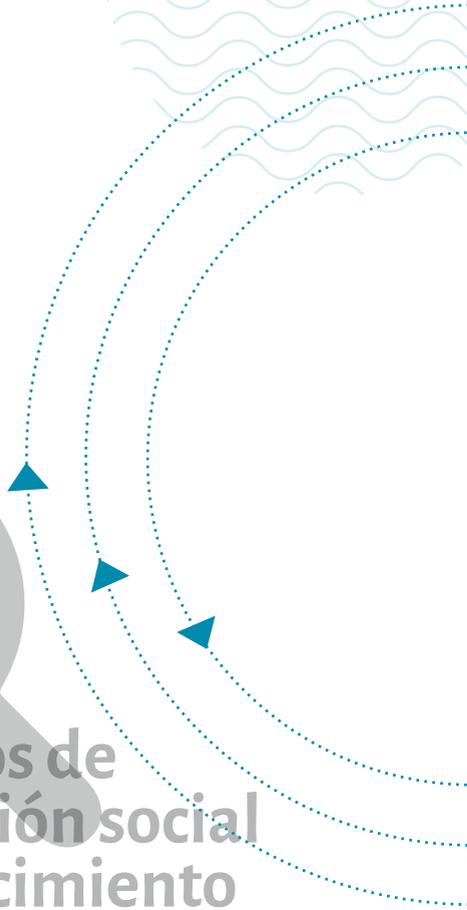
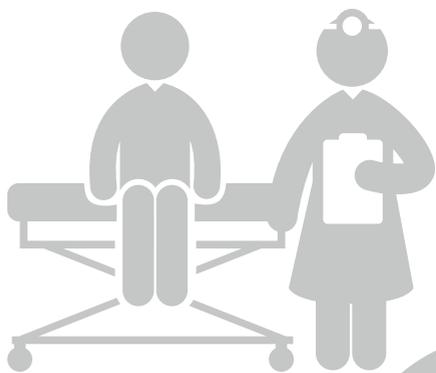
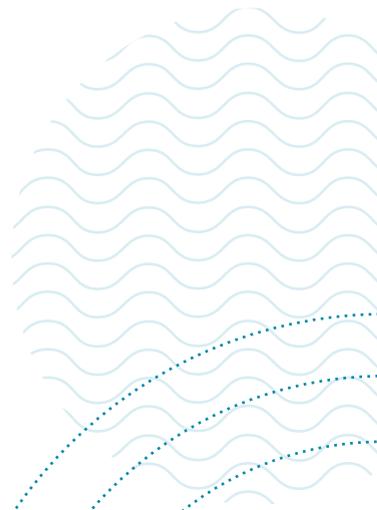
Público objetivo: Comunidad académica en general. Profesores de Física Básica.

Premisa o conocimiento a transferir: Presentación de un experimento realizado en la UAM por medio de un protocolo para el análisis de datos a partir de toma de video. En este caso, se estudió el caso de las colisiones y su naturaleza para verificar principios fundamentales de la física

Estrategia de divulgación: artículo publicado.

Link de visualización:





Productos de
apropiación social
del conocimiento
(ASC)

Salud

Análisis multidimensional en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA) y niños neurotípicos en la ciudad de Manizales

Título del producto de ASC

Tamizaje, caracterización e intervención en Trastornos del Desarrollo Infantil con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación – TICs en el ámbito educativo.

.....

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.



Autores

María Mercedes Naranjo Aristizábal | Magíster en Neurorehabilitación.

Correo electrónico: mmnaranjo@autonoma.edu.co

Luisa Matilde Salamanca Duque | Magíster en Desarrollo Infantil.

Correo electrónico: luisasalamanca@autonoma.edu.co

Laura Rocío Giraldo Torres | Magíster en Bioinformática y Biología Computacional.

Correo electrónico: laura.giraldot@autonoma.edu.co

Martín Elías López Alarcón | Ingeniero Biomédico.

Correo electrónico: martin.lopez@autonoma.edu.co

Jhan Carlos Aguirre González | Ingeniero Biomédico.

Correo electrónico: jhan.aguirreg@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: Neuroaprendizaje / Cuerpo y Movimiento / Física y Matemáticas con énfasis en la formación de ingenieros ■

.....

Público objetivo: Niños con TEA, niños con otros trastornos del desarrollo infantil y con discapacidad, familias y cuidadores de personas con discapacidad, y profesores de la Institución Educativa Liceo León de Greiff, Institución Educativa San Pio X y el Instituto para el Desarrollo Integral del Niño Autista (DINA) de la ciudad de Manizales.

Premisa o conocimiento a transferir: Importancia del diagnóstico temprano de los Trastornos del Desarrollo Infantil que afectan el desempeño corporal, personal y social de los niños, niñas y adolescentes, en la ciudad de Manizales, específicamente en relación con las comorbilidades del TEA, la detección de indicadores de Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC), y limitaciones en la actividad y restricciones en la participación en niños y niñas con Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH). Además, se prevé un beneficio social con la población implicada y sus familias, puesto que se promoverán procesos de intervención precoz y oportuna en función de mejores procesos de rehabilitación y adaptación de los niños y las niñas al medio. También cabe reconocer el beneficio para las instituciones de salud y de educación en la ciudad de Manizales, ya que información real obtenida a partir de un estudio de investigación y de sus productos de apropiación social, permitirán una adecuada y contextualizada toma de decisiones; a mediano y largo plazo apoyar el diseño de políticas públicas en relación a los procesos de intervención en la infancia, especialmente respecto a condiciones de salud como los trastornos del desarrollo: TEA, TDAH y TDC.

Estrategia de divulgación: impresos, radiofónico, virtual, entre otros.

Actividad o Producto	Estrategia de Divulgación
Software Psicoteco , para centralización de baterías de tamizajes, referentes a trastornos del desarrollo infantil y discapacidad	Virtual y Presencial
Videojuego Serio para la intervención de niños TEA y trastornos del desarrollo infantil.	Virtual y Presencial
Micrositio WEB para centralización de los productos	Virtual
Manual de uso de los instrumentos de tamizaje	Impreso
Sesión de presentación de los instrumentos	Virtual
Sesión de prueba piloto	Virtual y Presencial
Capacitación de las familias frente al uso del videojuego	Virtual
Capacitación y orientación a educadores sobre trastornos del desarrollo infantil (TEA, TDC, TDAH)	Virtual
Documento: Trastornos del desarrollo infantil y discapacidad en el contexto educativo (Editorial UAM)	Electrónico
Videos de importancia de la actividad Psicomotora en la infancia	Virtual
Videos de actividades psicomotoras para mejorar el tono, el equilibrio, las praxias, la noción del cuerpo, estructuración espacio temporal, lateralidad y funciones ejecutivas.	Virtual
Conversatorios con familias sobre procesos terapéuticos desde la psicomotricidad para la infancia.	Virtual
Orientación a familias sobre aspectos relacionados con la discapacidad.	Virtual

Link de visualización:



Subproductos

- Herramientas digitales para la aplicación de protocolos de promoción, prevención y detección precoz de trastornos del desarrollo infantil y comorbilidades en el TEA.
- Herramientas digitales para la intervención de niños con TEA y trastornos del desarrollo infantil.
- Programas de intervención.
- Micrositio WEB para la centralización de los productos.

Validación e impacto de las aplicaciones móviles en el diagnóstico de patologías bucales

Título del producto de ASC

Aplicaciones móviles aplicadas a la odontología

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.



Autores

Líderes macroproyecto MinCiencias:

Carlos Andrés Zapata Ospina | Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, Magíster en Creatividad e Innovación.

Correo electrónico: czapata@autonoma.edu.co

Olga Patricia López Soto | Odontóloga, Magíster en Epidemiología Clínica.

Correo electrónico: sonrie@autonoma.edu.co

Joven investigador

Nicolás Forero Segovia | Ingeniero Biomédico e Ingeniero de Sistemas.

Correo electrónico: nicolas.foreros@autonoma.edu.co

Investigadores colaboradores

App EasyCariesRisk Pro

Adriana Marcela López Macías | Odontóloga, Magíster en Ciencias Odontológicas.

Correo electrónico: marlopma@autonoma.edu.co

App EasyRAERisk Pro

Ramiro Mejía Sanín | Ortodoncista.

Eola de la Rosa Marrugo | Ortodoncista.

Correo electrónico: edelarosa@autonoma.edu.co

App EasyPerioApp

Paula Tatiana Chacón Arboleda | Periodoncista, Magíster en Salud Pública.

Correo electrónico: tatianacha@autonoma.edu.co

Eliana Elisa Muñoz López | Estomatóloga y Cirujana Oral.

Correo electrónico: eliana@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Ingeniería de Software / Salud oral (INSAO)** ■

Público objetivo: Odontólogos generales, ortodoncistas, periodoncistas, rehabilitadores orales, estomatólogos.

Premisa o conocimiento a transferir: Apropiación social del conocimiento de investigaciones de enfermedades bucales sistematizadas en desarrollos de aplicaciones móviles.

Estrategia de divulgación: Aplicaciones móviles disponibles para uso.

Links de visualización:

EasyCariesRisk Pro:



EasyRAERisk Pro:

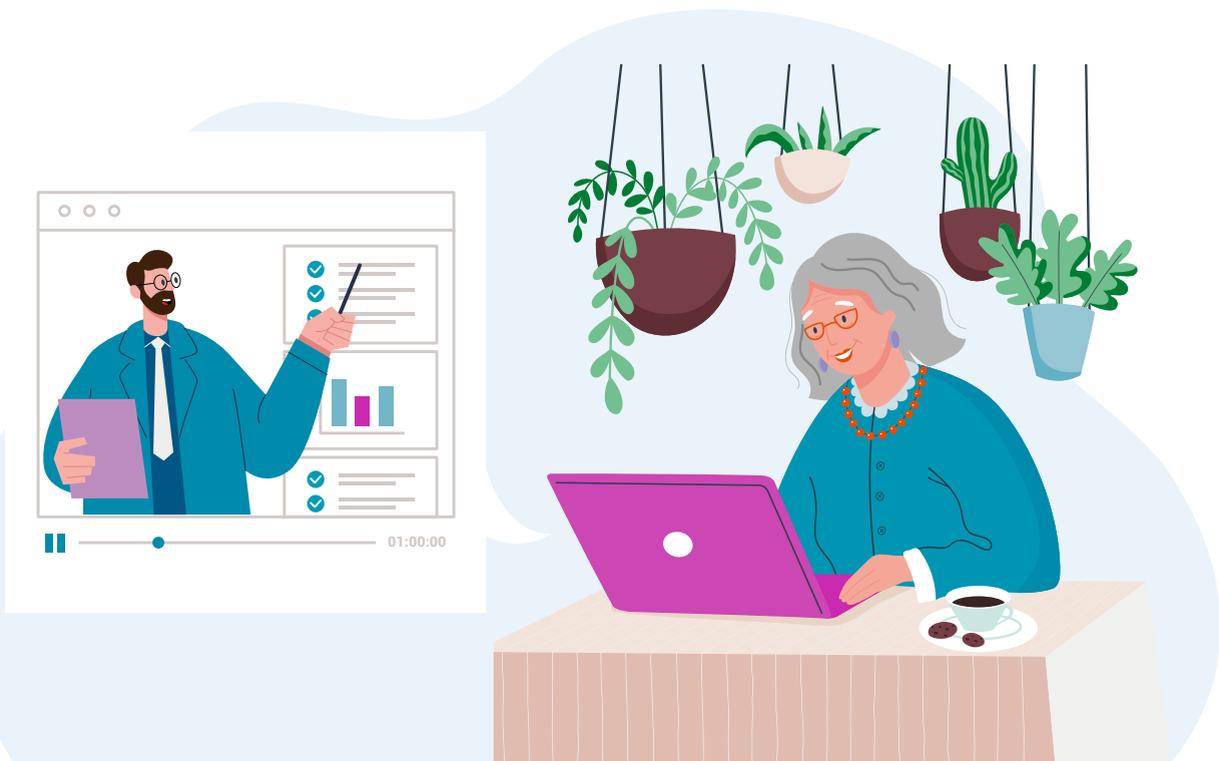


Diagnóstico del deterioro cognitivo por medio de teleasistencia e intervención educativa a la comunidad de la ciudad de Manizales

Título del producto de ASC

Kit Que envejecer no sea un problema.

ODS al cual aporta el proyecto: No. 3. Garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos y todas en todas las edades.



Autores

Santiago Murillo Rendón | Magíster en Ingeniería.

Correo electrónico: smurillor@autonoma.edu.co

Carolina Márquez Narváez | Magíster en Ingeniería.

Correo electrónico: carolina.marquezn@autonoma.edu.co

Francia Restrepo de Mejía | Doctora en Ciencias Sociales niñez y juventud.

Correo electrónico: franciarestrepo@autonoma.edu.co

Belarmino Segura Giraldo | Doctor en Ingeniería.

Correo electrónico: bsegurag@unal.edu.co

Sarah García Pava | Ingeniera Biomédica.

Correo electrónico: sarah.garciap@autonoma.edu.co

Sara Bibiana Vélez Rivera | Ingeniera Biomédica.

Correo electrónico: sara.velezr@autonoma.edu.co

Daniela Ramírez Restrepo | Fisioterapeuta.

Correo electrónico: daniela.ramirezr@autonoma.edu.co

Daniel Henao Díaz | Médico.

Correo electrónico: daniel.henaod@autonoma.edu.co

■ Grupos de Investigación: **Ingeniería de Software / Neuroaprendizaje / Automática** ■

.....

Público objetivo: Personas mayores y sus cuidadores.

Premisa o conocimiento a transferir: Deterioro cognitivo y su intervención mediante entrenamientos cognitivos. Envejecimiento, cambios en el envejecimiento. Entrenamiento cognitivo computacional.

Estrategia de divulgación: El kit se compone de una cartilla para cuidadores de personas con Deterioro cognitivo, una cartilla de entrenamiento cognitivo, la serie de videos Dra. Pacha, juegos de mesa Mente Rápida, videojuego Reminiscencias, Infografía signos de alarma del deterioro cognitivo.

Link de visualización:



Grupos y líneas de investigación UAM

Grupo	Líneas de investigación	Categoría colciencias 2020	Contacto
Cuerpo-Movimiento	<ul style="list-style-type: none"> · Actividad física y deporte · Estudios corporales · Funcionamiento y discapacidad en la perspectiva de la salud 	B	<p>José Armando Vidarte Claros <i>jovida@autonoma.edu.co</i></p> <p>Julialba Castellanos Ruiz <i>jcastellanos@autonoma.edu.co</i></p>
Neuroaprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> · Aprendizaje motor · Neurociencia cognitiva · Biología Molecular y salud-BIMSA 	A	<p>Mary Orrego Cardozo <i>maryorrego@autonoma.edu.co</i></p> <p>Francia Restrepo de Mejía <i>franciarestrepo@autonoma.edu.co</i> <i>francia46@gmail.com</i></p>
Salud Pública	<ul style="list-style-type: none"> · Políticas y sistemas de salud · Morbilidad y factores de riesgo de patologías humanas · Cultura de la Salud · Salud, ambiente y territorio · Gestión del riesgo de emergencias y desastres 	B	<p>Tatiana González Pérez <i>tatiana.gonzalez@autonoma.edu.co</i></p> <p>Eugenia Nieto Murillo <i>eunieto@autonoma.edu.co</i></p>
Salud Oral – INSAO	<ul style="list-style-type: none"> · Rehabilitación oral · Ortodoncia · Estomatología y cirugía oral · Endoperio 	B	<p>Brenda Yuliana Herrera Serna <i>bherrera@autonoma.edu.co</i></p> <p>Olga Patricia López Soto <i>sonrie@autonoma.edu.co</i></p>

Grupo	Líneas de investigación	Categoría colciencias 2020	Contacto
Ingeniería del Software	<ul style="list-style-type: none"> · Calidad y métricas de <i>Software</i> · Inteligencia Artificial · Redes y sistemas distribuidos · Desarrollo de <i>Software</i> 	B	<p>Santiago Murillo Rendón <i>smurillo@autonoma.edu.co</i></p> <p>Simón Orozco Arias <i>simon.orozcoa@autonoma.edu.co</i></p>
Automática	<ul style="list-style-type: none"> · Instrumentación · Procesamiento digital de registros 1D, 2D y 3D · Modelado y simulación biomecánica · Diseño Mecatrónico 	A	<p>Óscar Cardona Morales <i>oscar.cardonam@autonoma.edu.co</i></p> <p>Juan Pablo Ángel <i>jangel@autonoma.edu.co</i></p>
Física y Matemática	<ul style="list-style-type: none"> · Enseñanza de las ciencias exactas y naturales · Energías renovables · Ingeniería y tecnología en materiales · Modelamiento matemático y simulación computaciones 	A	<p>Francy Nelly Jiménez García <i>francy@autonoma.edu.co</i></p>
Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial	<ul style="list-style-type: none"> · Diseño Mecánico y Mecánica Computacional · Optimización de procesos industriales y mantenimiento · Ingeniería y sociedad · Termodinámica aplicada 	A	<p>Sebastián Durango Idárraga <i>sebastiandi@autonoma.edu.co</i></p>
Empresariado	<ul style="list-style-type: none"> · Finanzas · Marketing · Negocios internacionales · Gestión Organizacional 	B	<p>Lina Victoria Berrío Ríos <i>lberrio@autonoma.edu.co</i></p> <p>Carlos David Cardona Arenas <i>ccardonaa@autonoma.edu.co</i></p>
Diseño y Complejidad	<ul style="list-style-type: none"> · Objetos y sistemas indumentarios · Objetos y sistemas industriales · Creatividad e innovación · Filosofía del diseño · Artes culinarias y gastronomía 	B	<p>Luz Guiomar Maldonado <i>lguiomar@autonoma.edu.co</i></p> <p>Diego Fernando Barajas <i>dbarajas@autonoma.edu.co</i></p>

Grupo	Líneas de investigación	Categoría colciencias 2020	Contacto
Cognición y Educación	<ul style="list-style-type: none"> · Formación de conceptos científicos en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas · Enseñanza de las matemáticas · Enseñanza de las ciencias sociales · Enseñanza de las ciencias naturales · Formación del pensamiento crítico · Desarrollo curricular y cognición 	A	<p>Óscar Eugenio Tamayo Alzate <i>oscartamayo@autonoma.edu.co</i></p> <p>María Isabel Ramírez <i>miramirez@autonoma.edu.co</i></p>
Ética y Política	<ul style="list-style-type: none"> · Política · Ética · Desarrollo de la conciencia individual y colectiva 	A	<p>Juliana Acosta López de Mesa <i>juliana.acostal@autonoma.edu.co</i></p> <p>Andrea Arango Gutiérrez <i>andrea.arangog@autonoma.edu.co</i></p>
Centro de Investigación terminológica – CITERM	<ul style="list-style-type: none"> · Terminología · Traducción · Enseñanza aprendizaje de lenguas · Cognición y lenguaje 	B	<p>María Mercedes Suarez de Latorre <i>mercedessuarez@autonoma.edu.co</i></p> <p>Alexandra Suaza Restrepo <i>alexandra.suazar@autonoma.edu.co</i></p>
SEAD-UAM	<ul style="list-style-type: none"> · Actores y contextos · Educación y desarrollo · Procesos de enseñanza aprendizaje 	C	<p>Juliette Agámez Triana <i>jagamez@autonoma.edu.co</i></p> <p>Liliana Silva Ferreira <i>lilianasilva@autonoma.edu.co</i></p>
Desarrollo Regional Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> · Capital social · Gestión Territorial 	B	<p>María Eugenia Arango <i>maestriadesarrolloregional@autonoma.edu.co</i></p>
15 grupos	59 líneas	6A-8B-1C	

Este libro se publicó el mes de
noviembre de 2021

Manizales, Colombia