

Investigaciones UAM[®] 2014

Vol. 1 | N° 1 | enero - diciembre | 2014

Resúmenes ejecutivos de investigaciones
para la toma de decisiones informadas



Investigaciones UAM[®]2014

© Editorial Universidad Autónoma de Manizales
Antigua Estación del Ferrocarril
E-mail: editorial@autonoma.edu.co
Teléfono: (56+6) 8727272 Ext. 199
Manizales-Colombia

Título: Investigación UAM® 2014
Compilación: María del Carmen Vergara Quintero
E-mail: mcvq@autonoma.edu.co

Editor: Nicolás Duque Buitrago
Diseño: Paola Fernanda López Valencia.
Imágenes: www.freepik.es

Comité editorial:

Iván Escobar Escobar, Director Académico UAM®. María del Carmen Vergara Quintero PhD, Coordinadora la Unidad de Investigación. Nicolás Duque Buitrago, Editor UAM®. Francy Nelly Jiménez PhD, representante de la Facultad de Ingenierías. Mónica Naranjo Ruiz Mgr., representante de la Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Armando Vidarte Claros PhD, representante de la Facultad de Salud. José Rubén Castillo García PhD, Editor de la Revista Ánfora. María Cecilia Sánchez Bravo Mgr., Directora de la Biblioteca. Nancy Liliana Mahecha, representante de la Dirección Administrativa y Financiera.

Investigaciones

UAM[®] 2014



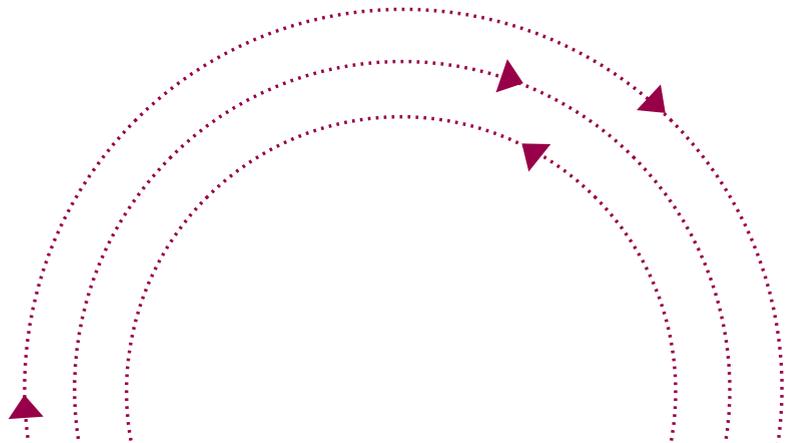
Contenido

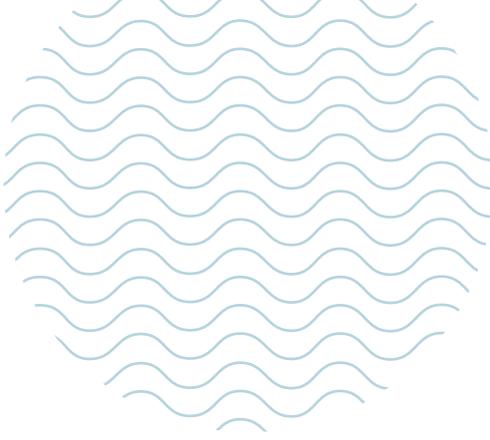
Presentación <i>Gabriel Cadena Gómez. Rector</i>	11
Estudios Sociales y Empresariales	
El poder y la actualidad cultural colombiana <i>Power and current colombian culture</i>	17
Alcances y limitaciones de la formación ciudadana en la universidad <i>Scope and limitations of citizenship education at the university</i>	23
Factores que explican la relación principal agente en seis empresas de la ciudad de Manizales <i>Factors that explain the principal-agent relationship in six enterprises in Manizales</i>	31
Disparidades regionales en las tasas naturales de desempleo: el caso colombiano <i>Regional disparities on natural rates of unemployment: a colombian case</i>	39
Seguimiento a graduados de la Universidad Autónoma de Manizales (UAM®) Followup to graduates of the Autonomia University of Manizales (UAM®)	49
Evolución de los recursos y las capacidades de la función sustantiva de investigación en la UAM®, relacionados con cti entre 2007 y 2012 <i>Evolution of resources and capabilities of the substantive role of research at UAM® related to sti from 2007 to 2012</i>	57

Ingenierías

Aritmética evolutiva <i>Evolutionary arithmetic</i>	69
Incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática, fase II <i>Incorporation of new technologies in the teaching of mathematics, phase II</i>	75
Diseño e implementación de unidades didácticas para la enseñanza de la física mecánica, empleando nuevas tecnologías <i>Design and implementation of didactic units for teaching physics mechanics using new technologies</i>	83
Caracterización de las estrategias de producción sostenible en las empresas manufactureras de la región centro sur de caldas <i>Characterization of sustainable production strategies in the manufacturing companies in the south central region of caldas</i>	91
Análisis de los sistemas de programación de la producción en la gran empresa de la región centro sur de caldas-colombia <i>Analysis of production scheduling systems in big companies of the south central region of colombia-caldas</i>	101

Estudio de métodos y tiempos en la cosecha manual de café con canguaro 2M <i>Methods and times study of manual coffee harvest with canguaro 2M</i>	111
Implementación de un sistema de captura de movimiento de bajo costo para el análisis de tiempos y movimientos en puestos de trabajo <i>Implementation of a low-cost motion capture system for analyzing times and movements in work stations</i>	119
Diseño e implementación de un sistema integrado de plantillas instrumentadas y sensores inerciales para la medición de presiones plantares y variables cinemáticas del pie <i>Design and implementation of an integrated system of instrumented sole and inertial sensors for measuring plantar pressures and foot kinematic variables</i>	129
Mejora tecnológica en el diseño de proceso de forja en caliente mediante la modelación por elementos finitos <i>Technological improvement in the design of hot forging process by modeling finite elements</i>	137





Ciencias de la salud

- | | |
|--|-----|
| Caracterización de la actividad y fuerza muscular del masetero, orbicular y mental de los niños con deglución atípica e incompetencia labial
<i>Characterization of the activity and strength of the masseter, orbicularis oris and mentalis muscles in children with atypical swallowing and incompetent lips</i> | 147 |
| Relación entre complicaciones clínicas y discapacidad en población colombiana con lesión medular: resultados desde el WHO-DAS II
<i>Relationship between clinical complications and disability in colombian population with spinal cord injury: results from the WHO-DAS II</i> | 155 |
| Caracterización de los sistemas de fuerzas iniciales generados al realizar movimientos traslacionales con alineadores plásticos y aditamentos en resina en un canino superior derecho: un análisis tridimensional con modelo de elementos finitos
<i>Characterization of the initial forces systems generated when making translational movements with plastic aligners and resin attachments in an upper right canine: a threedimensional analysis with a finite element model</i> | 161 |
| Niveles de sedentarismo en personas de 18 a 60 años de edad de ocho ciudades colombianas
<i>Regional disparities</i>
<i>Sedentarism levels in people between the ages of 18 and 60 in eight colombian cities</i> | 167 |

<p>Relación entre los factores de riesgo cardiovascular y las variables sociodemográficas, antropométricas, clínicas y categoría de riesgo coronario duro a 10 años en personas de 20 a 79 años de la ciudad de Manizales</p> <p><i>Ratio of cardiovascular risk factors and sociodemographic, anthropometric, clinical and hard coronary heart disease risk variables in 10 years in people between the ages of 20 and 79 in Manizales</i></p>	177
<p>Caracterización de la dimensión Salud Ambiental en los municipios de la cuenca hidrográfica del Río La Miel</p> <p><i>Characterization of Environmental Health in the municipalities of La Miel river basin</i></p>	186
<p>Lado de preferencia masticatoria en niños con fisura palatina: concordancia de tres métodos</p> <p><i>Masticatory side preference in children with cleft palate: comparison of three methods</i></p>	197
<p>Modelo predictivo del grado de discapacidad en adultos con lesión medular en la perspectiva del WHO - DAS II: estudio multicéntrico colombiano</p> <p><i>Predictive model of the degree of disability in adults with spinal cord injury in the WHO - DAS II perspective: multicenter colombian study</i></p>	205
<p>Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la discapacidad de personas con lesión medular crónica basado en el core set abreviado de la CIF</p> <p><i>Design and validation of an assessment instrument of the disability in individuals with chronic spinal cord injury based on comprehensive ICF core set</i></p>	211
<p>Confiabilidad del instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo (SMAN 1.0)</p> <p><i>Reliability of the instrument to assess adherence of adults to long-term functional neurorehabilitation processes (SMAN 1.0)</i></p>	217

Presentación

La investigación en la Universidad Autónoma de Manizales se asume como un proceso continuo de planeación, generación, transformación, difusión y apropiación del conocimiento. A este proceso están vinculados los diferentes actores de la comunidad académica en alianza con otras comunidades académicas, con el Estado, con la empresa privada y con la sociedad civil.

Como resultado de la *Política de Investigación*, complementada con los lineamientos del *Reglamento General Estudiantil*, la *Política Editorial* y el *Reglamento sobre Propiedad Intelectual*, se ha promovido la investigación a través de los grupos de investigación articulados con la *Red de Semilleros de Investigación UAM®* conformada por el proyecto *Pequeños científicos*, el Programa *Ondas*, los semilleros UAM® y el programa de jóvenes investigadores con el apoyo de Colciencias y con la participación de otros sectores productivos de la región.

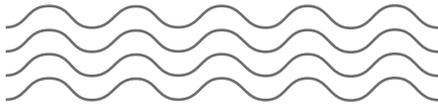
De acuerdo con los criterios determinados por Colciencias, los 16 grupos de investigación de nuestra Universidad fueron reconocidos por los resultados de las investigaciones conducidas lo cual permitió que fueran escalafonados así: dos grupos categoría A1, dos grupos en categoría A, seis en categoría B, tres en categoría C y tres en categoría D. Con esta clasificación se hace evidente el progreso y la producción en los últimos años, resultado de la dedicación de nuestros docentes y del apoyo otorgado por la Universidad a la investigación.

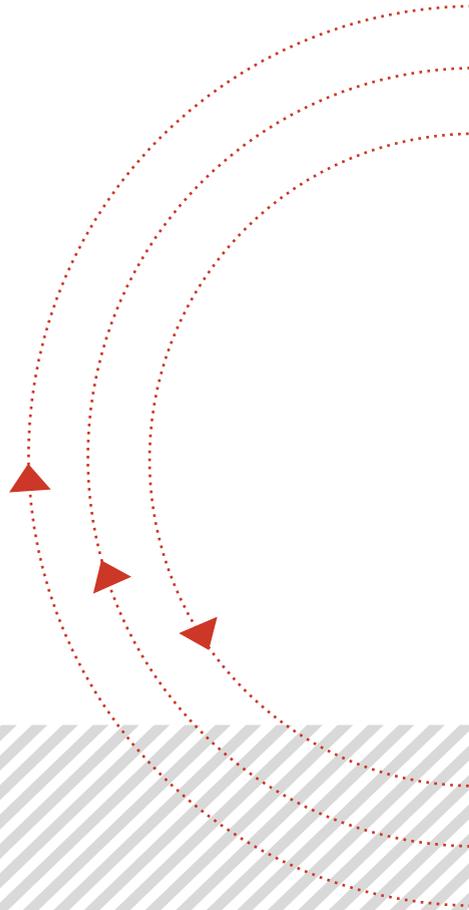
Esta capacidad investigativa está representada en un recurso humano cualificado, integrado por una comunidad de 26 profesores con título de Doctorado, 137 con título de Maestría y 32 con especialización en áreas clínico quirúrgicas. Con ellos se ha podido conformar un grupo selecto de investigadores, producto de un esfuerzo de los profesores y de la misma Universidad que los ha apoyado para en la realización de sus estudios de posgrado. Nuestra comunidad ha venido consolidando el desarrollo de proyectos que han ido generando un alto nivel de producción científica puesta al servicio de la comunidad. En este sentido, la publicación de este libro, la realización del *XVII foro de investigación UAM®* y la *VI jornada de socialización de resultados de investigación* son parte de nuestro compromiso con la apropiación social del conocimiento.

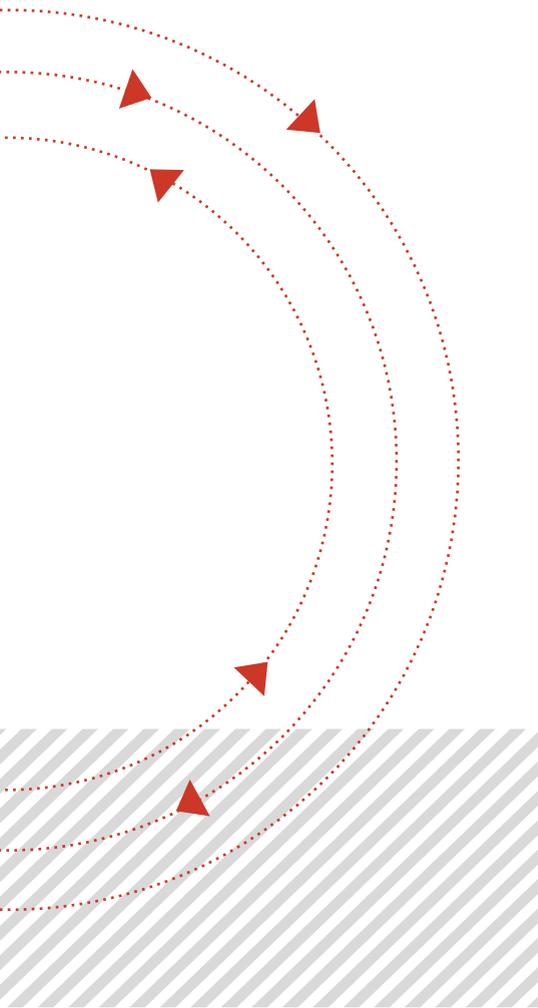
Lo que tiene el lector en sus manos son los resúmenes ejecutivos de las investigaciones terminadas durante el año 2013 y el primer semestre de 2014. Su objetivo es contribuir al desarrollo regional, buscando que estos resultados de investigación le permitan a la comunidad tomar decisiones basadas en información sistemática y producida con el rigor de la investigación científica. El libro está organizado en las tres áreas correspondientes a las tres facultades, los programas académicos y los grupos de investigación de la Universidad, a saber: el área de Estudios Sociales y Empresariales, el área de Ingenierías y el área de Ciencias de la Salud.

Mediante esta publicación La Universidad Autónoma de Manizales espera contribuir al fortalecimiento de la sociedad del conocimiento y, según su postulado misional, al desarrollo regional sostenible.

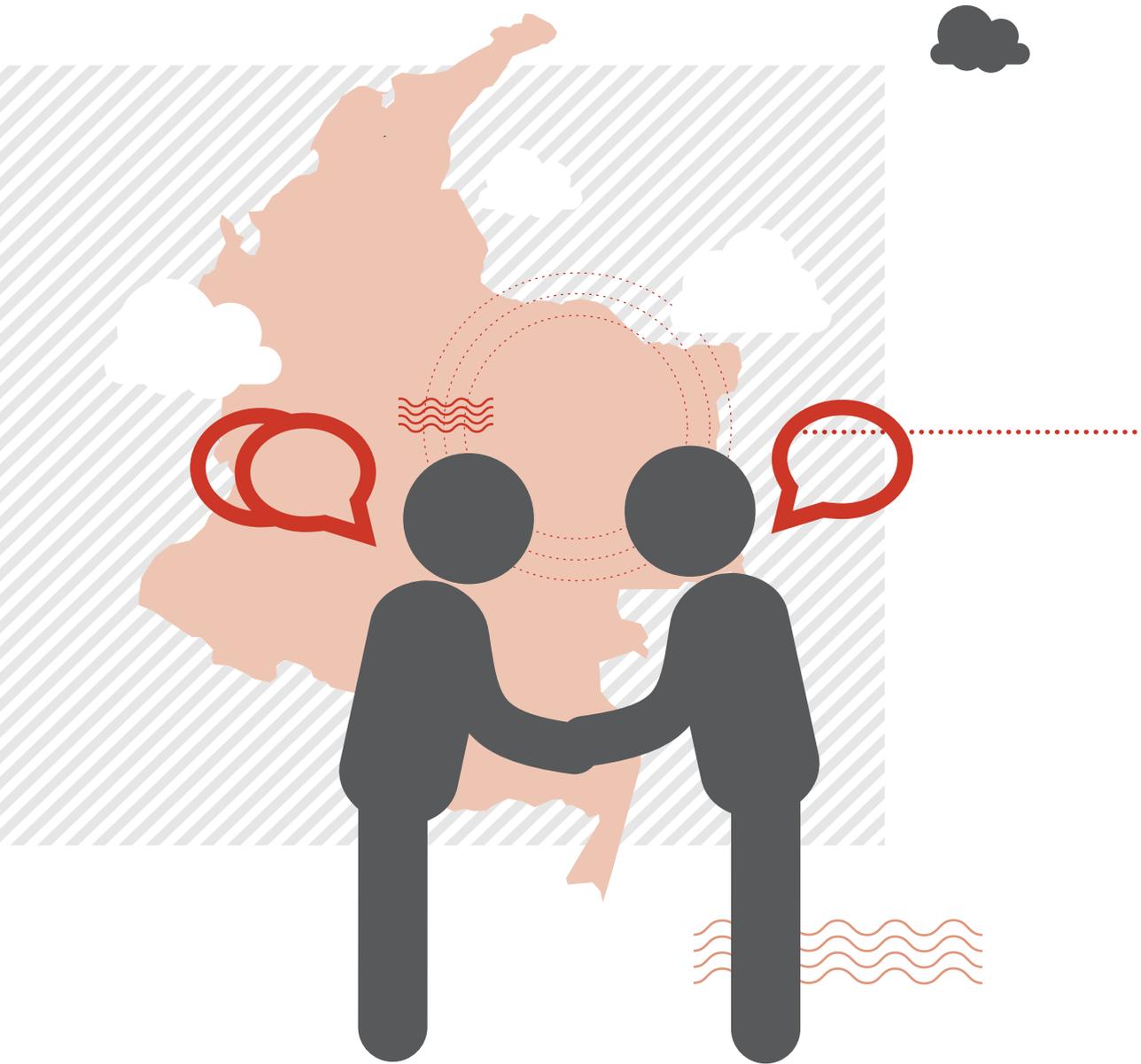
Gabriel Cadena Gómez
Rector







Estudios Sociales y Empresariales



El poder y la actualidad cultural colombiana

Power and current colombian culture

José Hoover Vanegas García | PhD en Filosofía

E-mail: hovg@autonoma.edu.co

Mónica Andrea Bernal Herrera | Mg. en Ciencias Sociales

E-mail: mbernal@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: Poder, dominación, cultura colombiana, política, educación

Key words: Power, domination, Colombian culture, politics, education.

Problema a resolver

Son muchas y muy variadas las reflexiones en torno al fenómeno del poder. Es posible encontrar posturas desde la filosofía, la ética, la sociología, la antropología, la política, la economía, la administración, entre otras. Sin embargo, a pesar de tantas teorías sobre este fenómeno, aun en la actualidad no encontramos una manera eficiente de determinar las prácticas que se dan en la vida cotidiana en relación con el poder; podemos, tal vez explicarlas, sacarlas de la vida real como ejemplo para una reflexión, pero no hemos encontrado una teoría que posibilite no sólo conocer el poder sino intervenir en las relaciones de las personas, para generar mejores condiciones de vida de acuerdo con el manejo del poder. La actualidad social –antropológica, psicológica, política y filosófica– está enmarcada en unos patrones de comportamiento que no se dejan objetivar fácilmente. Las subjetividades predominan en las nuevas generaciones, de tal manera que los intentos que hacen los científicos sociales de determinar regularidades fallan constantemente, cuando parten de teorías que otros han facilitado para la comprensión de las maneras de generar redes sociales entre los seres humanos; esto se da en todos los ámbitos en los que se toman decisiones que tienen implicaciones públicas pero que, de alguna manera, surgen de los pensamientos más íntimos de la individualidad. En coherencia con lo anterior, podemos preguntar: ¿cuál es o cuáles son las teorías sobre el poder que más se sincronizan con la actualidad cultural colombiana, especialmente desde las expresiones políticas, y sociales?

Contexto del estudio

El fenómeno del poder se ha abordado desde varias perspectivas, tales como la política, la sociología, la semiótica, la literatura, la estética, entre otras. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones que se han concentrado en el asunto del poder, en relación con las aplicaciones políticas y no es para menos, ya que el poder hace parte del contenido de la estructura social con fines públicos, así lo defiende Hannah Arendt (1993:223): “El poder es lo que mantiene la existencia de la esfera pública el potencia el espacio de aparición entre los hombres que actúan y hablan”. En esta línea, el trabajo de Carlos Javier Blanco (2008) sobre Marxismo y poder de la Universidad de Oviedo, muestra la teoría marxista del poder en relación con la teoría de Foucault, describiendo el poder en términos de control y sometimiento. Por otra parte, Russerll Ceron y Juan Enrique León, con su trabajo *Poder político y derecho en la teoría Marxista un enfoque crítico estructuralista*, muestran la teoría marxista como elemento conceptual que genera poder y lo relacionan con elementos como la historia, el liberalismo el sistema de mercado, entre otros.

El pensamiento político no puede ser ajeno al concepto de poder, sin embargo, el poder antes que ser un hecho político es un hecho social; el advenimiento a la reflexión de los otros en la existencia del ego, y todas las impresiones que surgen en este advenimiento, tales como los deberes, los derechos, las normas, los convenios y el contrato, son fenómenos que tienen su ser en la existencia de la colectividad. La presencia del otro genera un hechizo, una magia que obliga al ser humano a salir de sí mismo para instalarse, parcial, nunca totalmente, en el ser del otro. El otro cabe en el yo y en esta cabencia emerge la relación política. La presencia del otro me despierta, como mínimo el instinto, que por su forma es mi homólogo, la carne del otro ya dice que es de mi misma especie, como afirma José Hoover Vanegas (2007:15): “No podemos escapar al “entre”, estamos presos de la correlación entre los seres humanos, por ello somos políticos, no nos hacemos, lo somos por el principio del surgimiento mismo de “ser-entre”

Por ello, el poder se revela en las relaciones humanas, éste tiene su origen en la intimidad del pensamiento humano, el poder-ser, es el fenómeno que se manifiesta en los seres humanos con el sólo hecho de existir, la existencia misma obliga a los seres humanos a poder contar con ellos mismos para poder mantenerse como un ser orgánico en el mundo natural, así lo deja ver Husserl en Ideas II (1983: 308): “Primigeniamente, el “yo nuevo”, “yo hago”, procede al “yo puedo hacer”. <Pero> también hay ahora un “yo puedo” vivenciado, desligado del hacer actual”. Ya sea como potencia, como energía, como actitud u otras, todo ser humano y, nos vemos tentados a decir todo ser vivo, conserva en su mismo ser una tendencia, primero a dominarse a sí mismo y segundo a dominar a los demás. En el estar con otros se genera el “yo puedo”, el yo que quiere dominar, y como consecuencia, el poder existe en todas las formas de relación que se generan en la humanidad, en los juegos infantiles, los juegos de los niños y las niñas están cargados de poder, en los rituales de coqueteo, en las relaciones de amistad, en las relaciones, en las relaciones de trabajo, de educación, en las religiones.

Ahora bien, en las relaciones de los seres humanos, antes que transferir dominio o sumisión, se da la transferencia misma, es decir, se da la comunicación; la comunicación misma es expresión de poder ya que quien comunica elige qué comunicar y en esta elección necesariamente, como toda elección algo se excluye y algo se incluye y esto ya es una expresión de poder, así lo dice Niklas Luhmann (1995: 12): “Todos los medios de comunicación suponen situaciones sociales con la posibilidad de la elección por ambas partes, en otras palabras, situaciones de selectividad de doble contingencia”. De esta manera, el lenguaje, en sentido amplio, es el canal que transporta (entre muchas otras cosas, como sentimientos, conocimientos normatividades, valores, creencias, entre los seres humanos) el poder. La ideología también juega un papel determinante en la estructura del poder, ya que la sedimentación de hábitos conduce a patrones de comportamiento que influyen en las personas que obedecen y aún en las que dominan. En esta línea, Dahl (Citado por Lukes, 1981) describe en su obra *The*

concept of power, su “idea intuitiva de poder” como “algo semejante a: “A tiene el poder sobre B en la medida en que pueda conseguir que B haga lo que, de otra manera no haría”.

A partir de esto, se debe pensar entonces en la teoría que más se adapta a las condiciones culturales, sociales, psicológicas, geográficas, económicas, colombianas, teorías que nos han de servir como fuente de reflexión para confrontar la relación del poder con las prácticas sociales actuales.

Recomendaciones

dirigidas a Investigadores y Docentes

Investigadores

Este trabajo muestra diferentes perspectivas desde las cuales se puede abordar el fenómeno del poder. Por esto, se recomienda que los procesos de investigación relacionados con el poder, se realicen desde una perspectiva interdisciplinaria, que involucre no solamente la política y la filosofía, sino también la historia, la geografía, la sociología, la psicología, la economía, para develar las expresiones de poder en todas las dimensiones del ser humano y de esta forma, comprender mejor las relaciones que se tejen en la sociedad.

Docentes

Involucrar en las temáticas académicas, aspectos relacionados con las teorías del poder para alcanzar un mayor conocimiento de las dinámicas (políticas, económicas, históricas, culturales, entre otras) de las sociedades y, especialmente, de la sociedad colombiana.

Recommendations

directed to Researchers and Professors

Researchers

This research shows different perspectives to address the phenomenon of power. Therefore, it is recommendable that research processes related to power be tackled from an interdisciplinary perspective, involving not only Politics and Philosophy, but also History, Geography, Sociology, Psychology, and Economics, in order to unveil the expressions of power in all dimensions of human beings and, thus, to understand better the relationships that exist in society.

Professors

To include topics related to theories of power in academic subjects in order to achieve a better understanding of dynamics (political, economic, historical, cultural, etc.) of societies, and especially Colombian society.

Referencias bibliográficas

- Arendt, Hannah. (1993). *La condición humana*. Barcelona: Paidós ibérica.
- Foucault, Michel. (1980). El ojo del poder. Entrevista con Michel Foucault, en Bentham, Jeremías: “El Panóptico”. Barcelona: La piqueta.
- Foucault, Michel. (1984). *Vigilar y castigar*. Nacimiento de la prisión. Novena edición. Siglo veintiuno. Madrid
- Husserl, Edmund. (1984). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica*. Libro segundo: “Investigaciones fenomenológicas sobre la constitución”. México: UNAM. [Traducción de Antonio Zirón Q.]
- Luhmann, Niklas. (1996). *Confianza*. Antropos. Barcelona
- Luhmann, Niklas. (2005). *Poder*. Antropos. Barcelona
- Lukes, Steven. (1981). *El poder un enfoque radical*. Siglo XXI. Madrid
- Vanegas, José Hoover (2007) *Lo político a la luz de la fenomenología Husserliana*. Manizales: UAM®.
- Weber, Max. (1944). *Economía y Sociedad I y II*. México: Fondo de Cultura Económica.



Alcances y limitaciones de la formación ciudadana en la universidad

Scope and limitations of citizenship education at the university

Mónica Andrea Bernal Herrera | Mg. en Ciencias Sociales
E-mail: mbernal@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: Ciudadanía, Formación, Democracia, Participación.

Key words: Citizenship, education, democracy, participation.

Problema a resolver

La preocupación por la ciudadanía empieza a tomar protagonismo durante la década de los 90 en las agendas gubernamentales de algunos países, incluidos los países Latinoamericanos, en los que se han iniciado acciones en materia educativa con el fin de restablecer ese vínculo entre los ciudadanos y el Estado. En Colombia, la ley 115 de 1994 (Ley General de Educación), establece como obligatorio y fundamental, el estudio de la Constitución Política y la Democracia y se fomenta la creación de mecanismos de participación democrática, para formar ciudadanos democráticos, es decir, “(...) el conjunto de individuos interactuando por propósitos públicos en una comunidad cívica: la ciudadanía asociada con la existencia y el ejercicio de las libertades civiles de las personas libres” (Crick, 2000:97).

Para contribuir con la formación ciudadana de los futuros profesionales colombianos, las instituciones universitarias cuentan en sus diseños curriculares con diversas asignaturas que tienen como objetivo acercar a los estudiantes hacia el conocimiento del Estado Social de Derecho, de la Constitución política, los diversos escenarios y mecanismos de participación ciudadana y defensa de los Derechos Humanos, en un marco de valores democráticos, sin embargo, se desconoce la trascendencia y los alcances reales de este proceso. Es necesario abonar este terreno para saber qué decisiones se pueden tomar que apunten al fortalecimiento de la formación en ciudadanía democrática en la universidad. En este sentido, la investigación se pregunta por los alcances y las limitaciones de la formación ciudadana democrática en los estudiantes de la Universidad Autónoma de Manizales.

Contexto del estudio

La problemática que representa el alcance y el ejercicio de la Ciudadanía en el mundo está siendo abordada no solo por las administraciones estatales, sino también por la comunidad académica y científica. Una de las más importantes investigaciones sobre educación cívica en Latinoamérica es el Proyecto de Investigación Cívica de la Asociación Internacional para la evaluación del logro educativo (IEA), realizado en 28 países, incluido Colombia, entre 1994 y 2000. Para este caso, el proyecto se realizó con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional colombiano y su propósito era identificar y examinar, en un marco comparativo, la forma como se prepara a los jóvenes para asumir su papel de ciudadanos en las democracias

En el campo de la educación universitaria, uno de los antecedentes más relevantes a nivel latinoamericano es la investigación del profesor Héctor Luis Lacreu, de la Universidad Nacional de San Luis -Argentina-, *Factores Geoambientales y Formación Ciudadana* (2001), que planteaba las carencias de

esta Universidad frente a la educación cívica de sus estudiantes. En Colombia, las investigaciones realizadas en la Universidad Javeriana, constituyen un importante aporte en lo que respecta a la participación política de los jóvenes. En la Universidad Autónoma de Manizales, el profesor José Rubén Castillo García (2006), desarrolló una la investigación en la que indagaba por los imaginarios y representaciones de ciudadanía de jóvenes estudiantes universitarios.

Ahora bien, al preguntar por la ciudadanía, es necesario volver sobre los procesos educativos y formativos (Bicocca, 2010) que le apunten al fortalecimiento de la democracia, entendida como “la conquista decisiva de la humanidad (...). Por ello, la tarea de la educación cívico-democrática es incesante, esto es, ha de repetirse igualmente con cada generación” (Rubio, 2007:21). En este sentido, se plantea que la formación ciudadana debe enfocarse en el desarrollo de tres componentes: conocimientos, habilidades y actitudes, desarrollados de manera simultánea y siempre condicionándose entre sí.

El conocimiento responde a la interiorización de los conceptos básicos de la cotidianidad política (Crick, 2000), el contexto en el que se desarrollan las dinámicas sociales (conciencia histórica (Herrera, 2009)) y la estructura del Estado.

Por su parte, las actitudes se refieren a “la disposición positiva o negativa, favorable o adversa del individuo frente a un determinado objeto” (Sarmiento (2008), citado por Romero y Mejía (2012:5), pero también puede evidenciarse –en el ámbito de la política– como rechazo y apatía, desinterés y desconfianza. Al respecto, Dahl (1989:138), propone que “la confianza mutua favorece la poliarquía y el debate público, y la desconfianza extrema facilita la hegemonía”. Adicionalmente, las actitudes tienen su sustento en el sistema de valores que permiten reconocer, tolerar, respetar, convivir y transformar. Finalmente, como habilidades se proponen las alternativas de participación ciudadana. “Participar es acceder a esa sabiduría que no dan ni las teorías, ni los libros, sino la experiencia y el buen sentido” (Camps, 1999:103); es tener voz en un sistema de debate público, que se concreta en prácticas plurales y diversas de incidencia de las sociedad”

Ahora bien, el proceso de formación ciudadana involucra aspectos del currículo, conformado por “las múltiples relaciones que se tejen históricamente entre el conocimiento, las formas de conocer y de concebir, el docente, el sujeto en formación, el texto, la comunicación, el espacio y el tiempo” (Proyecto Educativo UAM®, 2008, p. 21, citado por Medina, 2010, p.49). En este sentido, es importante indagar acerca del enfoque, el status y el tiempo de la formación ciudadana.

Recomendaciones

dirigidas a Instituciones de Educación Superior (IES)

Universidad y docentes

1. Afianzar el proceso de formación ciudadana en la Universidad, con miras a lograr que haya una mejor apropiación de los conceptos clave relacionados con política; que se adquiera una conciencia histórica que trascienda el conocimiento de la realidad inmediata y ahonde en el pasado, para comprender mejor el presente; que se logre comprender la forma como se estructura y administra el Estado colombiano. Este esfuerzo contribuiría a generar en los estudiantes un conocimiento del contexto que no esté fragmentado, sino articulado desde todas sus dimensiones.

2. Fortalecer la participación ciudadana institucional, para que esta trascienda a un verdadero “tomar parte activa” en todos los procesos y momentos que implica el ejercicio democrático.

3. Empezar acciones que, de manera progresiva, contribuyan a elevar el status de la asignatura de formación ciudadana desde lo institucional, buscando que esto tenga efecto en los estudiantes y logren aceptar la evidente relación que hay entre este tipo de instrucción y la que reciben en otras asignaturas, así como la relevancia que estas temáticas tienen para su futuro rol como profesionales.

4. Destinar una mayor proporción de tiempo para la formación ciudadana, que se emplee para desarrollar eventos complementarios a los procesos de aula y que integren a todos los miembros de la comunidad educativa: estudiantes, docentes, directivos y, eventualmente, funcionarios públicos locales.

5. Iniciar otros procesos investigativos que contribuyan a aclarar o complementar los resultados aquí obtenidos, especialmente en relación con otros factores o componentes, que pueden estar incidiendo en los procesos de formación ciudadana y que no fueron abordados por esta investigación, como el papel de los maestros y el desarrollo de competencias académicas en los estudiantes, entre otros.

Recommendations

directed to Higher Education Institutions (HEI)

University and Professors

1. To strengthen the process of citizenship education in University to achieve a better appropriation of key concepts related to politics; to raise a historical consciousness that goes beyond the knowledge on immediate reality and delves into the past to have a better comprehension of the present; to understand the

structured and management of the Colombian State. This effort would help students understand a comprehensive and articulated context.

2. To foster institutional citizen participation that makes it a true “part-taking role” in all the processes and moments involved in democracy.

3. To undertake actions that progressively contribute to raise the status of the citizenship education subject matter at an institutional level to make students aware of the relation between this kind of learning and other subjects, as well as the relevance of its content for their future as professionals.

4. To allocate more time for citizenship education in order to develop complementary events integrated to the learning/teaching processes involving all members of the educational community: students, professors, stakeholders and, occasionally, local government officials.

5. To initiate other research processes that contribute to clarify or complement the results obtained in this study, especially, in relation to other factors or components that can influence the processes of citizenship education and that were not addressed in this research, e.g., the role of professors and the development of academic competences in students, among others.

Referencias bibliográficas

Bicocca, Rodolfo Mauricio. (2010). Formación y Bildung: Análisis de dos nociones convergentes en la filosofía de la educación de Antonio Millán-Puelles. *Metafísica y Persona*, 3(2).147 – 161.

Camps, Victoria. (1999). *Paradojas del individualismo*. Barcelona: Editorial Crítica.

Castillo, José Rubén. (2006). *Institución de la ciudadanía. Imaginarios y representaciones de jóvenes estudiantes universitarios participantes en procesos de proyección. Un referente de política de juventud*. Manizales: Editorial Universidad Autónoma de Manizales.

Crick, Bernard. (2000). *Essays of Citizenship*. London: Continuum.

Dahl, Robert A. (1989). *La poliarquía: participación y oposición*. Madrid: Tecnos

Herrera Muñoz, Giovany. (2009). *El concepto de estructura en Wilhelm Dilthey, como noción central en la fundamentación de las ciencias del espíritu*. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Filosofía de la Universidad de Caldas.

Lacreu, Héctor Luis. (2003). Formación ciudadana en la Universidad: una asignatura pendiente. Disponible On-line en: http://conedsup.unsl.edu.ar/Download_trabajos/Trabajos/Eje_6_Procesos_Formac_Grado_PostG_Distancia/Lacreu%20y%20Otros.PDF.

- Medina-Gómez, Yorlady. (2010). *Construcción de una línea de base para la formación de ciudadanía en Paz y Competitividad*. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Desarrollo regional y Planificación del territorio de la Universidad Autónoma de Manizales.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN). (1985). *Fundamentos Generales del Currículo*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Romero, Olga y Mejía Susana. (2012). Nivel de conocimiento de la constitución colombiana y actitud con respecto a participar en política en estudiantes próximos a graduarse como psicólogos en una universidad privada de Bogotá. *Contextos*, 1-18.
- Rubio Carracedo. José. (2007). *Teoría crítica de la ciudadanía democrática*. Madrid: Editorial Trotta.





Factores que explican la relación principal agente en seis empresas de la ciudad de Manizales

Factors that explain the principal-agent relationship in six enterprises in Manizales

María Teresa Buitrago | Esp. en Desarrollo Gerencial; Esp. en Mercadeo
E-mail: mtbuitrago@hotmail.com

Patricia Giraldo | Esp. en Desarrollo Gerencial; MBA.
E-mail: pgiraldo@autonoma.edu.co

Tania Mackenzie | Mg. en Administración
E-mail: tania.margarita@autonoma.edu.co

José Hernán Parra | Mg. en Economía
E-mail: hparra@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Empresariado** ■

Palabras clave: Actores empresariales, empresario (principal), empleado (agente), incentivos, contrato, control.

Key words: Business actors, entrepreneur (principal), employee (agent), incentives, contract, control.

Problema a resolver

Las organizaciones siempre han sido estudiadas desde varios enfoques y no solo desde las teorías administrativas clásicas sino de los nuevos enfoques organizacionales como es el caso de la economía organizacional, que centra la importancia que tienen las instituciones en el desempeño económico, los fenómenos y procesos económicos que ocurren en las organizaciones, y todas las variables organizacionales internas (estructuras, comportamientos, procesos/tecnología, cultura, etc.) y externas (complejidad, incertidumbre, etc.), sus interrelaciones (cultura organizacional, estrategias, etc.) que inciden en el funcionamiento eficaz y eficiente de las organizaciones e instituciones (Cf. Vargas, 2007).

Para el desempeño eficiente de las organizaciones de acuerdo con Vargas (2007) es importante analizar los procesos de motivación personal, radicación de los poderes de decisión, gobernabilidad corporativa, así como saber la manera en la que funcionan en el mercado; al mismo tiempo es necesario analizar la asignación de incentivos y los derechos de propiedad que influyen en las decisiones de los agentes económicos.

En los procesos de toma de decisiones en las organizaciones, la economía organizacional se ocupa de estudiar los arreglos organizacionales en función de los diferentes tipos de autoridad, incentivos, coordinación, proceso de toma de decisiones, etc., causados por patologías organizacionales como la información asimétrica, problemas de negociación, medición del desempeño, peligros morales, etc.

De acuerdo con Vargas (2002), la economía organizacional revoluciona la teoría organizacional (Jensen y Meckling, 1983), donde menciona que en las organizaciones se presentan relaciones entre principal-agente, cada uno con objetivos particulares siendo su función de producción diferente, y en el momento de buscar maximizar la función de producción de las partes implicadas se generan altos costos de transacción; es indispensable identificar los elementos o variables que hacen que la función de producción sea óptima con el fin de lograr disminuir los costos de transacción.

Esta problemática se presenta en las organizaciones por las fallas de mercado como la información asimétrica. De acuerdo con la corriente Neoinstitucionalista la organización debería ser un direccionador para disminuir los costos de transacción. La información asimétrica es frecuente y se presenta cuando unos saben más que otros, en este caso el agente y el principal. Cuando el principal y agente tienen diferente información sobre una transacción; generalmente los agentes conocen más y diferente información que los principales. Los mercados pueden funcionar ineficientemente cuando los agentes (empleados) tienen mayor información que los principales (empresarios).

Las empresas pueden dar incentivos a los agentes para que maximicen sus beneficios incluso cuando es caro vigilar su conducta. El agente es la persona que

actúa y el principal es la persona a la que afecta la acción. Existe un problema del principal y agente cuando los agentes tratan de alcanzar sus propios objetivos en lugar de los objetivos del principal.

Contexto del estudio

La teoría de la agencia ha tenido un avance significativo en los últimos años tanto teórica como empíricamente. A partir de los aportes de la corriente Neo-institucional, enmarcada en modelos microeconómicos y neoliberales, busca explicar los procesos de maximización de la función de utilidad de individuos al interior de las organizaciones o empresas; estos aportes han enriquecido los enfoques de la economía organizacional y de la gestión de las empresas.

Además, de los avances teóricos, y de las diferentes orientaciones que se han planteado fruto de estos estudios, se analizan algunas aplicaciones de la teoría Principal Agente, tanto en el ámbito nacional como internacional.

La investigación *El empresario en el Análisis Económico*, realizada por Valencia y Buitrago (2008) del Departamento de administración y economía, de la Universidad Autónoma de Manizales, abordó un conjunto de teorías y pensadores de la economía que permiten fundamentar el proyecto educativo del programa de Economía con énfasis en empresariado, en el sentido que brinda un enfoque metodológico y conceptual para el abordaje de problemas empresariales desde la teoría económica, entre ellas la teoría de los costos de transacciones de Williamson y Coase (Caballero, 2011).

Dentro de la teoría de los costos de transacción, surge la Teoría de la Agencia, por autores como Jensen y Meckling (1976); la cual es conceptualizada así: Agente es una persona que actúa en nombre de otra, llamada principal.

La relación entre agente y principal, está explicada por un marco institucional, una reglas de incentivos que motivan el comportamiento de los agentes a favor de la maximización del bienestar del principal, pero también están presentes fallas de mercado como la asimetría de información y fallos de los controles e incentivos (Jensen y Meckling, 2000).

La anterior teoría tiene aplicación en áreas de las organizaciones, como el Área Financiera (en relación con la necesidad de evaluar empresas y calcular el riesgo), el Área de Marketing (se aplica la teoría a la forma como se intercambia la información sobre precios, calidad y características de productos entre consumidores y proveedores) y el Área Organizacional (la teoría se aplica en el estudio de las relaciones de poder en la estructura misma, como es el caso de delegación de autoridad, en el momento de toma de decisiones en una estructura descentralizada).

Fama (2007), de la Universidad de Chicago explica en *Agency problems and the theory of the firm* cómo la separación de valores entre la propiedad y el control es típico en las grandes corporaciones, en este sentido puede ser una eficiente forma de

organización económica, el administrador busca sus propios intereses, entre tanto el propietario (principal) busca minimizar los riesgos y el monitoreo eficiente de las decisiones o acciones del administrador (agente).

Referente a la aplicación de la teoría en aspectos de mercadeo y publicidad, Gorbaneff (2003), utiliza la teoría del Agente Principal para modelar situaciones en el área de mercadeo, manejo de canales y relaciones entre proveedores y clientes, apoyado en la teoría de juegos. El modelo especificado por el autor parte de considerar una función de maximización del principal y una función de maximización del agente que son diferentes.

Vargas (2002) de la Universidad de Huelva, realizó dos estudios enfocados a analizar la relación principal-agente, como una aplicación a las sociedades cooperativas agrarias de las provincias de Huelva y del país de Gales; destacando la importancia que tienen los factores determinantes de la relación Socio-Gerencia Profesional, involucrando variables importantes como las características personales de cada uno de ellos, las percepciones sobre determinados factores situacionales o sociológicos.

Jaffe y Stavins (1994) realizaron un estudio aplicando la teoría de la agencia en “el uso de la eficiencia energética”, encontrando como explicación, la información asimétrica existente entre el agente y el principal.

En referencia a la aplicación en el aspecto financiero, se destacan los trabajos realizados por Mascareñas (1999) Universidad Complutense de Madrid, en el documento *Contratos Financieros Principal – Agente*. En dicho escrito se analizan los problemas de selección adversa y riesgo moral asociados a las relaciones de contrato establecidas entre accionistas (principales) de una empresa y directores o gerente de la misma (agentes); se establecen los costos de agencia de dichos contratos los cuales están explicados por costos de transacción, costos de oportunidad, incentivos, costos de seguimiento y control, y la pérdida de riqueza del principal por la consecución de objetivos divergentes por parte del agente (Mascareñas, 2003).

En otros estudios, *Contracting for information under imperfect commitment*, Krishna y Morgan (2008), analizan la manera más óptima de contratar en un modelo en el que el director se encuentra desinformado y el agente es el que posee la información. Se encontró que a falta de herramientas para contratar, las diferencias entre preferencias llevan a la pérdida de información y, consecuentemente, a decisiones mal tomadas.

La situación mejora cuando el director puede escribir contratos en los que mantenga la autoridad de tomar decisiones, pero puede compensar al agente por el consejo o la información brindada. Con esta situación el director puede evadir totalmente la pérdida de información sin importar las diferentes preferencias que se presentan, siempre es posible inducir al agente a que revele completamente su información.

Sin embargo, a pesar del aparente poder que estos contratos representan para resolver problemas de pérdida de información, estos nunca serán óptimos para el director. En cambio un contrato óptimo tiene las siguientes propiedades: en

algunos casos, el agente es compensado de forma tal que transmite la información que posee voluntariamente, pero en otros casos, ningún pago es hecho y el agente transmite “ruido”, que siguen siendo mensajes informativos.

Recomendaciones dirigidas a empresas de producto y servicios de carácter público y privado

Universidad y docentes

- A las empresas se les recomienda formalizar y estandarizar los mecanismos de seguimiento, evaluación y de control utilizados por los principales.
- Generar espacios en las instituciones para aprovechar la fortaleza de la calidad en la relación con los compañeros.
- Generar mecanismos de participación para los agentes en la toma de decisiones.
- A los programas de pregrado y posgrado en economía y administración seguir trabajando sobre la teoría de la agencia y tener en cuenta en los planes de estudios teorías sobre economía organizacional que permita la comprensión de las organizaciones y la relación con su entorno.

Recommendations directed to products and services enterprises at a public and private level

- To formalize and standardize the monitoring, evaluation and control mechanisms implemented by the entrepreneurs.
- To create institutional settings in order to take advantage of coworkers' qualities.
- To generate participation mechanisms for the agents in the decision-making processes.

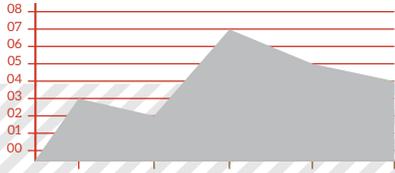
■ It is recommendable for the undergraduate and graduate programs in Economics and Administration to keep on working on the agency theory and to include in the curriculum theories about organizational economics that help to understand the organizations and the relationship with their context.

Referencias bibliográficas

- Fama, E. (2007). *Agency problems and the theory of the firm*. Universidad de Chicago. 88 (2), 288-307.
- Gorbaneff, Y. (2003). Teoría del agente - principal y el mercado. *Revista Universidad Eafit*, 129, 75-87. Disponible on line en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21512907.pdf>
- Jaffe, A. y Stavins, R. (1994). The energy-efficiency gap What does it mean? *Energy Policy*, 22 (10), 804-810. Disponible en http://www.hks.harvard.edu/fs/rstavins/Papers/Energy_Efficiency_Investments.PDF
- Jensen, M., Mekling, W. (2000). *A theory of the firm. Managerial behavior, agency cost, and ownership structure*, Harvard College, 2000. p. 83
- Krishna, V. y Morgan, J. (2008). Contracting for Information under Imperfect Commitment. *Rand Journal of Economics* Vol. 39, No. 4, pp. 905-925. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/25474404>
- Mackenzie y otros (2013). La teoría de la agencia. El caso de una universidad privada en la ciudad de Manizales. Universidad de la Salle, Bogotá, *Equidad & Desarrollo*, No. 19, pp.1-204, enero-junio 2003.
- Valencia, J. Y Buitrago, M. (2008). El empresario en el análisis económico, características y Funciones. *Revista Ánfora*, 15 Número 25, julio-diciembre.
- Vargas, A. (2007). *La Teoría de la Agencia versus la Teoría del Servidor: Una Aplicación a las sociedades cooperativas agrarias del país de Gales*. Universidad de Huelva. Disponible en: http://www.ti.usc.es/lugo-xiii-hispano-lusas/pdf/01 ESTRATEGIA/01_vargas_garcia_moreno.pdf
- Williamson, O. (2010). Transaction costs economics: the natural progression. *American Economic Review*, Junio, pp.647-690.



Fuente: Elaboración propia



Disparidades regionales en las tasas naturales de desempleo: el caso colombiano

Regional disparities on natural rates of unemployment: a colombian case

Carlos David Cardona Arenas | Economista

E-mail: ccardonaa@autonoma.edu.co

Daniel Osorio Barreto | Esp. en Finanzas corporativas

E-mail: dosoriob@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Desarrollo y Globalización** ■

Palabras clave: Economía laboral, desempleo, inflación, tasa natural de desempleo, política económica y modelos macroeconómicos.

Key words: Labor economics, unemployment, natural rate of unemployment, economic policy and macroeconomic models.

Problema a resolver

La mayoría de los estudios realizados para analizar el mercado laboral – especialmente aquellos enfocados a la tasa natural de desempleo– se ocupan de hacerlo a escala nacional. Sin embargo, son pocos los estudios que abordan esta temática a nivel regional. A partir de lo anterior, el presente estudio pretende realizar un acercamiento a las disparidades regionales en términos del desempleo mediante el cálculo de las tasas naturales de desempleo para las principales siete ciudades y áreas metropolitanas del país en el periodo de tiempo 1984-2013 mediante la estimación de la NAIRU (*Non Accelerating Inflation Rate of Unemployment*), que se deriva del planteamiento de una curva de Phillips ampliada con expectativas adaptativas bajo los postulados de la ‘nueva economía keynesiana’. Lo anterior pretende comparar las tasas naturales halladas con las tasas efectivas y analizar sus brechas en términos del impacto heterogéneo de la política económica, específicamente la política monetaria, en los territorios. Por otra parte, se contrastan las principales metodologías para la estimación de la NAIRU con el fin de identificar la robustez, diferencias y similitudes en sus resultados.

A partir de lo anterior, (Gamarra, 2005) destaca la necesidad de orientar el diseño y ejecución de políticas económicas relacionadas con la disminución del desempleo según las características y relaciones de las ciudades hacia las que están dirigidas; dado que el desconocimiento de estas especificidades, diferencias y dinámicas podrían reducir o neutralizar los objetivos que se persiguen con estas políticas. Téngase en cuenta que el desempleo es una de las variables más sensibles y críticas en la evaluación del desempeño de un gobierno.

Contexto del estudio

El concepto de NAIRU fue desarrollado por la ‘nueva economía keynesiana’ con dos propósitos: i) superar los vacíos teóricos que yacían en la curva de Phillips que no tenían en cuenta el impacto de las expectativas y la relación a largo plazo entre inflación y desempleo, y ii) robustecer el análisis de la tasa natural de desempleo desarrollado por Friedman basado en un esquema de competencia imperfecta con desempleo involuntario. Este término fue acuñado por (Tobin, 1980) e implica que para los casos donde el desempleo se encuentre por debajo de su nivel natural, la aceleración de la inflación en el futuro es posible. Así, este concepto es considerado como uno de los instrumentos útiles para la toma de decisiones de política monetaria. El uso del concepto de NAIRU asume el ajuste de los salarios reales en los precios y los salarios, implicando que en los casos donde el desempleo es inferior a la NAIRU (a través de la intersección entre los salarios y los precios), los salarios aumentan más rápido que el nivel de precios esperados en la ecuación de salarios, mientras que en la ecuación de precios el

nivel de precios crece más rápido que los salarios esperados; la magnitud de estos efectos depende del tamaño relativo de la inflación de salarios y de precios y de la sensibilidad de los salarios y precios frente al desempleo, la capacidad de utilización y la formación de expectativas (Bozani & Drydakis, 2011).

Ahora bien, para el caso colombiano se han realizado diversas estimaciones de la tasa natural de desempleo y de la NAIRU para el agregado nacional, soportados en la teoría macroeconómica (planteamiento de ecuaciones de salarios y curvas de Phillips) y en herramientas econométricas (filtro de Kalman, filtro de Hodrick-Prescott, metodología de Johansen, entre otros), que han dado como resultado estimaciones diferentes según la metodología empleada. Entre los principales estudios y sus respectivas estimaciones se destacan: (López H. , 1986) que estima la tasa natural de desempleo, durante la Misión Chenery, en un 8%; (Clavijo, 1994) que estima la NAIRU a partir de una ecuación de salarios para el período 1967-1994 teniendo como resultado un intervalo entre el 8.2% y el 8.7%; (Farné, Vivas, & Yepes, 1995) que estiman una curva de Phillips ampliada con expectativas utilizando un modelo autoregresivo de orden cinco, planteando un intervalo para la NAIRU ubicado entre el 6.2% y el 7.2%; (Henao & Rojas, 1998) cuya estimación de la NAIRU se ubica entre el 10.4% y el 10.6%, a partir de la estimación de una curva de Phillips aumentada por expectativas para el período 1982-1996; y, (Nuñez & Bernal, 1998) que estiman la tasa natural de desempleo a nivel nacional en un orden del 10.9% a partir del planteamiento de una ecuación de Phillips con dos rezagos temporales y un vector de choques de oferta (siguiendo esta metodología, (Julio, 2001) estima la NAIRU para el período 1978-2000 ubicándola en un intervalo entre el 7.3% y el 12.4%). Entre los estudios más recientes se encuentran: (Arango & Posada, 2006), cuya estimación para la NAIRU es del 13.09% a partir de la aplicación de un enfoque estándar de cointegración a través de la metodología de Johansen considerando características particulares del mercado laboral colombiano; (Fuentes, 2008) y, (Tamayo, 2008) que estima la NAIRU bajo la metodología del filtro de Kalman llegando a los resultados de 11.19% y 11.85% respectivamente; (Arango, García, & Posada, 2012), cuya estimación de la NAIRU del 10.8% para el período de tiempo 1984-2010 surge a partir del seguimiento de la metodología propuesta por (Weiner, 1993); y, (Cancelado, 2012), que realiza la estimación de la NAIRU, para el período 1984-2011, a partir de tres metodologías: filtro Hodrick-Prescott (12-80%), metodología de (Weiner, 1993) (15.20%) y metodología de Elmeskov (12.42%). A partir de lo anterior, se evidencia que una de las limitaciones de gran parte de los estudios realizados es que no abordan las particularidades regionales al ser abordados a escala nacional, sin tener que profundizar en la heterogeneidad del territorio como un factor determinante a la hora de realizar el análisis que explica las dinámicas implícitas en la tasa de desempleo. De los estudios mencionados, solo el (Henao & Rojas, 1998) aborda el fenómeno de la tasa natural de desempleo a escala regional al estimar la NAIRU para cuatro ciudades: Bogotá (9.0%), Cali (entre el 11.3% y el 11.8%), Barranquilla (12.3%) y Medellín (13.3%).

Análisis de resultados

La dinámica de las tasas de desempleo para las siete ciudades de análisis presentan tres patrones generales de comportamiento. En primer lugar, siguen la dinámica del ciclo económico de manera similar al agregado nacional, sin embargo, las brechas entre las ciudades y su promedio nacional tienden a ampliarse en momentos de expansión económica tal y como se evidencia en el caso de Bogotá, ciudad líder que captura gran parte de los beneficios de la expansión. En segundo lugar, la influencia de las reformas económicas sobre las ciudades de análisis ejercen un efecto similar en el ciclo económico como el caso del agregado nacional. En tercer lugar, es más evidente la irregularidad y estacionalidad en las series de tiempo por ciudades frente al promedio colombiano.

Se evidencian disparidades regionales en términos de la tasa natural de desempleo para las ciudades de análisis al evidenciarse dos grupos de ciudades: aquellas con tasas naturales de desempleo por encima del agregado nacional y aquellas con tasas naturales de desempleo por debajo del agregado nacional. Así, no se evidenció el hecho de que las tasas naturales de desempleo den cuenta de un comportamiento homogéneo de los mercados laborales. Se destacan como casos más relevantes el hecho de que Manizales presenta la NAIRU estructural constante más alta dentro del grupo de referencia con el 16.74% y Bogotá con la NAIRU estructural constante más baja con el 12.31%; hechos coherentes con la dinámica que han presentado estas ciudades en los últimos treinta años. De esta manera, se puede afirmar que existen disparidades regionales en términos de la tasa natural de desempleo estimada a partir de la NAIRU para las principales siete ciudades y áreas metropolitanas colombianas en el período 1984-2013.

Los resultados obtenidos son coherentes con el estudio realizado por (Heno & Rojas, 1998), el cual es uno de los pocos estudios que ha estimado la tasa natural de desempleo a escala regional al estimar la NAIRU para cuatro ciudades: Barranquilla, Bogotá, Cali y Medellín. En este sentido, la evidencia de disparidades regionales a largo plazo en los mercados laborales suscita a reflexionar sobre la hipótesis de la tasa natural de desempleo no solo como un hecho que se evidencia a escala nacional, sino que debe ser complementado al tener en cuenta los efectos del territorio y su heterogeneidad sobre la dinámica económica. Así, la teoría macroeconómica se enfrenta al reto de capturar la heterogeneidad implícita en los territorios como factor determinante de la dinámica de los mercados de bienes y servicios, mercado monetario y mercado laboral. Por otra parte, la evidencia de co-integración para los modelos de NAIRU estructural constante de todas las ciudades de análisis, reafirma la hipótesis de la existencia de las tasas naturales de desempleo regional como tasas de equilibrio de largo plazo.

En relación a las diferencias de las estimaciones de la NAIRU según las tres metodologías utilizadas se destacan dos aspectos centrales: en primer lugar, las

estimaciones del intervalo de la NAIRU para las ciudades de análisis a partir del filtro Hodrick-Prescott constituyen un patrón de referencia que resulta ser coherente con los resultados obtenidos por las estimaciones puntuales; en segundo lugar, las estimaciones puntuales realizadas a partir de las metodologías propuestas por (Weiner, 1993) y (Elmeskov, 1993) difieren entre sí tanto en magnitud como en las diferencias de las ciudades frente al benchmark (agregado nacional). Lo anterior lleva a no rechazar la hipótesis 2 planteada: los resultados de las estimaciones de la NAIRU a partir de las metodologías de Filtro Hodrick-Prescott, NAIRU estructural constante y NAIRU de Elmeskov son diferentes para las principales siete ciudades y áreas metropolitanas en el período 1984-2013.

Recomendaciones dirigidas al Gobierno Nacional, Congreso de la República, Banco de la República, entes territoriales

Con el fin de reducir la tasa de desempleo se hacen recomendaciones estructurales de política económica en dos vías: para la oferta de trabajo y la demanda de trabajo.

■ **Recomendación para el Gobierno Nacional Central y el Congreso de la República:** En relación a la oferta de trabajo se recomienda remover las deficiencias estructurales reflejadas en la cobertura, calidad y pertinencia del sistema educativo colombiano; especialmente, diversificar las competencias de la educación superior no solo para los estudios profesionales sino potenciar la oferta de estudios técnicos y tecnológicos que faciliten la inserción al mercado laboral tal y como se hace en los países desarrollados. En relación a la arquitectura institucional es clave establecer vínculos entre el sector privado y público que sirvan para identificar las relaciones entre los agentes económicos y los mercados, estableciendo incentivos claros de generación de empleo basados en principios de equidad, progresividad e inclusión. Las anteriores recomendaciones de política económica fueron formuladas bajo la intención de comprender las características socioeconómicas de cada ciudad sin desconocer los diferentes impactos de la política macroeconómica para cada una de estas ciudades.

■ **Recomendación para el Gobierno Nacional Central y territoriales y los sectores productivos:** En relación a la demanda de trabajo es fundamental dinamizar los sectores agropecuario e industrial de las economías regionales como factores generadores de encadenamientos hacia atrás y hacia adelante con otros sectores económicos; a su vez, es fundamental una mayor participación

de los gremios empresariales a la hora de definir las competencias en los distintos niveles de la educación con el fin de que haya articulación entre los requerimientos de trabajo y las características de los trabajadores.

Sin embargo, la recomendación fundamental de política pública consiste en defender la necesidad del planteamiento de políticas económicas regionales. A partir de lo anterior, se recomienda reflexionar sobre el impacto heterogéneo de la política económica en dos pilares.

■ **Recomendación para el Banco de la República:** En primer lugar, dada la relación entre inflación y desempleo que delimita a largo plazo la estimación de la tasa natural de desempleo, es fundamental la comprensión de una política monetaria que tenga conciencia de la heterogeneidad de los territorios y, por lo tanto, que permita evidenciar los impactos disímiles de los canales de transmisión (fundamentalmente, la tasa de interés) sobre las variables reales de la economía, especialmente, el desempleo.

■ **Recomendación para el Ministerio de Hacienda y Crédito Público:** En segundo lugar, la política fiscal debe apuntar a promover una estructura tributaria progresiva y competitiva con fines de financiamiento del gasto y su respectivo efecto redistributivo de la renta; que favorezca la generación de empleos sostenibles y de calidad sin que afecte la estructura de costos de los demandantes de trabajo con el fin de reducir los problemas de informalidad y subocupación; además, es fundamental que los gastos de inversión dirigidos al fomento de la educación estén soportados en principios de planificación prospectiva, sostenibilidad y articulación con el mercado de trabajo.

Recommendations

directed to National Government, Congress of the Republic, Bank of the Republic, territorial entities

These structural recommendations of economic policy, namely, job offer and supply, are given in two ways in order to reduce unemployment rates.

■ **Recommendation for the Central National Government and the Congress:** regarding job offer, it is recommendable to eliminate the structural flaws evidenced in the coverage, quality and relevance of the Colombian educative system and, especially, to diversify higher education competencies not only for professional studies, but also to encourage technical and technological studies that facilitate the integration into the labor market like developed countries

do. Regarding the institutional architecture, the establishment of relations between public and private sectors is a key factor in order to identify the relationships between the economic agents and the markets by incentivizing employment generation based on equity, progressivity and inclusion principles. These recommendations about economic policy were made with the purpose of understanding the socio-economic features of each city, taking into consideration the impact on the macro-economic policy of each one of these cities.

■ **Recommendation for the Central National Government and the productive sectors.** It is important to dynamize the agricultural and industrial sectors of regional economies as factors that generate economic sectors linkage. A greater participation of business organizations to define competences at different educational levels is necessary to get correspondence between job requirements and the profile of the workers.

However, the main public policy recommendation is to protect the need for a regional approach of economic policies. Therefore, a reflection about the heterogeneous impact of economic policy on two pillars is advisable.

■ **Recommendation for the Bank of the Republic:** First, due to the relationship between inflation and unemployment that outlines a long-term estimate of the natural rate of unemployment, it is important to understand the monetary policy that shows the heterogeneity of the territories and, consequently, allows us to demonstrate the disparate impacts of transmission channels (mainly the interest rates) on real variables in the economy, especially unemployment.

■ **Recommendation to the Ministry of Treasury and Public Credit:** Second, fiscal policy should aim to promote a progressive and competitive tax structure for the purpose of financing expenditure and its respective redistributive income effect that favors the creation of sustainable and quality employment without affecting the cost structure of job seekers. This reduces the problems of informality and underemployment and it is key that investment expenditures leading to promote education be supported on principles of planning and sustainability, and be also linked with the labor market.

Referencias bibliográficas

- Arango, L. E., & Posada, C. E. (2006). La tasa de desempleo de largo plazo en Colombia. *Borradores de economía*.
- Arango, L., García, A., & Posada, C. (2012). Inflación y desempleo en Colombia: NAIRU y tasa de desempleo compatible con la meta de inflación (1984-2010). En B. d. República, *El mercado de trabajo en Colombia: historia, tendencias e instituciones*. Bogotá D.C.
- Bozani, V., & Drydakis, N. (2011). Studying the NAIRU and its Implications. *IZA Discussion Paper Series* (6079), 1-37.
- Cancelado, D. (2012). Convergencia de la NAIRU: el caso colombiano. *Civilizar* (5), 32-51.
- Clavijo, S. (1994). Inflación o Desempleo: ¿Acaso hay escogencia en Colombia. *Archivos de Macroeconomía* (31).
- Elmeskov, J. (1993). High and persistent unemployment: assesment of the problem and its causes. *Economic department Working papers* (132), 1-121.
- Farné, E., Vivas, A., & Yepes, T. (1995). Estimación de la tasa natural de desempleo. *Cuadernos de empleo*.
- Fuentes, H. (2008). "La NAIRU" una aproximación teórica. *Apuntes del CENES*, 1-18.
- Gamarra, J. (2005). ¿Se comportan igual las tasas de desempleo de las siete principales ciudades colombianas? *Documentos de trabajo sobre Economía regional* (55), 1-48.
- Henao, M. L., & Rojas, N. (1998). La tasa natural de desempleo en Colombia. *Archivos de Macroeconomía* (089), 1-24.
- Hodrick, R., & Prescott, E. (1980). Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation. *Discussion Papers* (451).
- Julio, J. (2001). How Uncertain are NAIRU Estimates in Colombia? *Borradores de Economía* (184).
- López, H. (1986). La Misión Chenery: una invitación a pensar en el mediano y largo plazo. *Centro de Investigaciones Economicas - CIE*.
- Núñez, J., & Bernal, R. (1998). El desempleo en Colombia: tasa natural, desempleo cíclico y estructural y la duración del desempleo. *Archivos de Macroeconomía*.
- Tamayo, J. A. (2008). La tasa natural de desempleo en Colombia y sus determinantes. *Borradores de economía* (491).

- Tobin, J. (1980). Stabilization Policy Ten Years After. *Broking Papers on Economic Activity*, 1980 (1), 19-89.
- Weiner, S. (1993). New estimates of natural rate of unemployment. *Economic Review*, 78 (4), 53-69.



Seguimiento a graduados de la Universidad Autónoma de Manizales, UAM[®]

Followup to graduates of the Autonomoma University of Manizales (UAM[®])

María Mercedes Naranjo Aristizabal | Mg. Neurorehabilitación

E-mail: mmnaranjo@autonoma.edu.co

Diana Lorena Cardona Montoya | Esp. en Mantenimiento Industrial

E-mail: dcardona@autonoma.edu.co

Laura Patricia Giraldo Vélez | Mg. en Administración de Negocios

E-mail: pgiraldo@autonoma.edu.co

María del Carmen Vergara Quintero | PhD. Ciencias Sociales Niñez y Juventud

E-mail: mcvq@autonoma.edu.co

María del Pilar Cerezo Correa | Mg. en Salud Pública

E-mail: mapice@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación*: **Cuerpo y Movimiento, Empresariado, ARCHYTAS, Salud Pública** ■

*El equipo de trabajo del proyecto está conformado por representantes de las diferentes facultades de la Universidad, por eso vincula integrantes de los anteriores grupos de investigación.

Palabras clave: *Ciudadanía, Formación, Democracia, Participación.*

Key words: *Citizenship, education, democracy, participation.*

Problema a resolver

Las políticas del orden nacional relacionadas con los procesos de calidad de la educación, específicamente la acreditación y el registro calificado de los programas de pregrado y posgrado exigen el desarrollo de una estrategia de seguimiento a corto y largo plazo de los graduados, que permita conocer y valorar el desempeño y el impacto social de los programas, así como retroalimentar los procesos académicos en los mismos.

En tal sentido, la UAM® en el marco del proceso de direccionamiento estratégico, cuenta actualmente con un proyecto institucional de seguimiento a graduados, que responde al objetivo de fortalecer los procesos de formación e investigación para el desarrollo del pensamiento crítico, científico e innovador, a través de la estrategia de pertinencia e innovación, cuyos propósitos se orientan hacia el análisis de las características socio-laborales y los ámbitos de desempeño de los graduados, en perspectiva de gestionar información que permita el análisis de la pertinencia y calidad de la oferta académica de la UAM®, tanto a nivel de pregrado como de posgrado.

La investigación de seguimiento a graduados es permanente y tiene como objetivo central identificar las características sociodemográficas de los graduados, analizar la situación socio-laboral de los mismo, e identificar el nivel de satisfacción de los graduados con la formación recibida y los recursos ofrecidos por la UAM®, así como su percepción sobre el nivel de desarrollo de las competencias generales en el proceso de formación, y su perspectiva de desarrollo profesional. Como proceso investigativo, utiliza la aplicación de una encuesta definida para el momento del grado y 1, 3, 5 y más de 5, años después del grado y una encuesta a empleadores que está orientada a identificar las percepciones de los mismos sobre los graduados, su desempeño y el desarrollo de sus competencias. Esta información es analizada en el equipo de trabajo designado para el proyecto y remitida a los comités de currículo para su análisis y toma de decisiones como parte de su proceso de mejoramiento de la calidad.

Este informe, en particular, hace referencia a los resultados del Mo de los graduados de los programas de las tres facultades de la UAM® en los años 2008, 2009, 2010 y 2011.

Contexto del estudio

Antecedentes

Desde hace varios años, el tema de seguimiento a los graduados han sido objeto de trabajo en la UAM®, que se inicia con investigaciones desarrolladas en los programas de Odontología y Fisioterapia como parte del proceso de auto-evaluación de los programas. Estas autoevaluaciones permitieron caracterizar

a sus graduados socio-laboralmente y conocer sus percepciones frente a los procesos de formación recibida.

Posteriormente se desarrolló el proyecto de seguimiento a graduados en el año 2007-2008, financiado por el Ministerio de Educación Nacional-MEN; este proyecto permitió caracterizar la situación social, laboral, académica, familiar y la satisfacción con la formación recibida de los graduados de los programas de pregrado 2001-2008. (Vergara MC, Giraldo AM, Naranjo MM. 2009) (Primera fase)

Seguidamente se desarrolló la segunda fase de este proyecto, igualmente apoyado por el MEN, cuyo producto final estuvo organizado en dos componentes: el primero permitió caracterizar la situación social, laboral, académica, familiar y la satisfacción con la formación recibida de los graduados de los programas de pregrado 2001-2008 y el segundo producto fue el diseño de una metodología para evaluar la calidad y la pertinencia de los programas académicos de pregrado en la que se articularon los graduados, los empleadores, el Proyecto Educativo del Programa –PEP– y el Proyecto Educativo Institucional –PEI– (Vergara MC, Giraldo AM, Naranjo MM, Velazco LA. 2011).

Dando continuidad al proceso desarrollado por dos años consecutivos, durante el 2010, se realizó la tercera fase del proyecto de seguimiento a graduados, financiado igualmente por el MEN, proceso que validó la metodología en tres programas académicos de la UAM®, como parte de una prueba piloto, en la que se incluyó: Fisioterapia de la Facultad de Salud, Economía de la Facultad de Estudios Sociales y Empresariales e Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingenierías.

En este proceso, se hicieron algunas modificaciones, como la incorporación de profesores en el proceso evaluativo y la introducción de grupos focales con graduados, empleadores y comités de currículo con el fin de cualificar los resultados obtenidos en las encuestas (Vergara MC, Giraldo AM, Naranjo MM, Velazco LA. 2011).

Complementario al proceso de seguimiento a graduados la Oficina de Mercadeo y la Asociación de Graduados UAM®, han venido desarrollando acciones orientadas a la actualización permanente de información básica con el fin de ofrecer servicios acorde con los intereses particulares.

Referente teórico

El proceso de seguimiento a los graduados para las instituciones de educación superior, se constituye en una estrategia de evaluación y retroalimentación de los procesos académicos y administrativos de los programas de formación de pregrado y posgrado.

Mediante estos estudios se conoce información relevante de los graduados que puede conducir a formular políticas de mejoramiento o direccionamiento institucional. El seguimiento ha de cumplir una doble función: de

autoconocimiento de la institución para realizar acciones de mejoramiento de la calidad académica y de apoyo para la apropiación de recursos orientados a impulsar proyectos que involucren a los egresados y mejoren la formación de nuevos profesionales.

De acuerdo con Morales, Aldana, Sabogal y Ospina, 2008; ASCUN y Red SEIS, 2006 (citados por Aldana de Becerra, Gloria Marlen; Morales González, Fabián Andrés; Aldana Reyes, Jefferson Egidio; Sabogal Camargo, Francisco Javier; y Ospina Alfonso, Álvaro Rodrigo; 2008). El seguimiento a egresados ha de evaluar, dentro de un período determinado y de acuerdo con unos parámetros preestablecidos, la eficiencia profesional en función de la formación recibida, la aceptación en el mercado laboral y la correspondencia entre las áreas de especialización y las necesidades del país y ha de dar cuenta del cumplimiento de las funciones de una institución educativa; es decir, determinar en qué medida se están alcanzando los fines de la educación y si los objetivos institucionales y curriculares se cumplen.

La responsabilidad de las Instituciones de Educación Superior no concluye con el otorgamiento del título profesional. Es necesario que las instituciones realicen todos los esfuerzos posibles por mantener contacto con sus egresados, conocer sus condiciones en el mercado laboral y sus expectativas de formación continua, entre otros aspectos (Mejía LM, Nieto E, Arboleda G, Montoya ML. 2012).

Estos estudios han tomado fuerza por su propósito de contribuir a mejorar la calidad de la educación. El Ministerio de Educación colombiano dice que *“hacer seguimiento a los egresados de la educación superior es una tendencia creciente en países que buscan mejorar la calidad y la pertinencia de los programas académicos... ya que suministran insumos que las instituciones, el sector productivo, el gobierno y los estudiantes están usando para tomar decisiones”* (Aldana de Becerra, Gloria Marlen; Morales González, Fabián Andrés; Aldana Reyes, Jefferson Egidio; Sabogal Camargo, Francisco Javier; y Ospina Alfonso, Álvaro Rodrigo; 2008 citados en Vergara, 2011).

Recomendaciones

dirigidas a las IES y a la UAM®

Estas recomendaciones están específicamente referidas a:

- Comités de currículo de los programas de pregrado y posgrado de la UAM®
- Dirección académica de la UAM®
- Asociación de graduados de la UAM®
- Oficina de mercadeo de la UAM®
- Instituto de idiomas de la UAM®

1. Recomendaciones:

Oficina de mercadeo de la UAM®

Los resultados relacionados con las características demográficas de los graduados muestran que a la UAM® ingresan los estudiantes de diferente capacidad económica, la mayor proporción paga los estudios con los aportes de su familia e ingresan entre 6 meses y un año después de egresar del colegio, además muy pocos son de colegios bilingües, por lo que se sugiere que las estrategias de mercadeo se realicen en forma estratificada. Para los estudiantes que estudian con crédito educativo (más baja proporción) se sugiere establecer convenios con entidades financieras que ofrezcan las mejores alternativas.

Los graduados en su mayoría seleccionan el programa por su vocación y sus habilidades y destrezas, se sugiere continuar con la estrategia de visita a los colegios para mostrar el perfil de cada programa y aplicarles la prueba vocacional para acompañarlos en su proceso de selección.

Instituto de idiomas de la UAM®

Los graduados reconocen que ingresan con bajos nivel de competencia en el idioma inglés, por lo que se sugiere fortalecer los convenios con las instituciones educativas de la ciudad y fortalecer permanentemente los programas del instituto de idiomas.

Dirección académica de la UAM® y Comités de currículo

En general los graduados se encuentran satisfechos con las competencias adquiridas durante la formación en la UAM®. Se sugiere seguir con los procesos de discusión y ajuste curricular en los diferentes programas.

En relación con el plan de vida de los graduados de los diferentes programas desean continuar sus estudios de posgrado. Se sugiere fortalecer los programas de posgrado e identificar nuevos programas.

Los graduados de acuerdo con el programa, tienen opiniones diversas acerca de si volverían a estudiar el pregrado en la UAM®. Por lo que se recomienda hacer un análisis minucioso al interior del comité de currículo de cada programa y de los departamentos de la UAM®.

Recommendations

directed to UAM®, HEI

Specifically to:

- Curriculum Committees of UAM® undergraduate and graduate programs.
- UAM® Academic Board.
- UAM® graduates association.
- UAM® Marketing office.
- UAM® Language Institute.

3. Recommendations:

UAM® Marketing office

The results related to the demographic characteristics of graduates show that students with different economic conditions enroll at Autonomía University of Manizales (UAM®). Most of them pay their studies with their families' economic contribution and start the university 6 months or a year after graduating from high school. Besides, only a few students attended a bilingual school. Hence, the implementation of marketing strategies according to the strata system is suggested. It is recommendable to establish agreements with financial institutions that offer better alternatives for those students who have educational loans (lower proportion).

Most of the graduates select their academic program according to their vocation, abilities and skills. It is recommendable to continue visiting schools to show the profile of each program and to administer the career aptitude test in order to guide students in the selection process.

UAM® Language Institute

Graduates are aware that they have a low level of competence in English when they enroll at the university. Thus, it is important to strengthen the agreements with educational institutions in the city and the Language Institute Programs.

UAM® Academic Board and Curriculum Committees

In general terms, graduates are satisfied with the competences they acquired during their training at UAM®. Discussion processes and curriculum adjustment in different programs are advisable.

Graduates from different programs wish to continue their graduate education as part of their life project. Therefore, it is recommendable to strengthen graduate programs and create new ones.

Graduates have different opinions about whether they would study an undergraduate program at UAM® again. Consequently, it is recommendable to do a detailed analysis within the curriculum committee of each program and department at UAM®.

Referencias bibliográficas

Vergara MC, Giraldo AM, Naranjo MM, Graduados UAM®- Calidad y pertinencia. 2009. Editorial Universidad Autónoma de Manizales. ISBN 978-958-8208-59-6.

Vergara MC, Giraldo AM, Naranjo MM, Velazco LA. Graduados UAM®. Evaluación y mejoramiento de los programas académicos de la UAM® 2010. 2011. Editorial Universidad Autónoma de Manizales, ISBN 978-958-8730-14-1



Evolución de los recursos y las capacidades de la función sustantiva de investigación en la UAM[®], relacionados con CTI entre 2007 y 2012

Evolution of resources and capabilities of the substantive role of research at UAM[®] related to STI from 2007 to 2012

María del Carmen Vergara Quintero | PhD. Ciencias Sociales Niñez y Juventud

E-mail: mcvq@autonoma.edu.co

Francia Restrepo de Mejía | PhD. Ciencias Sociales Niñez y Juventud

E-mail: franciarestrepo@autonoma.edu.co

Olga Lucia Ocampo López | Candidata a PhD. en Ingeniería

E-mail: olocampo@autonoma.edu.co

Cristhian Guillermo Naranjo Herrera | PhD Administración de Empresas y Dirección de Recursos Humanos

E-mail: cnaranjo@autonoma.edu.co

Eduardo Martínez Jáuregui | Mg. en Administración

E-mail: eduardnj@autonoma.edu.co

■ **Grupo de Investigación: Salud Pública, Neuroaprendizaje, Empresariado, Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial, Diseño y Complejidad** ■

Palabras clave: Sistematización, ciencia, tecnología, innovación, recursos y capacidades, capital intelectual, capital humano, capital relacional, capital estructural.

Key words: Systematization, science, technology, innovation, resources and capabilities, intellectual capital, human capital, relational capital, structural capital.

Problema a resolver

La Política Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación- CTI (Ley 1286 de 2009), refiere la importancia de realizar procesos de apropiación social del conocimiento, que propendan por la gestión del conocimiento para la toma de decisiones informadas.

En este marco se han desarrollados diferentes investigaciones que tienen como objetivo valorar la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en diferentes universidades, las cuales parten de indicadores cuantitativos que han sido referenciados en estadísticas de Ciencia y Tecnología (CyT). El Observatorio de Ciencia y Tecnología-OCYT (2011) muestra la manera como tradicionalmente se realizan estas mediciones, específicamente para CyT.

Se parte de considerar los lineamientos internacionales que buscan evaluar la CTI desde un enfoque social, asumiendo el papel que ha tenido la CTI en la historia de la humanidad. De otro lado, es importante analizar cómo a nivel internacional y nacional las CTI, vienen siendo acogidas por todos los países como un factor clave de desarrollo y competitividad.

La UAM® no es ajena a la invitación que hacen las políticas nacionales a las universidades para actuar bajo los principios de relevancia y pertinencia social, en correspondencia con las especificidades de su contexto regional y sin perder de vista vínculos nacionales e internacionales; se trata de asumir su función social en un escenario histórico.

Es por lo anterior, que se evidencia la necesidad de conocer la evolución de la función sustantiva de investigación en términos de recursos y capacidades a la luz de la CTI, con el fin de develar los aprendizajes obtenidos y realizar las recomendaciones que permitan potenciar el desarrollo de esta, en la Universidad.

La pregunta de investigación planteada fue: “¿Cuál ha sido la evolución de los recursos y las capacidades de la función sustantiva de investigación en la UAM®, relacionados con CTI entre 2007 y 2012?”

Contexto del estudio

La presente investigación parte del reconocimiento de las políticas de CTI a nivel nacional e internacional, de manera especial se retoman los conceptos de “ciencia”, “tecnología” e “innovación” y la teoría de los recursos y capacidades dentro de la cual surgen la gestión del conocimiento y el capital intelectual, como referentes que permitirán el análisis, interpretación y comprensión de la función sustantiva de la investigación en la UAM®.

Para iniciar, se describe el escenario actual de sociedad del conocimiento, con el fin de establecer los recursos (en especial los de naturaleza intangible) y las capacidades como base fundamental de la competitividad de las organizaciones, destacando el conocimiento como activo de gran valor estratégico, que es necesario gestionar.

La teoría del capital intelectual, que tiene un fuerte sentido económico (Bueno, 1998), afirma que es el intangible del intelecto y debería poder medirse, evaluarse y cuantificarse, porque está más relacionado con el valor que otros elementos.

En el mundo competitivo actual, caracterizado por el uso intensivo de las TIC, los activos más apreciables para las empresas ya no son los activos tangibles como edificios, instalaciones, maquinaria o stocks, sino los activos intangibles (Keong, 2008), originados en los conocimientos, valores, habilidades y actitudes de las personas, lo que se ha llamado el capital intelectual, expresión que agrupa los conocimientos que generan valor económico.

La posición dominante entre investigadores y académicos es que el capital intelectual se compone de capital humano, estructural o tecnológico y relacional o capital cliente; dado que algunos autores optan por una u otra denominación, pero coinciden en gran medida en su contenido y alcance (Edvinsson & Malone, 1998; Steward, 1997; Sveiby, 1997).

A continuación presentaremos una breve aproximación a los conceptos centrales que permitirán entender las recomendaciones derivadas de esta investigación.

Capital Humano: a estos activos intangibles pertenecen la educación, la experiencia, el “know how”, los conocimientos, los valores, las actitudes y las habilidades de las personas que trabajan en la empresa, que no son propiedad de ésta, sino que se contrata su uso con los trabajadores para integrar el capital humano (Ordoñez, 2004). Este capital, que va alineado con la concepción de conocimiento tácito, es el que produce innovaciones y mejoras, pero necesita de una capacitación constante y efectiva que permita la generación de un valor agregado a la empresa (Davenport, 2000). Algunos indicadores: *Conocimiento/Educación/Desarrollo profesional; habilidades, permanencia, formación, perfil demográfico, experiencia, creatividad y motivación.*

Capital Estructural: cuando el conocimiento se explicita y se codifica, se obtiene el capital estructural, cuya virtud principal es facilitar la transmisión del conocimiento, compartirlo y lograr que permanezca en la empresa a pesar de que quienes dan lugar a él se marchen (Bueno, 1998). En otras palabras, contar con un rico capital humano y no contar con capital estructural constituye un desperdicio y un alto riesgo para la organización. Algunos de los indicadores son: *Cultura/Valores, estructura, Sistemas y Procesos, innovación/I+D, tecnologías de la Información y la comunicación* y en menor proporción se registra el uso de los *Modos de conservar el conocimiento:* referidos al soporte físico o intangible para conservar el conocimiento de la empresa, que puede estar o no protegido legalmente.

Capital Relacional: este se ocupa de las relaciones con los agentes del entorno, entre quienes sobresalen los clientes/usuarios, los proveedores, la competencia

y las alianzas estratégicas o los modelos de integración. Este capital, bien administrado, puede contribuir significativamente a soportar y mejorar la cadena de valor de la organización (Navas & Ortiz, 2002). Las dimensiones más destacadas del capital relacional, son: *relación con Clientes/usuarios y proveedores, esquemas o Acuerdos de Colaboración, responsabilidad social empresarial, y la imagen/reputación corporativa.*

Recomendaciones

dirigidas a Instituciones de Educación Superior (IES),
grupos de investigación

Para la gestión de la investigación se requiere una Gerencia Estratégica del Talento Humano: la consecución, retención y desarrollo del talento humano es condición necesaria para la generación y sostenimiento de procesos de CTI en las instituciones educativas, que den lugar a resultados satisfactorios.

Consolidar estrategias que apunten al fortalecimiento de los recursos y capacidades de investigación: la capacidad no se debe entender en un sentido limitado que se reduzca a la formación del recurso humano sino de forma ampliada como un proceso a través del cual se adquiere, mantiene y expande el capital intelectual para responder a los desafíos y retos que se imponen en las distintas áreas del conocimiento. La actualización continua del sistema de información institucional y nacional (CVLAC, GRUPLAC, INSTITULAC), la gestión por procesos, la certificación de los laboratorios y la gestión de tecnología en los grupos de investigación son indispensables para el fortalecimiento de las capacidades de investigación.

Los resultados de investigación deben formar parte de los currículos en los programas de pregrado y posgrado y de los discursos del aula: es imprescindible que las instituciones adopten estrategias para que la producción de los grupos impacten el aula, ya sea con la citación de los autores en los programas de las asignaturas, así como fomentar en las discusiones en los diferentes escenarios académicos.

Mejorar el proceso de validación y certificación de productos de desarrollo tecnológico e Innovación: se requiere generar una cultura de validación y certificación de los productos de desarrollo tecnológico e innovación, que permita evidenciar la relación Universidad-Empresa-Estado-Sociedad Civil, como por ejemplo la generación de nuevas empresas de base tecnológica y spin-off.

Incentivar la apropiación social del conocimiento como parte de la responsabilidad social universitaria: los productos de apropiación social del conocimiento deben dirigirse a mejorar la comunicación, con evidencia científica para la toma de

decisiones, entre la Universidad-Empresa-Estado-Sociedad Civil de tal manera que permita contribuir a disminuir la brecha entre la producción y el uso del conocimiento científico.

Gestión de la tecnología: es necesario un análisis sistemático de la tecnología para establecer las necesidades y el potencial tecnológico con el que cuentan las Universidades y los grupos de investigación. Este análisis debe identificar las tecnologías, tanto duras como blandas; establecer sus posibilidades y carencias, con el fin de definir el plan de desarrollo tecnológico.

Fortalecer la cultura de innovación en las universidades: para implementar una cultura de innovación se requiere que este proceso se lleve a cabo de manera natural atendiendo a los siguientes factores clave: **La construcción de un lenguaje** común sobre la innovación que permita claridad en el concepto, taxonomía, principios y herramientas lo asisten; **conformación de equipos responsable de los procesos de innovación** capaz de designar responsabilidades, establecer prioridades, generar sinergias y gestionar las iniciativas y procesos que surjan de las diferentes dependencias y grupos de investigación de la institución; **realización de procesos de capacitación continua** para toda la comunidad; **formulación de un modelo propio de innovación** que se convierta en la carta de navegación de la institución, acorde a las funciones estratégicas, **diseño de un sistema de incentivos** a la generación de ideas productivas con resultados de alto impacto; y **diseño de sistemas de seguimiento y evaluación de la innovación.**

Adopción de un Modelo para Fortalecer Relaciones de Largo Plazo: se propone trabajar en torno a dotación de medios electrónicos y recursos como medio para su funcionamiento; fomentar la participación de la comunidad académica a participar de las comunidades de práctica, valorar como tiempo de trabajo el tiempo que las personas invierten en las comunidades de práctica, y la formación en la creación y gestión de las mismas.

Definición de una estrategia para la gestión del conocimiento: las universidades deben establecer una estrategia adecuada de gestión del conocimiento que se articule con las políticas institucionales vigentes, de tal manera que se apliquen estrategias y habilidades gerenciales para compartir conocimiento, fortalecer las relaciones interinstitucionales, establecer la colaboración entre los investigadores, generar un clima propicio para el desarrollo de su creatividad, propiciar las competencias adecuadas y crear una estructura que les permita relacionarse con el entorno.

Recommendations

directed to Institutions of Higher Education (IHE),
research groups

To implement Strategic Management of Human Resources in research management: achievement, retention and development of human resources are necessary conditions for the generation and maintenance of STI processes in educational institutions in order to get satisfactory results.

To consolidate strategies aimed at strengthening the resources and research capabilities: the capability concept should not be understood simply as the training of human resources, it has a broader sense as a process through which the intellectual capital is acquired, maintained and expanded in order to meet the challenges posed by different areas of knowledge. The continuous updating of the institutional and national information system (CVLAC, GrupLAC, INSTITULAC), the management process, the certification of laboratories and technology management in research groups are imperative to strengthen research capabilities.

To include research results in curricula in undergraduate and graduate programs, as well as in class discourses: it is imperative that institutions adopt strategies for the production of groups to impact classes, either by citing authors in the development of courses or by encouraging discussions in different academic settings.

To improve the process of validation and certification of technological development and innovation products: this enhancement is required in order to highlight the University-Industry-State-Civil Society relationship, including the generation of new spin-off and technology-based companies.

To Encourage social appropriation of knowledge as part of the social responsibility of the University: the products of social appropriation of knowledge should aim at improving communication, with scientific evidence for decision-making among University, Industry, State and Civil Society in order for them to contribute in reducing the gap between production and use of scientific knowledge.

Technology management: it is necessary to count on a systematic analysis of technology in order to establish the needs and technological potential of universities and research groups. Such analysis should identify technologies, both hard and soft; and establish their capabilities and deficits to define the technology development plan.

To strengthen the culture of innovation in universities: the implementation of a culture of innovation demands that this process be carried out spontaneously and based on the following key factors: **the construction of a common language** about innovation that allows to clarify the concept, taxonomy, principles and tools involved; **the making of teams responsible for the innovation processes** and able to designate responsibilities, establish priorities, generate synergies and manage initiatives and processes that emerge from different units, departments and research groups of the institution; **the continuous training processes** for all the community; **the formulation of an own innovation model** that becomes a guidance for the institution, according to the strategic functions; **the design of an incentive system** for the generation of productive ideas as a high-impact result; and **the design of follow-up systems and innovation assessment**.

To adopt of a model to foster long-term relationships: it is recommendable to get resources and electronic media for effective operation; to encourage the participation of academic communities within communities of practice; to value the time people invest in the communities of practice as well as the their creation and management.

To define a strategy for knowledge management: universities should establish an appropriate knowledge management strategy that articulates with current institutional policies. Thus, the implementation of strategies and the development of management skills allow to share knowledge, strengthen inter-institutional relationships, establish collaboration among researchers, create an environment conducive to the development of their creativity, fostering the right skills and create a structure that allows them to interact with the environment.

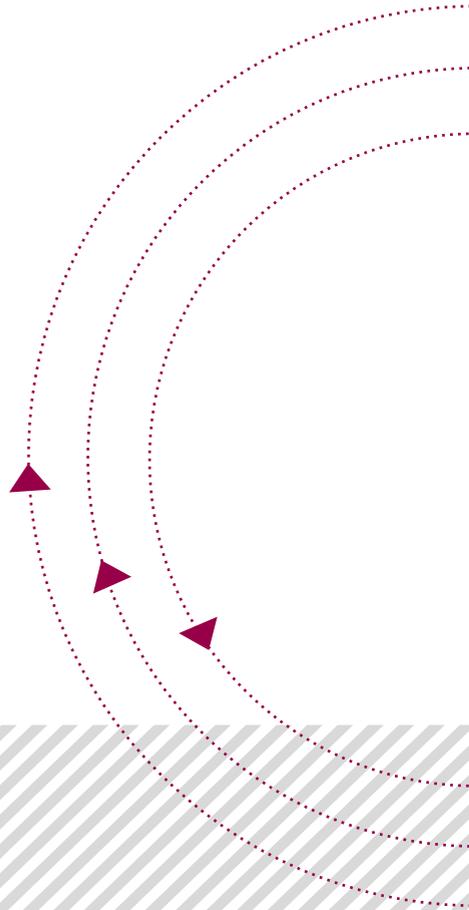
Referencias bibliográficas

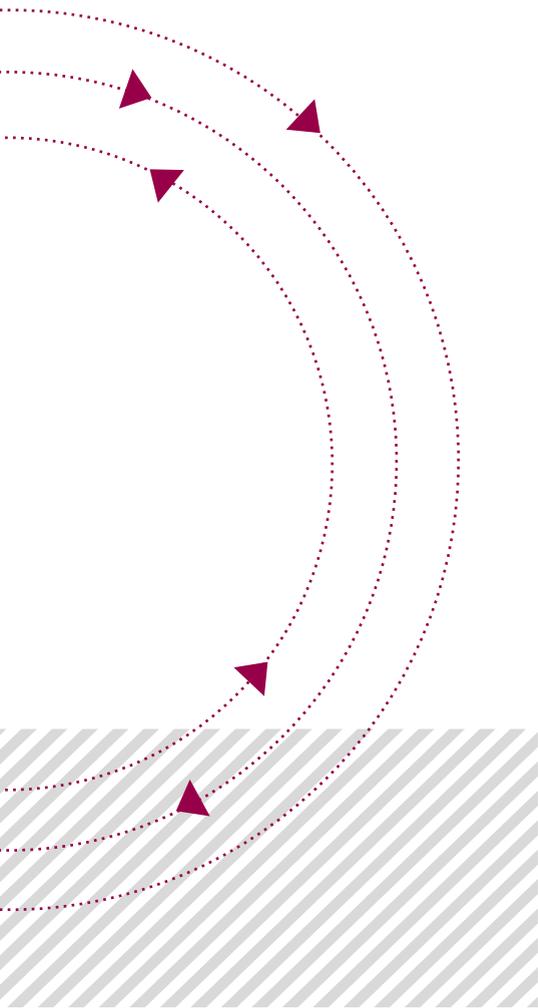
- Bueno, E. (1998). *El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual*. Boletín de Estudios Económicos, vol. 53, pp. 207 – 229.
- Colciencias (2009). *Ley 1289 de Ciencia, tecnología e innovación*.
- Davenport, T. (2000). *Capital humano: creando ventajas competitivas a través de las personas*. Madrid: Gestión 2000.
- Edvinsson, L. & Malone, M. S. (1998). *El Capital Intelectual. Cómo identificar y calcular el valor inexplorado de los recursos intangibles de su empresa*. Bogotá: Editorial Norma.
- KEONG, K. (2008). *Intellectual capital: definitions, categorization and reporting models*, Journal of Intellectual Capital, Vol. 9 Iss: 4, pp.609 - 638

- Navas, J. E. & Ortiz de Urbina, M. (2002). *El capital intelectual en la empresa: análisis de criterios y clasificación multidimensional*, Economía Industrial, No. 346, pp. 163-171.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y tecnología (2011). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2011*. Bogotá: Panamericana formas e impresos. 220 pág.
- Ordóñez de Pablos, P. (2004). *Measuring and reporting structural capital: lessons from European learning firms*, Journal of Intellectual Capital, vol. 5, pp. 629-647.
- Steward, T. (1997). *Intellectual Capital*. Nueva York: Doubleday.
- Sveiby, K. (1997). *The new organizational wealth*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers Inc.









Ingenierías



↑ ↔ 𐀀 𐀁

𐀂 ↔ 𐀃 𐀄

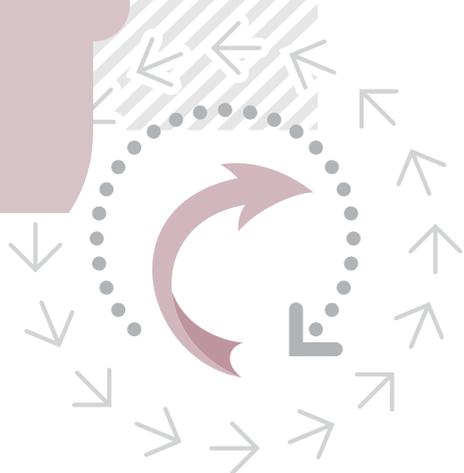
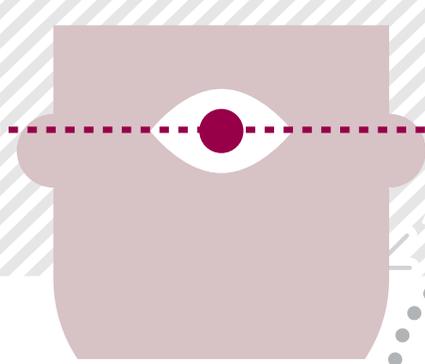
𐀅 ↔ 𐀆 𐀇

𐀈 ↔ 𐀉 𐀊

𐀋 ↔ 𐀌 𐀍

𐀎 ↔ 𐀏 𐀐

𐀑 ↔ 𐀒 𐀓



Aritmética evolutiva

Evolutionary arithmetic

Luis Alejandro Gómez Correa | Mg. en Ciencias, Matemática Aplicada
lagomez@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: Física y Matemática
con Énfasis en la Formación de ingenieros ■

Palabras clave: Sistema de numeración, sistema no posicional, sistema posicional, aritmética, algoritmo, operaciones aritméticas fundamentales.

Key words: Numbering system, non-positional system, positional system, arithmetic, algorithm, basic arithmetic operations.

Problema a resolver

La mayor parte de la educación matemática durante la primaria ha consistido, por muchos años, y consiste aún, en la enseñanza de los algoritmos para sumar, restar, multiplicar, dividir y extraer raíces cuadradas, mediante el sistema de numeración decimal. La sola exigencia de memorizar las tablas de multiplicar ha sido siempre, para la mayoría de la gente, una tarea tediosa, por decir lo menos. Los algoritmos se aprenden de un modo arduo y maquinal, en el cual la lógica interna que los sustenta, permanece por completo en la oscuridad. Por tal motivo la aritmética se convierte, para muchos, en un gran misterio, pero un misterio nada interesante que unas máquinas, unas tablas, o unas reglas pueden resolver por ellos. Por el mismo motivo, la aritmética se aprende de un modo superficial y los números se contemplan desde la estrecha perspectiva de un solo sistema de numeración, el cual ha permanecido en todo el mundo como un monolito inamovible por ya casi un milenio. Estoy convencido de que ese modo de enseñar la aritmética, pesado y superficial, es además contraproducente pues, con demasiada frecuencia, genera en los aprendices repulsión y aún temor por la matemática.

Por todo lo anterior creo que la educación matemática primaria adolece de un grave error cuyo origen reside en pasar por alto el hecho de que la aritmética mediante el sistema decimal no surgió por generación espontánea, sino que fue el fruto de varios miles de años de evolución del *Homo Sapiens*. Entender con profundidad ese sistema requiere un pensamiento demasiado elaborado para la mente de un niño normal.

Contexto del estudio

Un sistema de numeración es una forma de dar a los números expresiones simbólicas, para lo cual es necesario escoger un conjunto de símbolos, determinar la manera de disponerlos y definir reglas que permitan dar una interpretación única a cada arreglo formado con esos símbolos.

Los avances más significativos en la evolución de los sistemas de numeración se han producido por la necesidad de optimizar el uso de los símbolos en el sentido en que permitan manipular rangos cada vez más amplios de números utilizando, para ello, el menor espacio y el menor tiempo posibles.

El sistema de numeración decimal es tan sumamente elaborado y eficaz, que desde su introducción en Europa hacia finales del siglo doce, la humanidad no ha necesitado modificarlo en absoluto. Pero precisamente por ser tan elaborado, resulta demasiado complejo para permitir apreciar intuitivamente la naturaleza de los números y las propiedades de las operaciones que con ellos se pueden efectuar. Cuando los números se contemplan sólo a través del sistema decimal, aquellas propiedades resultan tan abstractas, que luego no es nada fácil entender

qué se puede y qué no se puede hacer cuando se manipulan los números. En el presente trabajo se reivindica, por entero, la intuición en el aprendizaje de la aritmética y se invita a reanimar la evolución de los sistemas de numeración.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a educadores en el área de las matemáticas básicas, especialmente aquellos que estén dispuestos a promover una reforma profunda en el modo de enseñar la aritmética y a sacar de su estancamiento a la evolución de los sistemas de numeración. Las recomendaciones también están dirigidas a investigadores en el área de la lingüística que estén dispuestos a reflexionar en la posibilidad de una unificación de las lenguas, basada en el uso de un alfabeto universal.

Los resultados del presente proyecto están consignados en un libro titulado *Bakadafa o Utopía aritméticolingüística*. Dado que su autor es un amante de la literatura y tenía la clara intención de difundir lo más ampliamente posible ideas que fueron el fruto de más de doce años de trabajo solitario, decidió dar al libro la forma de una colección de cuentos cuyos personajes poseen una particular obsesión por los números. Si el libro se lee sin ningún interés matemático, puede parecer tan solo una curiosidad literaria. Pero si el lector se deja contagiar de la obsesión de los personajes, encontrará un programa cuidadosamente elaborado para abordar el estudio de la aritmética y los sistemas de numeración, el cual parte de las ideas más elementales y evoluciona gradualmente hasta el punto en que permite entender el modo de manipular los números, por medio de sistemas que pueden considerarse más evolucionados aún que el sistema decimal.

Los símbolos que se usan en la exposición de dicho programa, constituyen un alfabeto silábico, y fueron diseñados para dar una clara idea de orden y para que fuesen particularmente fáciles de trazar. Cada símbolo representa una única sílaba compuesta por una consonante y una vocal. Si la colección de sílabas utilizables en una lengua para la formación de palabras se reduce a las que pueden ser representadas con dichos símbolos, la coherencia entre el habla y la escritura es perfecta, y adicionalmente cualquier combinación de símbolos que se yuxtapongan formando una hilera, puede ser perfectamente distinguida, tanto al ser escrita como al ser leída (cosa que no sucede en los alfabetos fonéticos cuando se escribe, por ejemplo, una hilera formada sólo por consonantes). Esto convierte a cada combinación de símbolos en una potencial palabra. Esta y otras características del alfabeto presentado en el *Bakadafa*, hacen que valga la pena considerar también la posibilidad de introducir mejoras sustanciales en las lenguas.

Recommendations

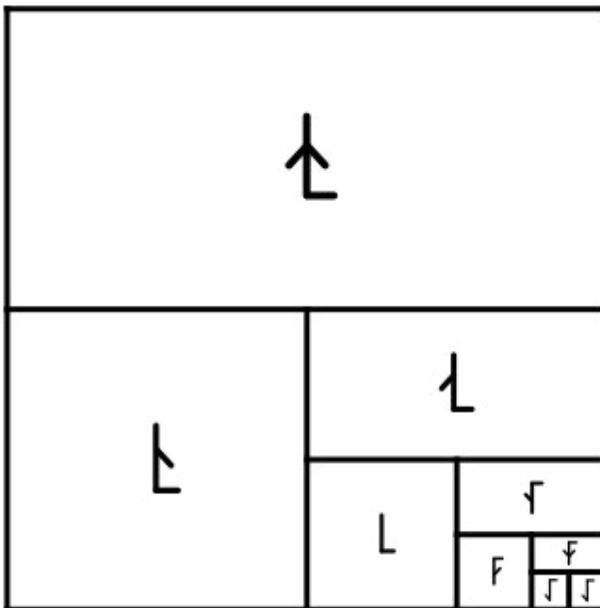
These recommendations are directed to teachers in the area of basic math, especially those who are willing to promote a deep reform in the way of teaching arithmetic and to evolve from number systems. The recommendations are also directed to researchers in the field of linguistics who are willing to reflect on the possibility of languages unification, based on the use of a universal alphabet.

The book entitled *Bakadafa o Utopía aritméticolingüística* is the result of this project. Its author is a literature lover and he had the clear intention to disseminate, as widely as possible, ideas that were the result of more than twelve years of solitary work, he decided to give the book the form of a collection of short stories whose characters have a particular obsession for the numbers. If the book is read without any mathematical interest, it may seem only a literary curiosity. On the contrary, if the reader gets obsessed by its characters, he will find a carefully crafted program to address the study of arithmetic and the numbering systems. It is based on the most basic ideas, and gradually it evolves to the point that allows the reader to understand how to manipulate the numbers, by means of systems which can be considered to be more evolved than the decimal system.

The symbols used in the presentation of the program are a syllabic alphabet, and they were designed to give a clear idea of order and to be particularly easy to trace. Each symbol represents a single syllable consisting of a consonant and a vowel. If the collection of syllables used in a language for the word formation is reduced to the ones that can be represented by these symbols, the coherence between speech and writing is perfect. In addition, any combination of the symbols juxtaposed to form a row can be perfectly differentiated, both in written or read ways (this is not the case in the phonetic alphabets when writing, e.g., a row made by consonants only). This makes each symbol combination a potential word. This and other alphabet features presented on *Bakadafa* make it worthwhile to consider the possibility of introducing substantial improvements in languages.

Referencias bibliográficas

- Barrow, John D. (1996). *La trama oculta del universo*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Ifrah, Georges (2000). *The Universal History of Numbers*. New York: John Wiley & sons.



1 ↔ 1 1
 1 ↔ 1 1
 1 ↔ L L
 L ↔ r r
 r ↔ f f
 f ↔ f f
 f ↔ f f

Imagen tomada del libro Bakadafa o Utopía Aritmeticolingüística, en el cual se presentan los resultados del proyecto Aritmética Evolutiva. Autor : Luis Alejandro Gómez Correa



Incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática, fase II

Incorporation of new technologies in the teaching of mathematics, phase II

Luis Alberto Toro Carvajal | PhD. en Ingeniería

E-mail: atoro@autonoma.edu.co

Francy Nelly Jiménez García | PhD. en Ingeniería

E-mail: francy@autonoma.edu.co

Hugo Hernán Ortiz Álvarez | Mg. en Enseñanza de la Matemática

E-mail: hhortiza@unal.edu.co

Jairo de Jesús Agudelo Calle | Mg. en Física

E-mail: jdjac945@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Física y Matemática con Énfasis en la Formación de ingenieros** ■

Palabras clave: *Sistemas cognitivos artificiales, Ciencias cognitivas, Enseñanza de las matemáticas, Matemática, Computadora, Solución de problemas, Ingeniería, Economía.*

Key words: *Artificial cognitive systems, Cognitive science, Mathematics teaching, Mathematics, Computer, Problem solving, Engineering, Economics.*

Problema a resolver

El proyecto “Incorporación de Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Matemática, Fase II” continuó con el análisis de las bases teóricas que fundamentan el uso de los Sistemas Cognitivos Artificiales en la enseñanza de las Matemáticas y su efectiva incorporación en los cursos de esta ciencia que se imparten en la Universidad Autónoma de Manizales por parte del Departamento de Física y Matemáticas.

Contexto de estudio

En la Primera Fase del proyecto referenciado y como parte de la estructuración desde la Educación Matemática de una concepción epistemológica sobre la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza aprendizaje, se hicieron importantes avances teóricos que fundamentan su incorporación en la enseñanza de la Matemática, se publicaron Artículos (Ortiz y Jiménez, 2006; Toro, 2007). Se elaboraron diferentes materiales de apoyo para profesores y estudiantes tales como: Libro de Matlab (Toro, 2009), libro de matemáticas básicas con Mathcad (Agudelo, 2013), tutoriales de ecuaciones diferenciales [Ortiz y Jiménez, 2010], libro simulación (Vargas, 2013), y se socializaron los resultados en el Departamento de Física y Matemáticas mediante un curso relacionado con las TIC y su incorporación a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Algo que resulta inherente a la computadora moderna es la interactividad que se puede lograr entre usuario y máquina. La palabra escrita y la portabilidad son atributos propios del medio impreso, mientras que: imagen, color, animación, movimiento y sonido lo son del medio audiovisual y de igual forma el procesamiento de datos es propio de la computadora. Además, en la computadora moderna se combinan todos estos atributos, la interacción con el medio y la posibilidad (si dispone de facilidades para ello) de acceso a diversas fuentes de información actualizada donde quiera que esta se encuentre, la cual determina en última instancia su utilización acertada en la enseñanza.

Se parte de la premisa de que siempre es posible vincular el uso de las TIC con cualquier tema de enseñanza; no obstante existen contenidos para los que es más conveniente incluir sistemas basados en computadora (profesionales o didácticos) mientras que con otros temas no resulta tan sencillo. También para algunos contenidos puede resultar conveniente el empleo de un recurso informático determinado, que a su vez no resulta apropiado para otras temáticas. En el caso de la Matemática; por ejemplo, se pueden encontrar varios asistentes matemáticos que cubren prácticamente todos los temas que son objeto de estudio en las carreras de Ciencias Técnicas. Sin embargo, en sentido general se pueden reducir estos puntos de vista a: enseñanza sobre computadoras

(computación como objeto de estudio), enseñanza usando computadoras y gestión educativa.

En la actualidad se observa la tendencia de atribuirle un importante papel al impacto que la tecnología por sí sola puede provocar en la motivación del alumno para aprender. Esto justifica que últimamente los sistemas hipermedia muestren muchas aplicaciones en el campo de la EAC aunque se pone de manifiesto la necesidad de que, además de los componentes tecnológicos, tales sistemas incluyan un componente pedagógico, del cual muchos carecen.

Modernizar la enseñanza de la Matemática significa, entre otros aspectos, destacar su enfoque funcional, su papel de modelo de la realidad, fortalecer las formas del pensamiento matemático, e introducir algunas contemporáneas, que no han estado representadas en la escuela: el pensamiento algorítmico, el probabilístico, el estadístico y los procedimientos de optimización; en este sentido las computadoras pueden significar un aporte importante.

Casi nadie considera que la Matemática es una forma de pensar, de enfrentar problemas, de resolver problemas (si aceptamos que pensar es en esencia resolver problemas), sin embargo, la aparición de la tecnología contemporánea ratifica cada vez más que la actividad distintiva del hombre es la resolución de problemas y que la matemática como actividad típicamente humana es esencialmente una actividad de pensamiento y no, una rutina o mecanismo que las máquinas pueden realizar (Villanueva, 2008).

Una vez que admitimos que la tarea de la enseñanza de la Matemática es la de formar el pensamiento matemático, surge la necesidad de precisar en qué consiste. Aunque esta pregunta no está contestada a satisfacción para todos los autores, consideramos que el pensamiento matemático consiste fundamentalmente en:

- Interpretar datos de la vida diaria y tomar decisiones en función de esa interpretación.

- Usar la Matemática en forma práctica desde simples sumas algorítmicas hasta análisis complejos (incluyendo estadísticos) y usar la modelación.

Poseer un pensamiento flexible y un repertorio de técnicas para enfrentarse a situaciones y problemas nuevos.

- Poseer un pensamiento crítico y analítico tanto al razonar como al considerar razonamientos de otros.

Es aquí donde nosotros consideramos que puede insertarse la computadora como una herramienta que contribuya a la formación de un pensamiento matemático.

Las investigaciones pedagógicas relacionadas con la utilización de la computadora en la enseñanza de la Matemática se centran fundamentalmente en la introducción de recursos informáticos que faciliten el proceso de cálculo numérico, gráfico y algebraico.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a docentes de matemáticas que orientan cursos en los primeros semestres de ingeniería y a docentes de matemáticas básicas que han tenido dificultades a la hora de pretender que los estudiantes se apropien adecuadamente de ciertos conceptos que son pilar fundamental en la creación y comprensión de ciertos modelos cotidianos.

- A la hora de abordar la enseñanza de cualquier concepto matemático es necesario tener en cuenta los obstáculos de aprendizaje derivados del estudio de las ideas previas de los estudiantes en relación a dicho concepto. Por ejemplo en la enseñanza de la potenciación, derivación, integración, etc. se deben tener en cuenta que no es suficiente definirlos sino que es necesario propender por la evolución conceptual teniendo en cuenta algunos obstáculos que interfieren en el aprendizaje como son: la fácil confusión de las propiedades de los exponentes cuando las deben aplicar en expresiones que tienen sumas y/o restas.

- Se requiere diseñar e incorporar actividades de aprendizaje y dar el tiempo y la prioridad que estas requieren para que se puedan lograr avances significativos en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Es claro que la simple repetición por parte de los docentes no es suficiente y que son los mismos estudiantes, guiados por los docentes, los que deben descubrir sus debilidades y trabajar en ellas para superarlas.

- Debe existir una intencionalidad clara a la hora de incorporar nuevas tecnologías en la enseñanza de la matemática, como el uso de software especializado; ya que un uso inadecuado puede generar efectos negativos limitando aún más la capacidad de análisis y solución de problemas.

Recommendations

These recommendations are directed to mathematics professors teaching in first semester of engineering and basic math teachers whose students have had difficulty learning certain concepts that are fundamental in the creation and understanding of certain daily models.

- When teaching any concept of math, it is necessary to take into account the students learning obstacles identified and studied from their previous ideas regarding the concept. For example, in teaching the concepts of potentialization, derivation, integration, etc. it should be noted that it is not enough their definition but it is necessary to move towards their conceptual evolution considering some obstacles that interfere with students learning process such as: the easy confusion of the properties of the exponents when applying expressions involving additions and/or subtractions.

■ Teaching Math demands to design and incorporate learning activities and give the time and priority that they demand in order to have significant advance in the students learning process. It is clear that the simple repetition by teachers is not enough, and the students, guided by teachers, are the ones who must discover their weaknesses and work to overcome them.

■ There must be a clear intention when incorporating new technologies such as the use of specialized software in teaching mathematics, because an improper use can have negative effects that limit the ability to analyze and solve problems.



Esta foto fue tomada a estudiantes de matemáticas en la sala de sistemas de la UAM®.

This photo was taken to math students in the UAM® systems room.

Autor/Author: Jairo de Jesús Agudelo Calle

Referencias bibliográficas

- Agudelo Calle, Jairo de J. (2013). *Matemáticas básicas con Mathcad*. Colección ingeniería y diseño. Editorial Universidad Autónoma de Manizales.
- Polya, George (1989). *Como plantear y resolver problemas*. Serie de Matemáticas. Editorial Trillas.
- Ortiz A., Hugo Hernán; Jiménez G., Francly Nelly. (2006). La demostración Elemento vivo en la Didáctica de la Matemática. *Scienti et Technica*, Año XII, Número 31.
- Ortiz Álvarez, Hugo H. y Jiménez García, Francly N. (2009). *Tutoriales de Matlab*.
- Schoenfeld, Alan H. *Toward a Theory of Teaching in context*. University of California Berkeley.
- Toro Carvajal, Luis Alberto (2007). Matemática, Ingeniería y Computadora. *Revista Educación en Ingeniería*. No 3, Acofi.
- Toro Carvajal, Luis A. (2009). *Una introducción a MATLAB para estudiantes de Ciencias e Ingeniería*, Gráficas Tizan Ltda.
- Toro Carvajal, Luis Alberto (2010). El Modelo Computacional -Representacional de la Matemática. *Revista Ánfora*, Año 17, Número 28.
- Vargas Sanchez, Jhon Jairo (2013). *Simulación con aplicaciones en Visual Basic*. Colección ingeniería y diseño. Editorial Universidad Autónoma de Manizales.
- Villanueva Armenteros, Yanet. (2008). *Nuevas tecnologías*. Universidad de las Ciencias Informáticas, Ciudad de la Habana, Cuba.





Diseño e implementación de unidades didácticas para la enseñanza de la física mecánica, empleando nuevas tecnologías

Design and implementation of didactic units for teaching physics mechanics using new technologies

Francy Nelly Jiménez García | PhD. en Ingeniería

E-mail: francy@autonoma.edu.co

Jairo de Jesús Agudelo Calle | Mg. en Física

E-mail: jdjac945@autonoma.edu.co

■ **Grupo de Investigación: Física y Matemática con Énfasis en la Formación de ingenieros** ■

Palabras clave: Ideas previas, unidades didácticas, nuevas tecnologías, enseñanza de la física

Key words: Previous ideas, didactic unit, new technologies, physics teaching.

Problema a resolver

La física es una de las ciencias que presenta mayor dificultad en su comprensión porque tiene un alto contenido conceptual, además de esto requiere una buena fundamentación en matemáticas ya que es su lenguaje por excelencia y supone habilidades para la experimentación. La dificultad del aprendizaje de la física se hace evidente por el bajo índice de aprobación de las asignaturas y por la prevención que manifiestan los estudiantes frente a su aprendizaje. En parte la razón de lo anterior se debe a la forma tradicional de enseñanza en la que un experto imparte una clase magistral sin tener mayor interacción con los estudiantes y sin emplear estrategias adecuadas, intencionadas y claramente diseñadas que den cuenta de los tres componentes antes mencionados.

Además de lo anterior, el continuo crecimiento de la ciencia y la tecnología genera nuevos retos a los docentes e investigadores en la enseñanza de la Ciencias entre ellas la física, no sólo en la actualización de los contenidos sino también en las herramientas metodológicas que deben emplearse para que los procesos de enseñanza y aprendizaje sean cada vez más eficientes, de tal forma que le permita a las próximas generaciones de ingenieros enfrentar retos y desempeñar un papel activo y decisivo en el desarrollo de la sociedad moderna.

Docentes de la UAM se han esforzado por innovar en el aula empleando diversas estrategias para enseñar la física tales como: uso de nuevas tecnologías, diseño de experimentos, desarrollo de proyectos, entre otras, las cuales han permitido observar una mayor motivación y un auto cuestionamiento del conocimiento adquirido por parte de los estudiantes. Sin embargo, estas innovaciones en el aula sólo tienen un efecto limitado y se observa que las ideas previas de algunos estudiantes en lo relacionado con algunos fenómenos físicos persisten en el tiempo aun después de la instrucción. Es necesario entonces tener en cuenta esas ideas previas de los estudiantes, que sirven como punto de partida, y trabajar sobre ellas para lograr la evolución conceptual empleando actividades de aprendizaje claramente diseñadas. Estas actividades pueden contener las innovaciones antes mencionadas que ayuden al estudiante a lograr el anhelado cambio conceptual.

Todo lo anterior pone de manifiesto la necesidad de diseñar e implementar nuevas estrategias de enseñanza de la física (como lo son las unidades didácticas) partiendo de las ideas previas de los estudiantes y que tengan en cuenta sus distintos estilos de aprendizaje, en las cuales, además, se haga uso de nuevas tecnologías de la información que favorezcan los procesos meta-cognitivos de los estudiantes.

Contexto del estudio

Una unidad didáctica se entiende como un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada (Tamayo et al, 2006). En otras palabras, es una secuencia de enseñanza “completa” en cuanto al desarrollo curricular de un objeto determinado como, por ejemplo, un tema o un proyecto (Cañal, 2000). Estas actividades de enseñanza deben estar organizadas y deben seguir alguna estrategia de enseñanza, es decir no son actividades dispuestas al azar sino bien orientadas. Las estrategias de enseñanza de una unidad se manifiestan a través de la lectura didáctica de las secuencias o ciclos de enseñanza que incluya la misma, identificando la naturaleza de las actividades puestas en juego e interpretando el significado o sentido de cada una de ellas en relación con el contexto de que forman parte (Neus SanMartí, 2008).

El aula, por ser un sistema definido por sus elementos y sus cambios, está en permanente construcción, sus elementos mantienen interacciones y organizaciones que permiten el análisis de contenidos y la secuencia de enseñanza. La organización se proyecta en estrategias de enseñanza definidas por tener sentido, finalidad y didáctica tal que permitan un buen clima de aula. Las actividades en general están dirigidas a: movilizar la información, organizarla y transformarla, y a expresar la información elaborada por los estudiantes. Es necesario concretar una metodología específica para el estudio de la organización y la dinámica que caracterizará a cada unidad concreta, en esta investigación se empleó la metodología 4 MAT.

La metodología 4 MAT es el resultado de la superposición de las descripciones de estilos de aprendizaje del modelo Kolb, que se basa en la suposición de la existencia de factores responsables de la generación de estilos de aprendizaje. De acuerdo con Kolb (1984), los estudiantes aprenden según la manera en que prefieren recibir la información por parte del profesor (preferencias de instrucción): por medio de la experiencia concreta, de la observación reflexiva, de la conceptualización abstracta y de la experimentación activa. McCarthy (2006), retoma el esquema de Kolb, agregando la información de las investigaciones sobre el cerebro dando como resultado el sistema 4MAT. El sistema 4MAT representa una combinación de preferencias, la cual resulta en un par de tendencias que describen cuatro cuadrantes, en el que cada uno se convierte en un estilo de aprendizaje. Cada cuadrante y su par de descriptores describen un conjunto de tendencias y preferencias que diferentes individuos pueden exhibir en sus intentos por aprender y enseñar.

Otro elemento esencial para esta investigación es el estudio de las ideas previas. Las ideas previas son aquellos preconceptos, producto de la experiencia personal, con los que una persona trata de explicar y entender su entorno. Existe

una gran variedad de evidencias que muestran que las ideas previas son muy difíciles de cambiar, e incluso en ocasiones perduran largos años de instrucción científica (Camarazza, 1981; Greca, 1997), además son independientes del nivel de enseñanza, de lo “brillante” que resulte el estudiante y de su procedencia. Los estudiantes llegan a las clases de ciencias con una gran variedad de ideas previas relacionadas con fenómenos y conceptos científicos a través de las cuales ellos mismos pueden explicarlos (Pozo, 1991; Wandersee, 1994). Estas ideas están presentes en todos los niveles, en las distintas edades, géneros y culturas; son implícitas, es decir, los estudiantes no son conscientes de ellas; incluso, para un mismo estudiante, estas ideas son contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes. Las ideas previas no se modifican tan fácilmente por medio de la enseñanza tradicional de la ciencia y por tanto es importante tener en cuenta el principio de Ausubel: “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (1986).

En el caso particular de la física mecánica se han realizado varios estudios acerca de ideas previas especialmente en el tema de fuerza, pero no tanto en lo relacionado con conceptos de cinemática a pesar de la importancia que estos tiene para quienes están comenzando en el estudio de la física.

Ya que las ideas previas están presentes en todos los procesos de enseñanza y aprendizaje deben ser un punto de partida para el diseño de actividades de aprendizaje en las cuales se busque que los estudiantes experimenten y discutan sobre un concepto o fenómeno para así contrastarlas, relacionarlas con los nuevos conocimientos y modificarlas gradualmente hasta equipararlas al conocimiento científico.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a docentes de enseñanza media y de nivel universitario de los cursos de física en general y en particular de la física mecánica. Además van dirigidas a docentes de ciencias básicas en general que han sufrido las dificultades para que los estudiantes se apropien adecuadamente de ciertos conceptos que son pilar fundamental en la comprensión de algunos fenómenos físicos.

1. A la hora de abordar la enseñanza de cualquier concepto físico es necesario tener en cuenta los obstáculos de aprendizaje derivados del estudio de las ideas previas de los estudiantes en relación a dicho concepto. Por ejemplo en la enseñanza de los conceptos posición, velocidad y aceleración se deben tener en cuenta que no es suficiente definirlos sino que es necesario propender por la evolución conceptual teniendo en cuenta algunos obstáculos que interfieren en el aprendizaje como son: la fácil confusión entre la velocidad y la aceleración, la complejidad para abstraer el concepto de aceleración, el uso del carácter

vectorial de dicho conceptos, el bajo nivel de abstracción a la hora extraer información de una cantidad física a partir del gráfico de otra y la necesidad de entender y diferenciar estos conceptos en situaciones prácticas.

2. Se requiere diseñar e incorporar actividades de aprendizaje y dar el tiempo y la prioridad que estas requieren para que se puedan lograr avances significativos en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Es claro que la simple repetición por parte de los docentes no es suficiente y que son los mismos estudiantes, guiados por los docentes, los que deben descubrir sus debilidades y trabajar en ellas para superarlas.

3. Cuando se incorporan nuevas tecnologías en la enseñanza como el uso de software especializado se debe tener una intencionalidad clara ya que un uso inadecuado puede generar efectos negativos limitando aún más la capacidad de análisis y solución de problemas.

4. Es importante incluir actividades de aprendizaje que den cuenta de los distintos estilos de aprendizaje como son: reflexivo, pragmático, teórico y activo ya que no todos aprendemos de la misma forma y además es necesario desarrollar distintas habilidades en los estudiantes.

Recommendations

These recommendations are directed to secondary school teachers and higher education professors who teach physics courses in general, and particularly mechanical physics. The recommendations are also directed to teachers of basic sciences whose students have had difficulties in adequately learning certain concepts that are fundamental in understanding some physical phenomena.

1. When teaching any concept of physics, it is necessary to take into account the students learning obstacles identified and studied from their previous ideas regarding the concept. For example, in teaching the concepts of position, velocity and acceleration the definition of the concept it is not enough, it demands to move towards conceptual evolution considering some obstacles that interfere in the learning process. These obstacles can be: easy confusion between speed and acceleration concepts, complexity for abstracting the acceleration concept, the vectorial character use of the concepts, low level of abstracting information of a physical quantity based on another graph, and the need to understand and differentiate these concepts in practical situations.

2. It is necessary to design and incorporate learning activities with the time and priority they demand in order to achieve significant progress in the students learning process. It is clear that the mere repetition by teachers is not enough, and the students are the ones who, guided by teachers, must discover their weaknesses and should work to overcome them.

3. There must be a clear intention when incorporating new technologies such as the use of specialized software in teaching because an improper use can have negative effects that limit the ability to analyze and solve problems.

4. It is important to include learning activities that consider different learning styles such as: thoughtful, pragmatic, theoretical and active styles because all students do not learn in the same way, and it is necessary to develop different skills in students.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Editorial Trillas,.

Camarazza, A., McCloskey, M. y Green, B. (1981). "Naive beliefs in 'sophisticated' subjects: Misconceptions about trajectories of objects". En: *Cognition*, 9, pp. 117-123.

Greca, I. M. y Moreira, M. A. (1997). "The kinds of mental representations-models, propositions and images-used by college physics students regarding the concept of field". En: *International Journal of Science Education*, 6, pp. 711-724.

Neus SanMarti (2000). "Diseño de Unidades didácticas". Capítulo 10. *Didáctica de las ciencias experimentales*.(pp 239-266). España. Editorial Marfil

us SanMarti. (2008). Universidad autónoma de Barcelona. "Diseño de Unidades didácticas" Capítulo 10. *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil, España.

Perales, F. J., y Cñal, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Editorial Marfil.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Editorial Morata.

Tamayo et all. (2006). "La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos mediante el uso de las tecnologías de información y comunicación". En: VIII Congreso de informática Educativa, Julio 12-14, Cali- Colombia.

Wandersee. J., J. Mintzes, and J. Novak. (1994). "Research on alternative conceptions in science". En: *Handbook of research on science teaching and learning*, ed. D. Gabel. New York: Simon & Schuster Macmillan. Pp. 177-210.



Fotografía tomada en el laboratorio de física de la UAM® durante la sustentación de proyectos.



Caracterización de las estrategias de producción sostenible en las empresas manufactureras de la región centro sur de Caldas

Characterization of sustainable production strategies in the manufacturing companies in the south central region of Caldas

Sandra Basante Bastidas | Candidata a Magíster en Administración de negocios

E-mail: sbasante@autonoma.edu.co

Yesid Forero | Esp. en computación para la docencia

E-mail: yforero@autonoma.edu.co

Carlos López | Esp. en Salud ocupacional

E-mail: francy@autonoma.edu.co

Olga Lucía Ocampo | Candidata Phd. en Ingeniería Automática

E-mail: jdjac945@autonoma.edu.co

Alex Mauricio Ovalle | Mg. en Creatividad e Innovación en las organizaciones

E-mail: movalle@autonoma.edu.co

Luis Perdomo | Mg. en Ciencias de ingeniería de materiales

E-mail: lperdomo@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial** ■

Palabras clave: Producción sostenible, estrategias de manufactura, sistemas de gestión, empresas manufactureras.

Key words: Sustainable Production, Manufacturing Strategies, Management Systems, Manufacturing Companies.

Problema a resolver

Existen factores fuertemente relacionados con la sostenibilidad que afectan la productividad y que deben considerarse en un contexto competitivo. Como lo afirman Porter & Kramer, (2011), la cadena de valor de la compañía es inevitablemente afectada por numerosos factores como son el uso de los recursos naturales, la eficiencia energética, las condiciones de salud y seguridad en el trabajo, el impacto ambiental, entre otros.

Las empresas permanecen atrapadas en el enfoque antiguo de creación de valor a corto plazo, haciendo caso omiso de las tendencias y de las influencias que determinan el éxito a largo plazo (Porter & Kramer, 2011): Bienestar de los clientes, empleados y proveedores, disponibilidad de los recursos naturales para sus negocios. Además de lo anterior carecen de un marco general para guiar estos esfuerzos y, la mayoría, continúan viviendo en una “responsabilidad social” en la que se resaltan los procesos sociales que están en la periferia y no en el núcleo.

Para lograr mejorar la competitividad, además de buscar una mayor productividad y eficiencia, se debe favorecer el desempeño económico de largo plazo. Para ello es preciso afrontar retos como el impacto del medio ambiente, las necesidades sociales y el buen gobierno corporativo (Consejo Privado de Competitividad, 2012).

Las empresas no sólo deben procurar por el uso y gestión eficientes de los recursos, buscando un enfoque preventivo que promueva una mayor responsabilidad ambiental, sino que deben comprometerse con la alineación de sus estrategias y operaciones teniendo en cuenta al medio ambiente, los estándares laborales y la ética corporativa (Consejo Privado de Competitividad, 2012).

Deben por tanto, considerar diferentes estrategias que permita mejorar la productividad, la competitividad y la sostenibilidad. Dichas estrategias son lineamientos que facilitan el funcionamiento y aprovechamiento de los elementos del sistema productivo; sin ellas se tienen consecuencias como (Miltenburg, 2005): altos costos del producto, subutilización del personal, inadecuado manejo de recursos, incumplimiento de los requisitos del cliente, defectos y desperdicios, falta de flexibilidad, bajos niveles de productividad, problemas legales, ambientales, entre otros.

Para el sector manufacturero no solo de la región sino de todo el territorio nacional, la competitividad y la productividad son problemáticas reales y actuales. Sin importar el desempeño, la búsqueda constante de mejores estrategias se convierte en una actividad imperante en los negocios; dado que si no se dan los pasos necesarios, se puede estar en riesgo o desventaja frente a los competidores.

En Caldas, el sector industrial, representa el 13,62% de la composición de valor agregada departamental; la región centro sur de Caldas, concentra el 85% de la

producción Industrial del Departamento (Centro de pensamiento en estrategias competitivas, 2012); dicho sector está sometido no sólo a las exigencias de mejora de la productividad y competitividad, establecidas en los planes de Desarrollo del departamento (Departamento Nacional de Planeación, 2007), sino también a las apuestas por el desarrollo sostenible. Por tanto, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las estrategias de producción sostenible de las empresas manufactureras de la región centro sur de Caldas? Los aspectos analizados que se desarrollan en dos fases, se presentan en la Figura 1.

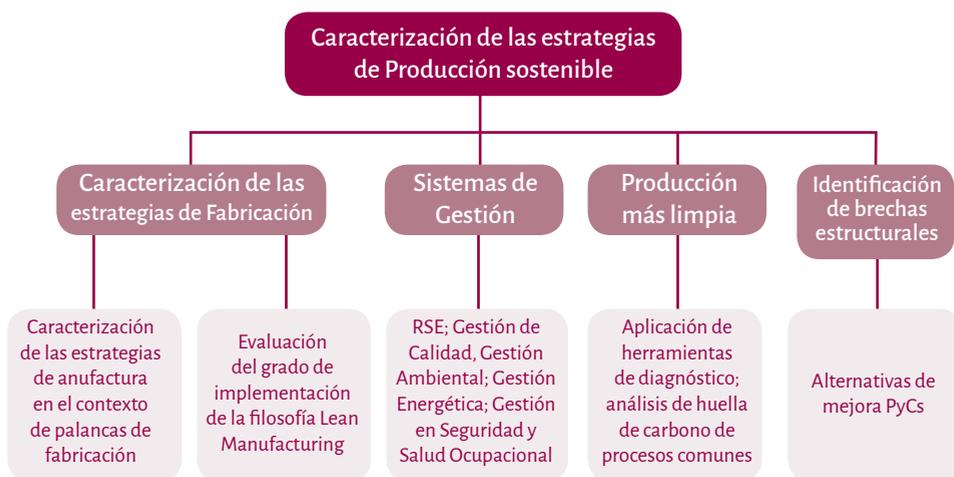


Figura 1. Aspectos Evaluados

Contexto del estudio

El consumo y la producción sostenibles implican el uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes durante todo el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones (Brundtland, 1987).

La Agenda 21, estableció el programa "Comercio y la industria" como uno de los nueve grupos principales para apoyar los esfuerzos comunes para el desarrollo sostenible. Con el fin de fortalecer el papel de las empresas fueron propuestos dos programas: Producción más limpia (PML) y Responsabilidad Empresarial. (UNDESA, 2004).

La PML considera que la contaminación y el agotamiento de recursos naturales constituyen un indicador de ineficiencias en la producción; en la medida en que estas ineficiencias son controladas, por implementación de herramientas de PML, los sectores obtienen beneficios económicos y ambientales. Sin embargo, la PML y la PyCS son conceptos complementarios y su efecto sobre los impactos ambientales y la competitividad, convierte a la PyCS en eje importante de las políticas tanto de desarrollo como ambientales (Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

La responsabilidad social empresarial (R.S.E.), es la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económico y ambiental por parte de las empresas, con el objetivo de mejorar su posición competitiva (Rochlin, 2005; Somoggi, 2005).

Las empresas son actores fundamentales para el cambio hacia Patrones de PyCS. Las iniciativas empresariales que promuevan la PyCS incluyen estrategias de gestión ambiental, eco-gestión en la cadena de suministro de gestión, gestión energética y programas de sostenibilidad y responsabilidad social corporativa. Sin embargo, la actividad empresarial no se limita sólo a la producción. Muchas empresas buscan una mejor disposición final de sus productos, modificando sus propiedades o promoviendo el consumo sostenible mediante la innovación (UNEP, 2012).

En el contexto competitivo actual y dadas las crecientes exigencias, se espera que las empresas apliquen los programas, metodologías y herramientas de la producción sostenible, de tal manera que se reduzca el impacto a lo largo del ciclo de vida.

Dichas estrategias involucran aspectos como la implementación de Sistemas de Gestión que son herramientas diseñadas para mejorar continuamente el desempeño organizacional mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad ISO 9001, entre otras disciplinas de gestión (ISO, 2008) como: ISO 14001-Sistemas de Gestión Ambiental, OSHAS 18001-Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional; ISO 22000-Sistemas de Gestión de Inocuidad de los Alimentos; ISO 50001- Gestión Energética, ISO 26000-Responsabilidad social empresarial; entre otras.

El sistema de gestión de la calidad está enfocado en el logro de resultados, en relación con los objetivos de la calidad, para satisfacer las necesidades, expectativas y requisitos de las partes interesadas, según corresponda (ICONTEC, 2008).

El Sistema de Gestión Ambiental es un instrumento de carácter voluntario dirigido a las organizaciones que quieran alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en el marco del desarrollo sostenible; se construye con base en acciones medioambientales y herramientas de gestión (ICONTEC, 2004).

El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST permite a las empresas controlar sus riesgos de seguridad y salud ocupacional; su

implementación y certificación permite ir más allá del cumplimiento de la legislación, con beneficios no sólo en la seguridad de los empleados y de todo el sistema productivo; sino que genera mayor confianza a clientes, proveedores, trabajadores y a la comunidad en general (ICONTEC, 2007).

El Sistema de Gestión de la Energía establece un marco para gestionar la energía en las plantas industriales, instalaciones comerciales u organizaciones. La ISO 50001 brinda los requerimientos para la gestión energética y es un marco de referencia para promover la eficiencia energética a través de la cadena de suministro y el manejo integrado de la energía en los sistemas de gestión integrados (ICONTEC, 2011; ISO, 2011).

La ISO 26000 (2010) es una guía en responsabilidad social diseñada para ayudar a las organizaciones a ir más allá del cumplimiento legal y contribuir al desarrollo sostenible. La ISO 26000 es una guía, no un estándar, que ayuda a comprender el término “responsabilidad social”, considerando siete aspectos principales: gobierno, derechos humanos, prácticas laborales, ambiente, mejores prácticas de operaciones, consumidores, comunidad y desarrollo.

Sin embargo, la implementación de estos sistemas sin una estrategia claramente definida no garantiza avances en la producción sostenible. En este sentido, se requiere de una estrategia de fabricación que es un plan a largo plazo para fabricar los productos. Este plan contribuye al logro de la estrategia empresarial, facilita las decisiones tácticas y operativas y define la secuencia de decisiones que se van a desarrollar a largo plazo. La estrategia de fabricación puede estar fundamentada en las prioridades competitivas, en el sistema de producción y en las palancas de fabricación (Miltenburg, 1995).

Una de las estrategias planteadas en el sector manufacturero colombiano que permita avanzar hacia la transformación productiva es Lean Manufacturing, que traduce “Manufactura Esbelta” y es considerado como un conjunto integrado de procedimientos y actividades diseñadas y desarrolladas con el objetivo de mejorar los sistemas de producción. Es utilizado como estrategia de mejora continua para lograr minimizar los desperdicios y los inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado. De allí la palabra “esbelta” que hace referencia, precisamente, a la empresa o proceso libre de ineficiencias o desperdicios y que funciona o se realiza con el mínimo de recursos (Cuatrecasas, 2011).

En este estudio se hizo la caracterización de las estrategias de producción sostenible de empresas localizadas en la región Centro sur de Caldas, siguiendo el esquema metodológico que se presenta en la Figura 1.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a empresarios, gremios, emprendedores, comunidad académica, investigadores.

La Fase 1 del estudio recomienda lo siguiente:

Estrategias de Fabricación: Formalizar la estrategia de manufactura en las Mypimes del sector de bebidas y alimentos puede permitir una mejor gestión y control de la producción y un mayor alineamiento con la estrategia corporativa. Es necesario mejorar la gestión y control tanto de la calidad como de producción en las empresas evaluadas.

Lean Manufacturing: Es importante enfocar la aplicación de las herramientas de Lean de una manera ordenada, empezando por la base que comprende el desarrollo de las personas y la estabilidad en los procesos mediante la estandarización y la mejora continua.

Sistemas de Gestión:

■ Sistema de Gestión de Calidad: existen brechas en la aplicación de los requisitos de las ISO 9001 en la Mypimes de los sectores de alimentos y bebidas, metalmecánico y textil confección evaluados, lo que implica un gran reto por parte de las empresas e instituciones pues la calidad es la base fundamental de la competitividad.

■ Sistema de Gestión Ambiental: la aplicación de estos sistemas en las pequeñas empresas es incipiente; es necesario avanzar en la toma de conciencia sobre la importancia de la conservación de medio ambiente.

■ Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo: se encontraron bajos niveles de implementación de este sistema en la pequeña empresa. Por otra parte, se evidencian debilidades en la ejecución de los programas en las grandes y medianas empresas. Es necesario seguir fortaleciendo este sistema para que haya una correspondencia entre lo planeado y lo ejecutado.

■ Sistema de Gestión de la Energía: los resultados de los casos de estudio analizados permiten evidenciar posibles acciones para reducir el consumo de energía. Es necesario implementar los indicadores de gestión de la energía propuestos, que facilitan la toma de decisiones en la organización en materia de energía.

Producción más Limpia: la aplicación de herramientas de diagnóstico de PML como Ecomapas y Ecobalances, permite identificar aspectos de mejora en las organizaciones evaluadas.

Recommendations

These recommendations are directed to employers, business associations, entrepreneurs, academic community, researchers.

Phase 1 of the study recommends the following:

Manufacturing Strategies: To formalize the manufacturing strategy in Mypimes of food and beverage sectors allows better management and production control, and alignment with corporate strategy. It is necessary to improve management and control of both quality and production of the evaluated companies.

Lean Manufacturing: It is important to focus the implementation of lean tools in order starting with people development and stability in the processes through standardization and continuous improvement.

Management Systems:

■ **Quality Management System:** There are gaps in the implementation of the requirements of the ISO 9001 in evaluated Mypimes of food and beverage, metalworking and textiles sectors. This situation implies a challenge for enterprises and institutions because the quality becomes the foundation of competitiveness.

■ **Environmental Management System:** the application of these systems in small businesses is emerging. It is necessary to become more aware of the importance of environmental conservation.

■ **Safety Management System and Occupational Health:** low levels of implementation of this system were found in small enterprises. On the other hand, weaknesses in the implementation of programs in large and medium enterprises were evident. It is necessary to further strengthen this system in order to get correspondence between planning and execution.

■ **System Energy Management:** the results of the analyzed case studies allow highlighting possible actions to reduce energy consumption. It is necessary to implement indicators of energy management that facilitate decision-making regarding energy organization.

Cleaner Production: the application of cleaner production (PML) diagnostic tools such as Ecomapas and Ecobalances allows identifying areas of improvement in the evaluated organizations.

Referencias bibliográficas

- Brundtland, G.H. (1987). *Our common Future*. Oxford, Oxford University Press.
- Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas. (2012). *Diagnóstico de temáticas CAF para Manizales*, Universidad del Rosario, Facultad de Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales, Bogotá.
- Cuatrecasas L. (2011), *Organización de la Producción y dirección de operaciones*. Ediciones Diaz de Santos. Madrid
- Consejo Privado de Competitividad (2012). *Informe Nacional de Competitividad 2011-2012*. Zeta Comunicadores. Bogotá.
- DNP. Departamento Nacional de Planeación (2007). *Agenda Interna para la Competitividad y la Productividad*. Caldas.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - (2004). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su uso*.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2008). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001. Sistemas de Gestión de la calidad requisitos*.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001. Sistemas de Gestión en seguridad y salud ocupacional requisitos*.
- ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2011). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 50001*. Bogotá.
- International Organization for Standardization (2010). *ISO 26000 – Social responsibility*.
- Miltenburg, J. (2005). *Manufacturing strategy: How to formulate and implement a winning plan*. Taylor & Francis inc. Portland.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible*. Bogotá D.C. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2010 Páginas: 71
- Porter & Kramer (2011). *Creating Shared Value*. Harvard Business Review. Pág 8 y 9.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs [UNDESA] (2004). *Johannesburg Plan of Implementation. Chapter 3. Changing unsustainable patterns of consumption and production*. Pág 7-10. Johannesburg. World Summit on sustainable development. Descripción: https://ssl.gstatic.com/ui/v1/icons/mail/images/clear_dot.gif





Análisis de los sistemas de programación de la producción en la gran empresa de la región centro sur de Caldas-Colombia

Analysis of production scheduling systems in big companies of the south central region of Colombia-Caldas

Yesid Forero Páez | Candidato a Mg. en producción y dirección de operaciones
E-mail: yforeo@autonoma.edu.co

Alex Mauricio Ovalle Castiblanco | Mg. en Creatividad e Innovación en las organizaciones
E-mail: movalle@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Diseño mecánico y desarrollo industrial** ■

Palabras clave: Programación de la producción, Sistemas Híbridos, MRP, JIT, TOC

Key words: Production scheduling, Hybrid systems, MRP, JIT, TOC.

Problema a resolver

Tener una proyección acerca de la presente investigación da la posibilidad de centrarse en la importancia que tiene, ya que un buen y adecuado sistema de programación de la producción en una empresa, indica la forma en que esta va a competir en el mercado; del mismo modo representará la capacidad de adaptarse a la demanda y a las exigencias del consumidor. (Castro, C. y Vélez, M., 2002).

Uno de los retos de la administración de una empresa es el establecer la clase de sistema de programación más acorde para su organización, debido a que de acuerdo al sistema elegido, la empresa se comportará y de ello dependerá el funcionamiento de la misma. Es así, como la selección del sistema depende de la estrategia manufacturera que orienta a la empresa y del tipo de configuración productiva que posea. (Castro, C. y Vélez, M., 2002) Una estrategia de manufactura o un output de fabricación según Castro y Vélez (2002) es: “(...) la directriz de fabricar mejores artículos, en una variedad más amplia, a menor costo y a gran velocidad.” La implementación de un método de programación y control de la producción trae consigo muchos beneficios para la empresa en la cual se ejecute, basado en los cambios que se pueden presentar a través de su desarrollo. Una de las ventajas de mayor relevancia es el costo beneficio con el cual se puede alcanzar una mayor productividad. Además de lo anterior se podría lograr un mayor impacto en el mercado potencial en el que la empresa se desempeña. En dicho mercado podría lograrse una mayor cobertura del mismo, pues reduciría los faltantes para el consumidor final, satisfaciendo las diferentes necesidades del cliente teniendo en cuenta la diferenciación con respecto a la competencia.

Contexto del estudio

Para Riggs y Calvet (2007) un sistema de producción es el proceso de diseño mediante el cual los elementos son transformados en productos útiles. Ibarra y Sarache (2008) por su parte, enmarcan los sistemas de producción como una interacción de subsistemas que reciben insumos y entregan bienes y servicios que generan impactos en la sociedad. Esto conlleva a que cada día aparezcan sistemas cada vez más complejos, y la necesidad de la creación de instrumentos administrativos capaces de controlarlos. Gaither y Frazier (2002) definen dos enfoques principales en los sistemas de producción: uno referido al proceso y el otro al producto. El primero, encaminado al proceso o función, se caracteriza por la alta utilización del equipo, el segundo, se desarrolla dependiendo del tipo de producto elaborado y de las necesidades que este exija.

Hayes et al. (1988) plasmaron sus hallazgos en una representación gráfica conocida como la matriz producto–proceso, que fue adaptada por Miltenburg

(1996), en donde se muestra la relación que existe entre el volumen de productos y la configuración productiva utilizada, a mayor volumen menor flexibilidad de producción.

Es por eso que las empresas determinan su estrategia de producción según el tipo de proceso, cantidades de productos y variaciones de demanda que se presentan. De este modo tienen lugar diferentes visiones acerca de la programación de la producción que se adaptan a éstas características de mercados exigentes y cambiantes, como son el caso del justo a tiempo (JIT) que según Chase et al. (2009) es una filosofía que considera el diseño del producto, del proceso, equipos, manejo de materiales, aseguramiento de la calidad, diseño del trabajo y mejoras en la productividad, para producir lo que es necesario, cuando es necesario y en la cantidad necesaria. Para Blackburn (1991) su principal objetivo es reducir de extremo a extremo el tiempo en la industria manufacturera. En la actualidad el sistema de producción justo a tiempo no sólo enfatiza sus esfuerzos en el área de manufactura, sino que puede aplicarse en cualquier parte de la cadena de suministros (Sipper y Bulfin, 2005).

Otra teoría utilizada frecuentemente por las organizaciones es la de las restricciones (TOC) definida por Escalona (2003) como: Conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa-efecto para entender lo que sucede y con base en ello encontrar maneras de mejorar, basada en los procesos multitarea, en el que todo se mueven a la velocidad del paso más lento. Dicha teoría basa la programación de la producción teniendo en cuenta las restricciones del sistema conocidas como cuellos de botella que para Goldratt y Cox (2003) no son otra cosa que recursos cuya capacidad es igual o inferior a la demanda que se aplica sobre ellos. Umble y Srikanth (1995) encuentran que existen varios tipos de restricciones como lo son las de mercado, materiales, capacidad, logística, administrativas y hasta conductuales que interfieren directamente en el desempeño de la organización.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a los gremios industriales y demás organizaciones que cuenten con procesos productivos que impliquen configuraciones productivas, la academia y grupos de investigación que se enfoquen en el área de la producción.

La Figura 1 consolida la información referente a la forma como las empresas programan su producción. Hay participación de agentes externos entre los que vale destacar a los departamentos comerciales como los que asumen el rol de programar las cantidades para satisfacer las demandas. En todas las empresas del estudio se reúnen los departamentos comerciales con los de producción, logística y compras, con el fin de determinar las necesidades de producción y examinar las existencias con las que se cuenta en las bodegas de la empresa.



Figura 1. Flujograma programación de la producción.

Fuente: Elaboración propia

Es de destacar que aunque 5 de las 13 empresas han adquirido software especializados para programar la producción, lo que equivale a un 38,5% de las empresas objeto de estudio, el restante porcentaje de empresas acude a aplicativos desarrollados internamente en las organizaciones sobre formatos básicos de Excel®. Lo anterior se debe, en gran medida, a la facilidad de manejo, costo y adaptabilidad que tienen los “aplicativos de desarrollo casero”.

En la figura 2 se puede apreciar cuál es la filosofía de programación más utilizada por las organizaciones del estudio.

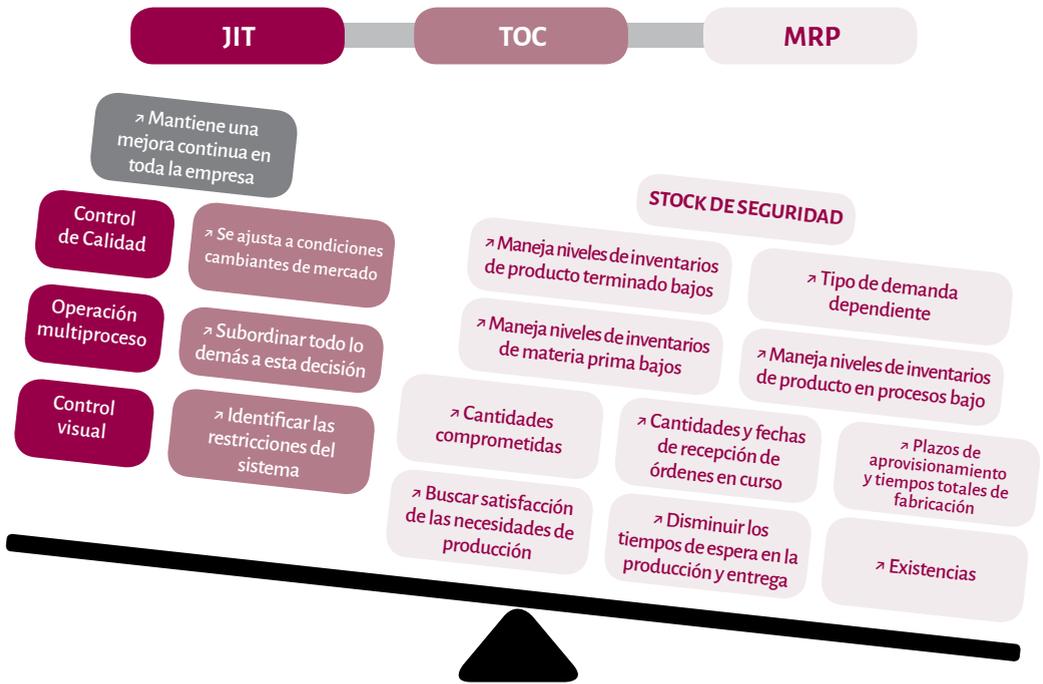


Figura 2. Características de las filosofías de producción.
Fuente: Elaboración propia

Recommendations

These recommendations are directed to the industrial associations and other organizations with production processes involving production settings, academia and research groups that focus on the area of production.

Figure 1 shows information regarding the way companies schedule their production. External agents participate and the commercial departments are highlighted due to their role of scheduling quantities to fulfill the demands. In all the studied companies the commercial departments meet with production, logistics and purchasing departments in order to determine production needs, and to examine existing stocks of the company.



Figure 1 Production scheduling flowchart. Source: Own proposal.

It is noteworthy that although 5 out of the 13 companies have had specialized software for production scheduling, which corresponds to 38.5% of the companies under study, the other companies use internally developed applications in organizations on basic Excel® formats. This is due to the easy use, cost and adaptability of the "home applications development."

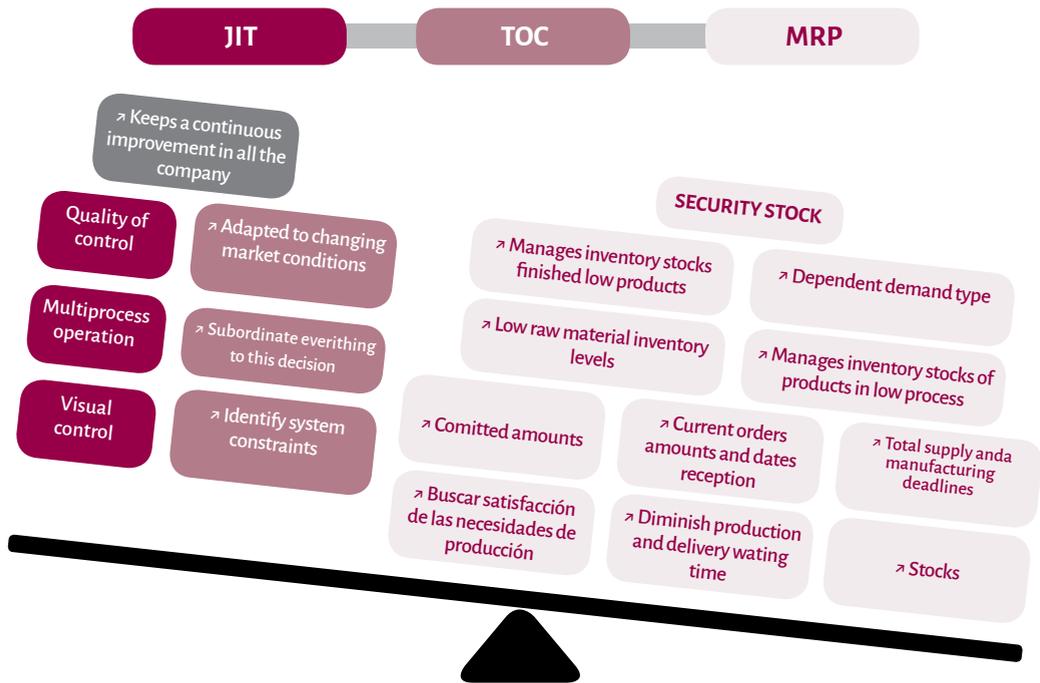


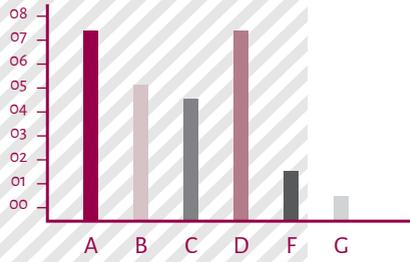
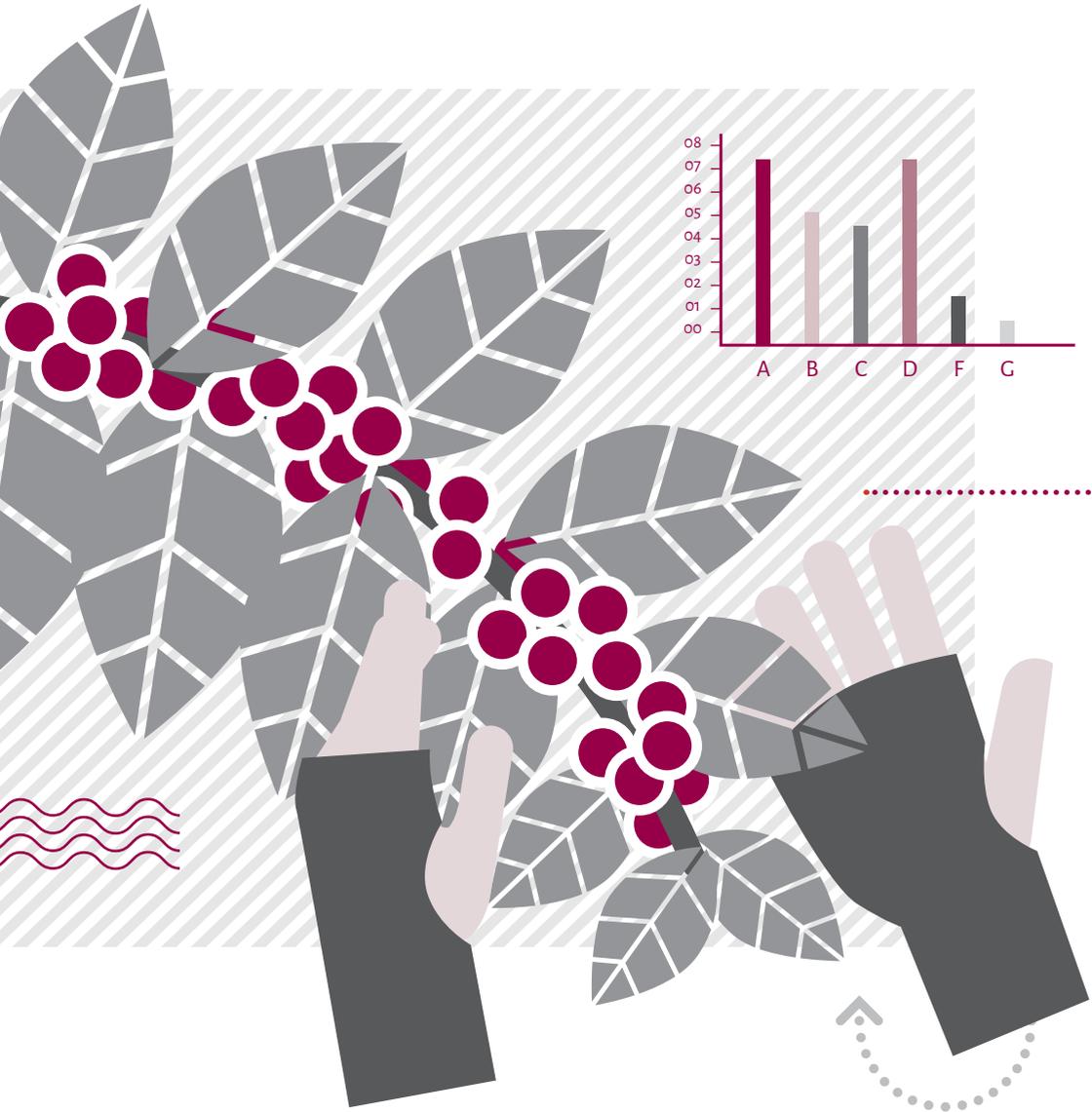
Figure 2. Production philosophy features. Source: Own proposal

Referencias bibliográficas

- Blackburn, J. (1991). "Time based competition". The next battleground in America manufacturing, Business One Irwin, Homewood, IL.
- Castro, C. y Vélez, M. (2002). "Modelo para la selección de un sistema de programación de la producción, un enfoque estratégico". En: *Revista Universidad EAFIT*. No. 128. Octubre, Noviembre, Diciembre. pp. 23-32.
- Chase, R., Aquilano, N. y Jacobs, F. (2009). *Administración de Producción y Operaciones*, duodécima edición. México: McGraw Hill.
- Escalona, I. (2003). *Teoría de restricciones*. Disponible on line en : <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpZkEVupAugeCVzSSN.php>
- Gaither, N. y Fraizer, G. (2002.) *Administración de producción y operaciones*. 8th ed. Thomson Editores. Buenos Aires.
- Goldratt, E. y Cox, J. (2003). *La meta, un proceso de mejora continua*. 2th ed. México: Ediciones castillo.

- Hayes, R., Wheelwright, S & Clark, K. (1988). *Dynamic manufacturing. Creating the learning organization*, the Free Press, New York.
- Miltenburg, J. (1996). *Estrategia de Fabricación.: Como formular e implementar un plan competitivo*. Productivity Press. Portland.p19.
- Riggs, J. y Calvet, R. (2007) *Sistemas de producción: Planeación, análisis y control*. 3th ed. México: Limusa S.A, pp. 29-34.
- Sipper, D. y Bulfin, R (2005) *Planeación y control de la producción*. 1th ed. México: Mac Graw Hill.
- Ibarra, S y Sarache, W. (2008) “Dirección de la producción: su papel estratégico en la productividad”, En: Becerra, F.(2008) *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*.1th ed. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Umble, M. y Srikanth, M. (1995) *Manufactura sincrónica.: Principios para lograr una excelencia de categoria mundial*.1th ed. CECOSA, Mexico .pp. 61-62.





Estudio de métodos y tiempos en la cosecha manual de café con canguaro 2M

Methods and times study of manual coffee harvest with canguaro 2M

Alejandro Arroyave Díaz | Ingeniero Industrial

E-mail: alejon05@hotmail.com

Katherine Salazar Ospina | Ingeniera Industrial

E-mail: Kathesalazar17@gmail.com

Alex Mauricio Ovalle | Mg. en Creatividad e Innovación en las organizaciones

E-mail: francy@autonoma.edu.co

Olga Lucía Ocampo | Candidata Phd. en Ingeniería Automática

E-mail: francy@autonoma.edu.co

Carlos Eugenio Oliveros Tascón | PhD en Ingeniería Agrícola

E-mail: Oliveros@cafedecolombia.com

Cesar Augusto Ramírez Gómez | Mg. Desarrollo sostenible y medio ambiente

E-mail: francy@CesarA.Ramirez@cafedecolombia.com

■ **Grupo de Investigación: Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial**

Palabras clave: Sistema de captura de movimiento - Diagrama Bimanual, Ingeniería de Métodos, Puesto de trabajo.

Key words: motion capture system, bimanual diagram, engineering methods, work stations.

Problema a resolver

El proceso de recolección de café en Colombia es una labor manual en la que solo se desprenden los frutos maduros, fruto por fruto, una de las razones más importantes (Vélez, 1999), por las que el café colombiano sea catalogado como el café más suave y de mejor calidad del mundo (ICO, 2014).

La cosecha se realiza en forma manual dadas las dificultades de la topografía, la falta de uniformidad en la maduración de los frutos (efecto del clima) y la carencia de tecnologías alternas (Gomez, 2005). Por estas características tiene una alta participación en los costos de producción, alrededor del 40% (Oliveros, 2011). En consecuencia es una etapa decisiva en el negocio de la empresa cafetera.

El rendimiento de un recolector de café depende de factores como la técnica que utilice, las condiciones de trabajo y su motivación, y de factores atribuibles a la plantación, como la oferta y la distribución de los frutos maduros por recolectar, y la altura de los árboles, entre otros (Fundación Manuel Mejía, 2010). Una excelente recolección es la que concilia estos cuatro indicadores (calidad, eficiencia, eficacia y pérdidas) y permite una optimización de todos los recursos empleados en ella (Oliveros, 2011).

El Centro Nacional de Investigaciones de café (CENICAFÉ), con el fin de adaptar herramientas adecuadas y eficientes al proceso de recolección de café, en el 2010 presentó el CANGUARO 2M, herramienta diseñada con unas mangas unidas a un bolso sujeto a la cintura, el cual permite recolectar los frutos, evitando la pérdidas por frutos caídos al suelo (Figura 1).



A través de la utilización de esta herramienta se logró una mejora en algunos indicadores de cosecha, pero no se obtuvieron mayores rendimientos en comparación con el sistema tradicional (Oliveros-Tascón, Ramírez-Gómez, Sanz-Uribe, Fúel-Tobar, & Buenaventura, 2010).

De acuerdo con esta situación, se identificó la necesidad de un estudio de métodos enfocado a la aplicación actual del Canguaro 2M, con el fin de poder establecer el método estándar para la recolección, empleando esta herramienta.

El grupo de Poscosecha de CENICAFÉ solicitó el apoyo del grupo investigación de Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial de la Universidad Autónoma de Manizales para realizar este estudio de métodos. Los grupos, en conjunto, solicitaron el apoyo a COLCIENCIAS mediante la convocatoria de Jóvenes Investigadores, que aprobó dos jóvenes para la ejecución de dos proyectos titulados: “Análisis de métodos de recolección de café con el uso del Canguaro 2m y su impacto en la productividad” y “Estandarización de los tiempos de recolección de café aplicando técnicas de ingeniería de métodos”

Contexto del estudio

En el cultivo de café se utilizan principalmente dos métodos de recolección: *picking* y *stripping*, según la forma como se realiza la etapa de desprendimiento de los frutos del árbol (Isaza-Gil, Montoya-Restrepo, Vélez-Zape, & Tascón-Oliveros, 2006; Coffee Research Institute, 2006; Lavazza, 2014).

El método *picking*, empleado en Colombia, es completamente manual, la recolección se hace fruto a fruto, lo que permite recoger únicamente los frutos maduros y dejar los demás para una recolección posterior. La calidad obtenida por el sistema manual es muy superior. Sin embargo, los costos son mayores.

Para esta recolección manual se han empleado diferentes herramientas (Vélez, 1999; López-Fisco et al., 2008; Oliveros-Tascón & Sanz-Uribe, 2011), la más tradicional es el coco plástico. Sin embargo, los desarrollos tecnológicos de CENICAFÉ han generado una serie de dispositivos como el “Canguaro 2M” para asistir a la cosecha manual de café.

El Canguaro 2M es una herramienta conformada por dos mangas que se fijan a las manos del recolector, las cuales conducen los frutos desprendidos a un morral donde son temporalmente almacenados (Ramírez-Gómez et al., 2011).

Por otra parte, para el control del proceso de recolección, CENICAFÉ ha propuesto una serie de indicadores de cosecha que permite una optimización de los recursos empleados en el proceso; estos indicadores se describen en la Tabla 1 (Vélez et al., 1999).

Tabla 1: Indicadores de cosecha

Indicador	Medida en la recolección
Eficiencia	Kilogramos de café recolectados por unidad de tiempo
Eficacia	Número de frutos maduros no recolectados o no recolectados
Calidad	-Porcentaje de frutos maduros en la masa cosechada - Porcentaje de frutos verdes en la masa cosechada
Pérdidas	- Número de frutos verdes caídos al suelo mientras se cosecha un árbol

Fuente: Adaptado de (Vélez et al., 1999)

El estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café (Vélez-Zape, Montoya-Restrepo, & Oliveros-Tascón, 1999) estableció los antecedentes de los indicadores de cosecha del proceso de recolección con el método tradicional. Por otra parte, establecieron los micro-movimientos o *therbligs* realizados con las manos para la selección de frutos que permitieron el desarrollo de un método mejorado de recolección.

Este proyecto complementa el estudio anterior, abordando las técnicas de Ingeniería de Métodos que buscan un incremento en la productividad de las operaciones, mediante el Estudio de tiempos y movimientos (Durán F., 2007).

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a la Federación Nacional de Cafeteros, CENICAFE, Empresas dedicadas al beneficio del café, Fincas cafeteras, caficultores y recolectores de café a nivel país.

La herramienta Canguaro 2M presenta ventajas frente al sistema tradicional. Los indicadores de calidad y eficacia son significativamente mayores; mientras que son menores los indicadores de pérdidas. Por otra parte, no se evidencian diferencias significativas en los indicadores de rendimientos. Estos resultados demuestran que es importante una mayor difusión de los beneficios de emplear el Canguaro.

Tabla 2: Nivel de significancia por método de recolección

Indicador	Prueba T	Prueba U
Eficiencia	-	-
Eficacia	0,020*	0,038*
Calidad	0,040*	0,042*
Pérdidas	0,000*	0,000*

Como toda nueva herramienta, se requiere un entrenamiento en el método estándar para su uso:

- Los movimientos en el surco deben realizarse por el método circular.
- El movimiento en el árbol debe realizarse en dos etapas; la primera de la mitad hacia arriba y la segunda de la mitad hacia abajo.
- Los movimientos en las ramas del tronco hacia afuera
- El recolector debe ejecutar el ciclo básico de recolección con el Canguaro 2M compuesto por los micromovimientos 1) Buscar-Seleccionar, 2) Alcanzar, 3) Tomar, 4) Soltar-Carga. Se requiere entrenamiento para eliminar los micromovimientos 5) Soltar a la palma, 6) Sostener, 7) Mover, que son heredados del sistema tradicional y que deberían eliminarse con esta herramienta.

Para tal efecto, se recomienda un entrenamiento y difusión de este método con el servicio técnico de la FNC.

Recommendations

These recommendations are directed to National Federation of Coffee Growers, CENICAFÉ, coffee processing companies, coffee farms, farmers and coffee pickers at country level.

The tool Canguaro 2M has advantages over the traditional system. Quality and efficiency indicators are significantly higher; while indicators of losses are lower. On the other hand, there are not significant differences in performance indicators. These results demonstrate that greater dissemination of the benefits of Canguaro 2M use is important.

Table 2: Significance level of picking method

Indicator	Test T	Test U
Efficiency	-	-
Efficacy	0,020*	0,038*
Quality	0,040*	0,042*
Losses	0,000*	0,000*

As any new tool, it demands training in the standard method for using it:

- The movements in the furrow must be made by the circular method.
- The movement in the coffee plant should be performed in two stages. The first goes upwards and the second downwards.

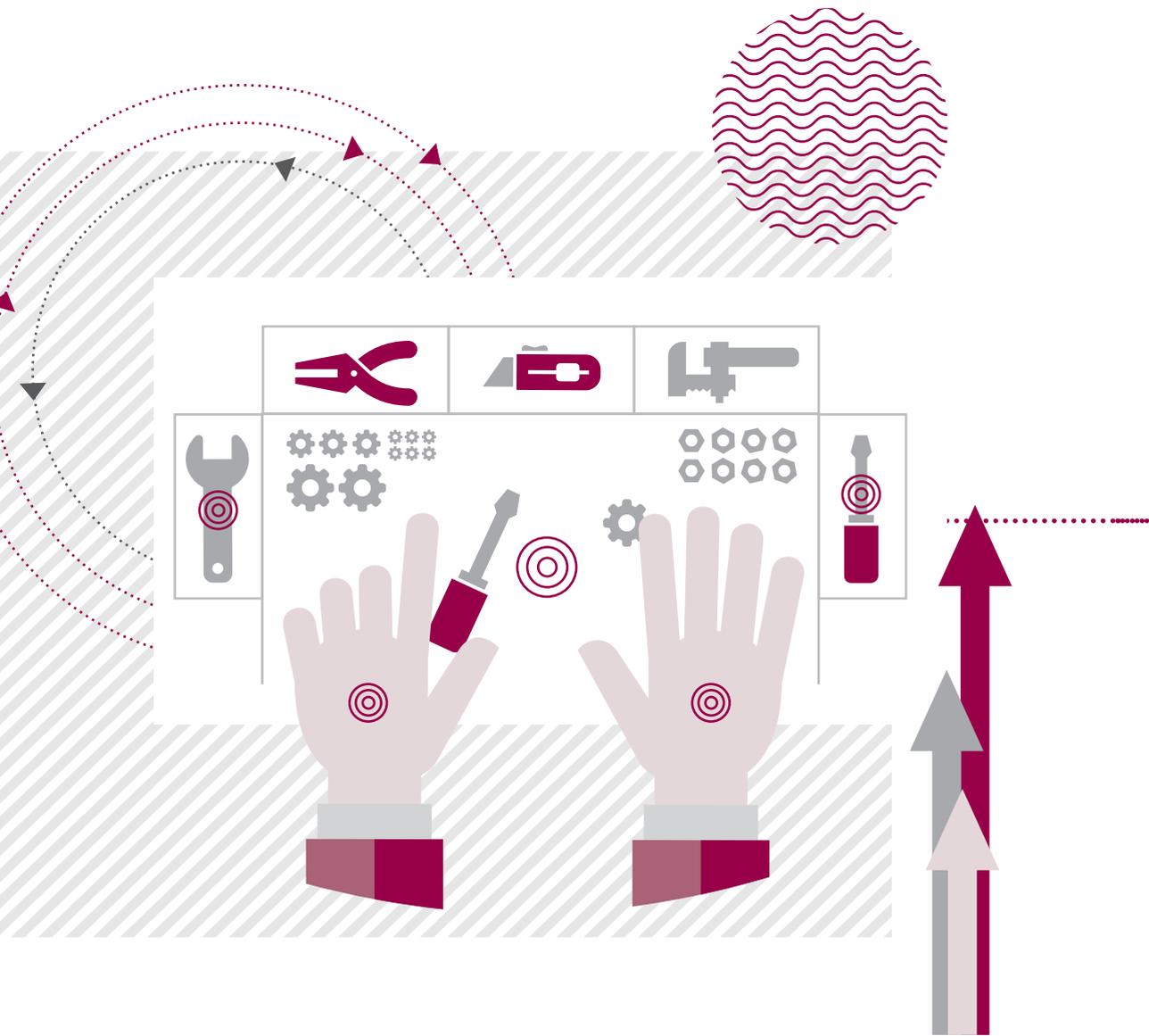
- The movements in the stem branches should be made outwards.
- The coffee pickers should run the basic picking cycle with Canguro 2M by micromovements 1) search-select, 2) reach, 3) pick, 4) drop-load. Training is required to eliminate micromovements 5) release to the palm, 6) hold 7) move. These are inherited movements from the traditional system and they should be eliminated with this tool.

For this purpose, training and dissemination of this method with FNC technical service is recommended.

Referencias bibliográficas

- Vélez-Zape, J. C., Montoya-Restrepo, E. C., & Oliveros-Tascón, C. E. (1999). *Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual de café*. Chinchiná, Caldas: CENICAFE.
- International Coffee Organization. (2014). *Estadísticas Comerciales*. Disponible en: www.ico.org/ES/trade_statistics.asp
- Oliveros-Tascon, C. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2011). "Ingeniería y Café en Colombia". *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes* (33), pp. 99-114.
- Fundación Manuel Mejía. (2010). *¿Cómo debo realizar el beneficio del café en la finca para conservar al calidad del grano?* Chinchiná: Caldas.
- Oliveros-Tascón, C. E., Ramírez-Gómez, C. A., Sanz-Uribe, J. R., Fuel-Tobar, S. M., & Buenaventura, J. D. (2010). *Investigación Participativa IPA-2010. Cosecha Manual asistida. Proyecto Canguro 2M*. Chinchiná, Caldas: CENICAFÉ.
- Isaza-Gil, L. E., Montoya-Restrepo, E. C., Vélez-Zape, J. C., & Tascón-Oliveros, 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.
- Lavazza. (2014). *Lavazza*. Obtenido de Coffee Passion: http://www.lavazza.com/en/coffee-passion/our-coffee/coffee_harvest/
- López-Fisco, H. A., Ramírez-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*, 4(59), 283-294.
- Ramírez-Gómez, C. A., Buenaventura, J. D., Oliveros-Tascón, C. E., & Sanz-Uribe, J. R. (2011). *Informe Final. Cosecha manual asistida con Canguro 2M*. Investigación Participativa ING-0175-IPA. Chinchiná, Caldas: Cenicafe.
- Durán, F. A. (2007). *Ingeniería de Métodos. Globalización: Técnicas para el manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones fabriles, de Servicios y Hospitalarias*. Guayaquil, Ecuador.





Implementación de un sistema de captura de movimiento de bajo costo para el análisis de tiempos y movimientos en puestos de trabajo

Implementation of a low-cost motion capture system for analyzing times and movements in work stations

Alex Mauricio Ovalle Castiblanco | Mg. en Creatividad e Innovación en las organizaciones
E-mail: movalle@autonoma.edu.co

Carlos Alberto Vargas Sánchez | Ingeniero Industrial
E-Mail: cvargas@autonoma.edu.co

Héctor Andrés Tinoco Navarro | Mg. en Ingeniería Mecánica
E-Mail: htinoco@autonoma.edu.co

María Juliana Cardona Márquez | Especialista en dirección de producción y operaciones
E-mail: maju.cardona@gmail.com

■ Grupo de Investigación: **Diseño mecánico y desarrollo industrial** ■

Palabras clave: Sistema de captura de movimiento - Diagrama Bimanual, Ingeniería de Métodos, Puesto de trabajo.

Key words: Motion capture system, bimanual diagram, engineering methods, work stations.

Problema a resolver

Uno de los principales retos que enfrentan las organizaciones del sector industrial es la necesidad de realizar rápidamente el diagnóstico de un proceso y sin introducir errores. Estos diagnósticos se realizan, generalmente, en los puestos de trabajo y consisten en un registro y en un examen crítico y sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras (Oficina Internacional Del Trabajo, 2002).

El estudio de los puestos de trabajo hace referencia a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción. Uno de los pasos más críticos en el estudio del trabajo es el registro de todos los hechos relativos al método existente. El éxito de esta actividad depende del grado de exactitud con el que se registren los datos, pues estos servirán de base para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas. (Oficina Internacional Del Trabajo, 2002). La forma tradicional de capturar la información es registrar los hechos en formatos prediseñados de forma manual, infortunadamente con este método no se alcanzan a registrar las técnicas manuales que son tan frecuentes en la industria moderna, especialmente, cuando tiene que constar fielmente cada detalle de un proceso y operación. (Oficina Internacional Del Trabajo, 2002)

Por esta razón, y a pesar de que se cuenta con una gran variedad de técnicas manuales para la recolección de la información, en esta investigación se propone la implementación de un sistema de captura de movimiento como técnica de recolección de datos para analizar las operaciones en los puestos de trabajo, por medio de una metodología que permita aumentar la exactitud en la descripción de los hechos, ya que sin todos los datos es imposible estar seguro de que las modificaciones que se hacen se basan en información exacta que surte efecto.

Los resultados obtenidos en la investigación permiten comparar las metodologías implementadas y determinar las ventajas y desventajas de hacer uso de tecnologías para la recolección de datos en el estudio de métodos. Adicionalmente el proyecto genera una nueva técnica para realizar estudio de tiempos y movimientos haciendo uso del diagrama Bimanual.

Contexto del estudio

Una de las herramientas más utilizadas para registrar movimientos manuales es el diagrama de procesos Bimanual o también conocido como mano Izquierda - Mano Derecha, en el cual se registran las actividades de cada mano de forma independiente, por un observador calificado mediante observación directa. Los movimientos de las manos son clasificados en 4 actividades (Operación, Transporte, Espera y sostenimiento). Este diagrama es útil para mostrar el tiempo ocioso de cualquiera de las manos y determinar la tasa de utilización. (Niegel & Freivalds, 2001).

Un sistema de captura de movimiento (SCM) es la tecnología que permite el proceso de traducción de una actuación en directo en un espectáculo digital. (Menache, 2011). Esta tecnología surgió en la industria del cine y ha tenido aplicaciones médicas y militares en la década de 1970 (Kitagawa & Windsor, 2008). A nivel industrial se evidenciaron pocas investigaciones en su aplicación. Una de los más relevantes, aplicada en el campo de la ergonomía, es la conocida como HADA Move-Human sensors. Se trata de un sistema portátil compuesto por un conjunto de sensores de movimiento que se le ponen al trabajamos más un software para la captura y análisis de los movimientos del mismo. Este software evalúa, específicamente, aspectos ergonómicos, para prevenir trastornos musculoesqueléticos, relacionados con el trabajo (Alvarez Zárate & Marín Zurdo, 2011). Hoy en día el sistema óptico es el más utilizado en captura de cuerpo completo para animación (Haritz Garcia, 2011). Estos sistemas involucran la utilización de marcadores pasivos, activos y los que no usan marcadores. Uno de los programas computacionales usados para la interpretación de los datos es el Tracker, herramienta de código abierto (OSP), utilizada en la enseñanza de la física, para determinar la posición, velocidad y aceleración de objetos en movimiento.

Diagrama Bimanual										
Diagrama N°.1 Hoja N°.5 de 5				Dibujo pieza:						
Operación: Ensamble accesorios										
Lugar: Laboratorio Ing Industrial										
Operario: Ma. Juliana Cardona Márquez										
Fecha:										
N°	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	O	⇨	D	▽	O	⇨	D	▽	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
1	RE PALA									RE TORNILLO
2	HS PE			1					1	HS PE
3	PP PALA									PP TORNILLO
4	RE TORNILLO									SO
5	HS PE			1					1	SO
6	PP TORNILLO									RE HERRAMIENTA
7	SO					1			1	HS PE
8	SO					1			1	R TORNILLO
9	P PE									SO PE
10	SO					1			1	R TORNILLO 2
11	SO					1			1	S HERRAMIENTA
12	SO					1			1	HS AREA HERRAMIENTA
13	RE TUBO ESCAPE									R VOLANTE
14	HS PE			1					1	HS PE
15	E TUBO ESCAPE									E VOLANTE
16	SO					1			1	RE SILLA
17	SO					1			1	HS PE
18	SO					1			1	E SILLA
Resumen										
Método actual					Método propuesto					
		IZQ		DER		IZQ		DER		
Operaciones		7		10						Operaciones
Transportes		3		5						Transportes
Esperas		0		0						Esperas
Sostenimiento		8		3						Sostenimiento
Totales		18		18		0		0		Totales

Figura 1 Diagrama Bimanual .Metodología tradicional (elementos)

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a todos los sectores de la economía en los cuales se encuentran inmersos puestos de trabajo con operaciones repetitivas y manuales, los gremios, la academia y las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL).

El diagrama Bimanual realizado con la metodología tradicional nos muestra que cada mano realiza 79 operaciones en total. La mano izquierda ejerce la mayoría de los sostenimientos (57). Mientras la mano izquierda realiza las operaciones más ineficientes (sostenimiento), la mano derecha parece más productiva que la mano izquierda. La operación de ensamble del objeto plástico fue dividida en elementos para un mejor registro de la información, el primer elemento consiste en el ensamble del chasis y la carrocería, el segundo es el ensamble del eje delantero, el tercer elemento es el ensamble de las llantas delanteras. Como cuarto elemento figura el ensamble de las llantas traseras y finalmente el quinto elemento es el ensamble de los accesorios. En la figura 1 se pueden apreciar aspectos del elemento 5 que consiste en ensamblar la parte superior de la carrocería. En ella se aprecian 18 actividades realizadas por cada mano encontrando que la mano derecha es más activa a la hora de realizar operaciones (10) que la izquierda

Por su parte el Diagrama Bimanual realizado con el sistema de captura de movimiento arroja un total de 671 operaciones cada mano, la Figura 2 visualiza las primeras operaciones y el cuadro resumen de la información, encontrando que la mano derecha realiza 519 operaciones contra 392 de la izquierda, por su parte la mano izquierda sostiene 265 veces, contra 63 de la derecha demostrando así que la mano izquierda por esta labor se encuentra inactiva para realizar operaciones de ensamble.

Diagrama Bimanual										
Diagrama N°.1 Hoja N°.1 de 1				Disposición del lugar de trabajo						
Operación: Ensamble Tractor										
Lugar: Laboratorio										
Operario: Maria Juliana C										
Fecha:										
N°	DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	O	⇨	D	∇	O	⇨	D	∇	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
1	SOSTENIMIENTO	0	0	0	0	1	1	0	0	ENSAMBLA
2	SOSTENIMIENTO	0	0	0	0	1	1	0	0	
3	ENSAMBLE	1	0	0	0	1	0	0	0	
4		1	0	0	0	1	0	0	0	
5		1	0	0	0	0	1	0	0	TRANSPORTA TORNILLO
6		1	0	0	0	0	1	0	0	
7		1	0	0	0	0	1	0	0	
8	TRANSPORTA CARROCERÍA	0	1	0	0	0	1	0	0	
9		0	1	0	0	0	1	0	0	
10		0	1	0	0	1	0	0	0	ENSAMBLE
11		0	1	0	0	1	0	0	0	
12		0	1	0	0	1	0	0	0	
13	ENSAMBLE	1	0	0	0	1	0	0	0	
14		1	0	0	0	1	0	0	0	
15		1	0	0	0	1	0	0	0	
16		1	0	0	0	1	0	0	0	
17		1	0	0	0	1	0	0	0	
18		1	0	0	0	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
19		1	0	0	0	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
20		1	0	0	0	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
21		1	0	0	0	1	0	0	0	ENSAMBLE
22		1	0	0	0	1	0	0	0	
23		1	0	0	0	1	0	0	0	
24		1	0	0	0	1	0	0	0	
25		1	0	0	0	1	0	0	0	
26		1	0	0	0	1	0	0	0	
27		1	0	0	0	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
28		1	0	0	0	1	0	0	0	ENSAMBLE
29		1	0	0	0	1	0	0	0	
30		1	0	0	0	1	0	0	0	
31		1	0	0	0	1	0	0	0	
32	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	1	0	0	0	
33	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	1	0	0	0	
34	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	1	0	0	0	
35	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	1	0	0	0	
36	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
37	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
38	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	1	SOSTENIMIENTO
39	SOSTENIMIENTO	0	0	0	1	1	0	0	0	ENSAMBLE

Resumen					
	Método actual		Método propuesto		
	IZQ	DER	IZQ	DER	
Operaciones	392	519			Operaciones
Transportes	14	89			Transportes
Esperas	0	0			Esperas
Sostenimiento	265	63			Sostenimiento
Totales	671	671			Totales

Figura 2. Diagrama Bimanual parcial usando sistema de captura de movimiento

Se sugiere una segunda fase del proyecto para realizar la aplicación en un puesto de trabajo de ensamble manual de una empresa real, como también evaluar el movimiento en tres dimensiones con el uso del sistema óptico de captura de movimiento y extender la investigación para el análisis de micro-movimientos en la operación.

Recommendations

These recommendations are directed to all sectors of the economy that have jobs with repetitive and manual tasks, business associations, academy and occupational risk administrators (ARP).

The Bimanual diagram with traditional methodology shows that each hand performs 79 tasks in total. The left hand does the majority of the holdings tasks (57), while the left hand does the most inefficient tasks (holding), the right hand seems to be more productive than the left hand. The assembly of the plastic object was divided into elements for having better recording of information, the first element is the assembly of chassis and car body, the second is the assembly of the front shaft, the third is the assembly of front tires, the fourth is the assembly of the back tires, and the fifth element is the assembly of accessories. Figure 1 shows the aspects of element 5, which consist of assembling the upper part of the car body. It also shows 18 activities performed by each hand, but the right hand was more active than the left hand when doing tasks (10).

The Bimanual diagram made with motion capture system shows a total of 671 tasks by each hand. Figure 2 displays the first operations and the table summarizes the information: the right hand performs 519 tasks compared to 392 performed by the left hand, the left hand performs 265 holding tasks compared to 63 holding tasks of the right hand, it means that the left hand is inactive when performing assembly tasks.

Diagrama Bimanual										Resumen					
Diagram N°:1 Sheet N°:1 de 1		Workplace condition								Current Model		Propc			
Operation: Tractor ensamble										LEFT	RIGHT	LEFT	RIGI		
Place: Laboratory										Operations	392	519			
Worker:										carrying	14	89			
Composed by:		Date:		waits		0	0								
N°	LEFT HAND DESCRIPTION	0	0	0	0	0	0	0	0	RIGHT HAND DESCRIPTION	265	63			
1	HOLDING	0	0	0	0	0	0	0	0	ASSEMBLY					
2	HOLDING	0	0	0	0	0	0	0	0						
3	ASSEMBLY	0	0	0	0	0	0	0	0						
4		0	0	0	0	0	0	0	0						
5		0	0	0	0	0	0	0	0	SCREWCARRYING					
6		0	0	0	0	0	0	0	0						
7		0	0	0	0	0	0	0	0						
8	CAR BODY CARRYING	0	0	0	0	0	0	0	0						
9		0	0	0	0	0	0	0	0						
10		0	0	0	0	0	0	0	0	ASSEMBLY					
11		0	0	0	0	0	0	0	0						
12		0	0	0	0	0	0	0	0						
13	ASSEMBLY	0	0	0	0	0	0	0	0						
14		0	0	0	0	0	0	0	0						
15		0	0	0	0	0	0	0	0						
16		0	0	0	0	0	0	0	0						
17		0	0	0	0	0	0	0	0						
18		0	0	0	0	0	0	0	0	HOLDING					
19		0	0	0	0	0	0	0	0	HOLDING					
20		0	0	0	0	0	0	0	0	HOLDING					
21		0	0	0	0	0	0	0	0	ASSEMBLY					
22		0	0	0	0	0	0	0	0						
23		0	0	0	0	0	0	0	0						
24		0	0	0	0	0	0	0	0						
25		0	0	0	0	0	0	0	0						
26		0	0	0	0	0	0	0	0						
27		0	0	0	0	0	0	0	0	HOLDING					
28		0	0	0	0	0	0	0	0	ASSEMBLY					
										TOTAL		671	671		
										OPERATION TIME (sec)		71,07			0

Figure 2 Partial Bimanual diagram using motion capture system

A second phase of the project is suggested in order to apply the diagram in a manual assembly workplace in a real company to evaluate the movement in three dimensions using optical motion capture system, and to extend the research to the analysis of micro-movements in the task.

Referencias bibliográficas

Alvarez, J. M., & Marín, J.J. (2011). "Ergonomía: Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Prevención de riesgos y al Diseño de Sistemas". En: XIV congreso Argentino de Seguridad y Salud Ocupaciona, Buenos Aires. p. 12.

Haritz, O.(2011). *Proyecto de fin de Mastes. Captura de Movimiento Multicamara Mediante Hardware de Bajo Costo*. País Vasco: España.

Kitagawa, M., & Windsor, B. (2008). *MoCap for artists: workflow and techniques for motion capture*. Taylor & Francis

Menache, A. (2011). *Understanding Motion Capture For Computer Animation and Video Games*. Orlando Florida: Academic press.

Niebel, & Freivalds (2001). *Ingeniería Industrial Métodos estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega.

Oficina Internacional Del Trabajo. (2002). *Introducción Al Estudio Del Trabajo*. Mexico DF: LIMUSA

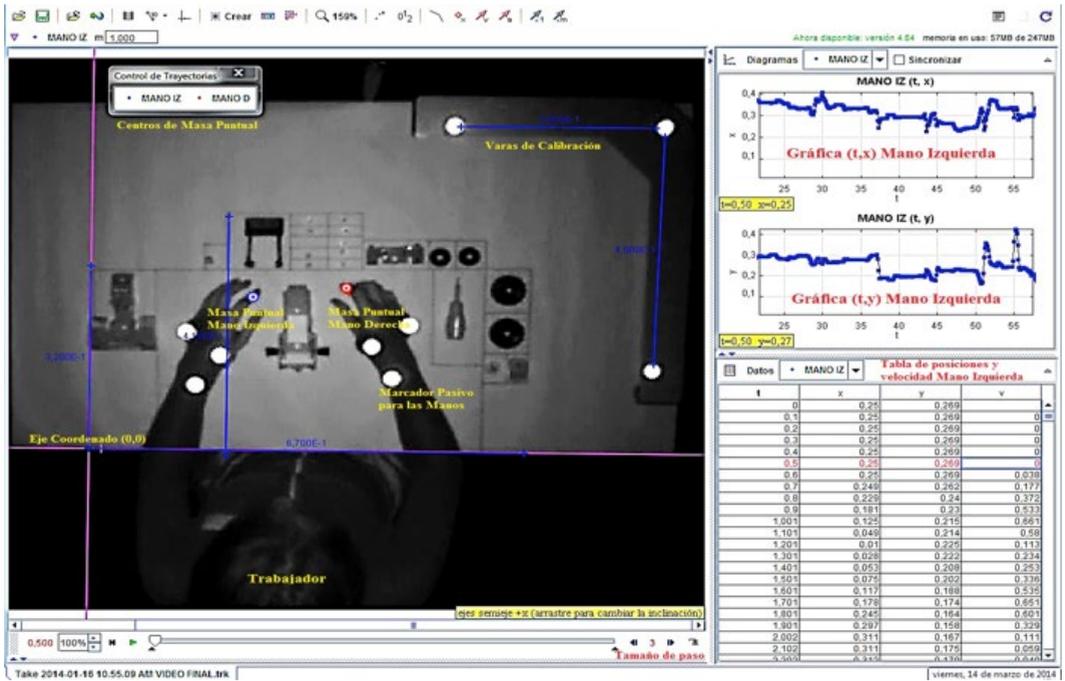
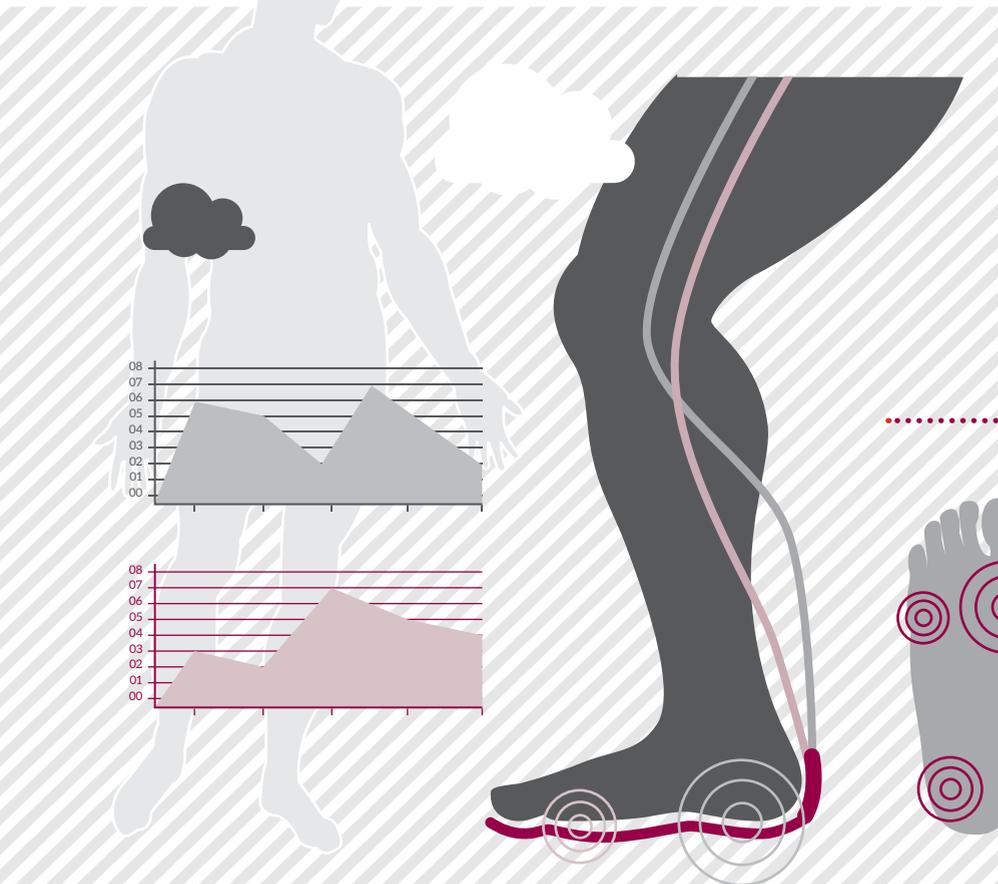


Figure 2 Partial Bimanual diagram using motion capture system





Diseño e implementación de un sistema integrado de plantillas instrumentadas y sensores inerciales para la medición de presiones plantares y variables cinemáticas del pie

Design and implementation of an integrated system of instrumented sole and inertial sensors for measuring plantar pressures and foot kinematic variables

Diana Marcela Castaño | Ingeniera Biomédica. Joven Investigadora
E-Mail: dianamar917@gmail.com

Hisnel Franco Márquez | Candidato a Mg. en Mecatrónica y control
E-Mail: hisnel@autonoma.edu.co

Jorge Iván Gómez Angarita | Mg. en Instrumentación. Física
E-Mail: jigomez@autonoma.edu.co

Karol Bibiana García Solano | Mg. en Intervención Integral en el Deportista
E-mail: karolgarcia@autonoma.edu.co

Rubén Darío Flórez | Mg. en Instrumentación
E-mail: rubenfh@gmail.com

■ Grupo de Investigación: **Automática** ■

Palabras clave: Plantillas instrumentadas, sensores de fuerza, sensores inerciales, presiones plantares.

Key words: Instrumented soles, Force Sensors, inertial sensors, plantar pressures.

Problema a resolver

En esta investigación se desarrolló la implementación de un sistema integrado que combina una plantilla instrumentada con sensores de presión y un módulo de sensores inerciales compuesto por un acelerómetro y un giroscopio, los cuales permiten la medición de variables baropodométricas (presiones plantares) y variables cinemáticas (aceleración, velocidad angular y desplazamiento angular) del pie. El sistema resultante permite al especialista realizar un estudio biomecánico del pie a través del análisis estático y/o dinámico y la visualización en pantalla de datos cuantitativos e información cualitativa, cuyo análisis permite realizar programas de prevención y de intervención de alteraciones musculoesqueléticas que pueden afectar el rendimiento de los individuos.

Contexto del estudio

Según Hurtado A (2006) normalmente la distribución del peso corporal se reparte en forma equitativa entre las dos extremidades inferiores y sobre cada una de las superficies plantares, y el resultado de toda esta cadena termina en el pie, lo que permite el estudio de la marcha a través de sus representaciones en la huella plantar

Para el estudio baropodométrico del pie (presiones plantares) se han desarrollado varios métodos como los podómetros electrónicos, las plataformas dinamométricas y las plantillas de presión, diseñadas para el registro dinámico y posterior análisis de la distribución de presiones entre la planta del pie y el calzado.

Entre las aplicaciones de las plantillas de presión según Perez JM (2012) se encuentran el estudio de la fisiología deportiva y del aparato locomotor, análisis de los diferentes patrones de presiones plantares durante la marcha, utilización en tratamientos de rehabilitación, valoración del dolor plantar, prescripción y validación ortésica, prevención de úlceras en neuropatías y control evolutivo

Para esta investigación se utilizaron los sensores Flexiforce de Teckscan que se adaptaban a los requerimientos del sistema. Estos son sensores piezoresistivos (resistencia inversamente proporcional a la fuerza aplicada) de fuerza y carga, durables, ultradelgados, que sensan fuerzas de contacto, y están disponible en diferentes rangos de fuerza, formas y tamaños a través de cuatro modelos estándar (A201, A301, A401, HT201). Se utilizó el modelo A201. Para el soporte del sensor se utilizó una estructura que permite distribuir el peso a través del área de sensado, asegurando de esta forma que la distribución de la carga se mantenga constante. Se realizó el acondicionamiento de los sensores según las recomendaciones del fabricante, utilizando el sistema descrito previamente y ubicando una carga total de 12.34 Kg (27.205lb), que equivale al 108.82% de la carga total del sensor (25lb). Para la caracterización de los sensores se ubicaron

un total de 18 cargas que sumaban 9 Kg. Las cargas se ubicaron cada 10 segundos para permitir la estabilidad de la respuesta. Se registraron los valores de carga y descarga de cada sensor para dos mediciones. Una vez registrados los datos se obtuvieron los promedios de voltaje, resistencia y el valor de conductancia (1/R).

Finalmente, las 12 salidas de los amplificadores operacionales MCP6004 fueron llevadas a un multiplexor análogo de 16 canales, el CD74HC4067. Para la distribución de los sensores, se escogieron doce (12) puntos anatómicos que presentan mayor relevancia para el diagnóstico, ya que es donde se genera más presión durante el apoyo y la marcha.

Para la construcción de la plantilla se tuvieron en cuenta cuatro etapas:

1. *Modelado*: En esta fase se esculpe y ajusta el modelo de la plantilla según la talla y horma establecidas. Para esto se utilizó la fórmula descrita en la siguiente ecuación:

"Cera de abejas 60% + Parafina 30% + Colofonia 10 % + Grea % de más al gusto"

2. *Moldeado*: Consiste en la fabricación de los moldes rígido y flexible que se utilizarán posteriormente para realizar el vaciado y obtener el modelo definitivo.

El proceso consiste básicamente en aplicación de un tenso-activo, seguido del elastómero (caucho), silicona y finalmente el yeso. Después del secado se divide por la mitad obteniendo los dos moldes.

3. *Vaciado*: En esta etapa se obtiene el modelo definitivo sobre el que se elabora la plantilla. Se utilizó una resina dura, la cual se obtiene de mezclar resina poliéster con un acelerante (Octoato de Cobalto) y un catalizador (Meckperóxido)

4. *Elaboración de la plantilla*: Se utilizó el elastómero 471, que es un tipo de caucho que presenta características como elasticidad, buen moldeo y resistencia al uso y al desgaste. Para la implementación se aplicaron capas de material fibro-reforzado, elastómero (caucho), aislante de ruido (aluminio), polietileno de baja densidad (para la adherencia de los sensores). Para el posicionamiento de los sensores, se fijaron con cinta invisible y se incorporó un material fibro-reforzado elástico para que quedaran bien ajustados y evitar que se movieran del punto.

Se estableció utilizar en el sistema acelerómetros integrados con giroscopios para realizar el análisis cinemático del pie. *IMU (Inertial Measurement Unit)*. Las Unidades Inerciales o IMU implementan internamente tres ejes ortogonales, sobre los cuales se montan los sensores, de manera que a cada eje se le asigna un acelerómetro y un giroscopio, algunas veces también un magnetómetro. La información suministrada por una IMU es la aceleración lineal y la velocidad angular correspondiente a cada uno de los ejes del sistema según W. Tao, T.

Liu, R. Zheng, H. Feng. (2012) Además con la combinación de estas dos variables se pueden detectar los cambios en atributos rotacionales como *pitch* (rotación en el eje lateral), *roll* (rotación en el eje longitudinal) y *yaw* (rotación en el eje vertical). Se seleccionó finalmente la IMU Digital Combo Board 6 Degrees of Freedom de Sparkfun; la cual tiene integrados el acelerómetro triaxial ADXL345 y el giroscopio ITG3200, proporcionando 6 grados de libertad.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a estudiantes de fisioterapia, ingeniería biomédica, docentes de los departamentos de movimiento humano, departamento de ingeniería, diseño industrial.

El prototipo de plantilla instrumentada implementado permite medir variables baropodométricas (presiones plantares) en 12 puntos anatómicos relevantes para el análisis y diagnóstico de alteraciones, patologías y generalidades de la marcha y el apoyo del pie.

El prototipo de sistema basado en sensores inerciales, permite la medición de variables cinemáticas relevantes para el análisis del movimiento del pie. Es posible optimizar la medición de rotaciones a través de la implementación de un sensor inercial de 9 grados de libertad que incluya un magnetómetro.

La comunicación alámbrica entre el módulo del usuario y el computador posibilita la medición de variables en tiempo real, pero genera limitaciones de espacio para el análisis de marcha. La interfaz gráfica diseñada permite una fácil interpretación de las mediciones obtenidas a través de la representación gráfica y numérica de las diferentes variables.

El desarrollo e implementación del prototipo descrito, representa un fortalecimiento de la investigación e intervención desde el área de la biomecánica deportiva a nivel regional y nacional. Especialmente porque en el Eje Cafetero no se encontraron antecedentes escritos de desarrollos de este tipo. La plantilla instrumentada ayuda a identificar las características morfológicas del pie para poder realizar diagnósticos más precisos y así realizar planes de intervención desde un enfoque preventivo y terapéutico.

Es relevante esta investigación ya que se pudo realizar un trabajo interdisciplinario con profesionales del área de ingeniería, diseño industrial, y salud. Además de seguir fortaleciendo la apropiación del conocimiento desde la interacción con diferentes grupos de investigación de la universidad, y con el apoyo y acompañamiento de la joven investigadora avalada por Colciencias.

Es una investigación de desarrollo tecnológico que sirve para generar innovación en nuestra profesión, diseñando y construyendo herramientas tecnológicas de bajo costo y ajustadas a las necesidades del entorno que permiten realizar una valoración y análisis del movimiento. (Figura 1)

Recommendations

These recommendations are directed to physical therapy students, biomedical engineering students, body movement department professors, engineering department professors, industrial design.

The instrumented sole prototype allows measuring baropodometric variables (plantar pressures) in 12 anatomical relevant points in order to analyze and diagnose disorders, diseases, gait generalities and foot support.

The prototype system based on inertial sensors allows measuring relevant kinematic variables for the foot movement analysis. It is possible to optimize the measurement of rotations through the implementation of an inertial sensor of 9 degrees of freedom, which includes a magnetometer.

The wired communication between the user module and the computer allows the measurement of variables in real time, however it creates space constraints for motion analysis. The designed graphical interface allows easy interpretation of the obtained measurements through the graphical and numerical representation of different variables.

The development and implementation of the described prototype represents research and intervention strengthening of the sport biomechanics area at regional and national levels, mainly because in the Coffee Area written records of this type of development have not been found. The instrumented sole helps to identify the foot morphological characteristics in order to make more accurate diagnoses and intervention plans from a preventive and therapeutic approach.

This research is relevant because of the interdisciplinary work integrating professionals in the area of engineering, industrial design, and health. In addition, it strengthens the appropriation of knowledge from the interaction with the different research groups of the University, and it has the support and assistance of the young researcher endorsed by Colciencias.

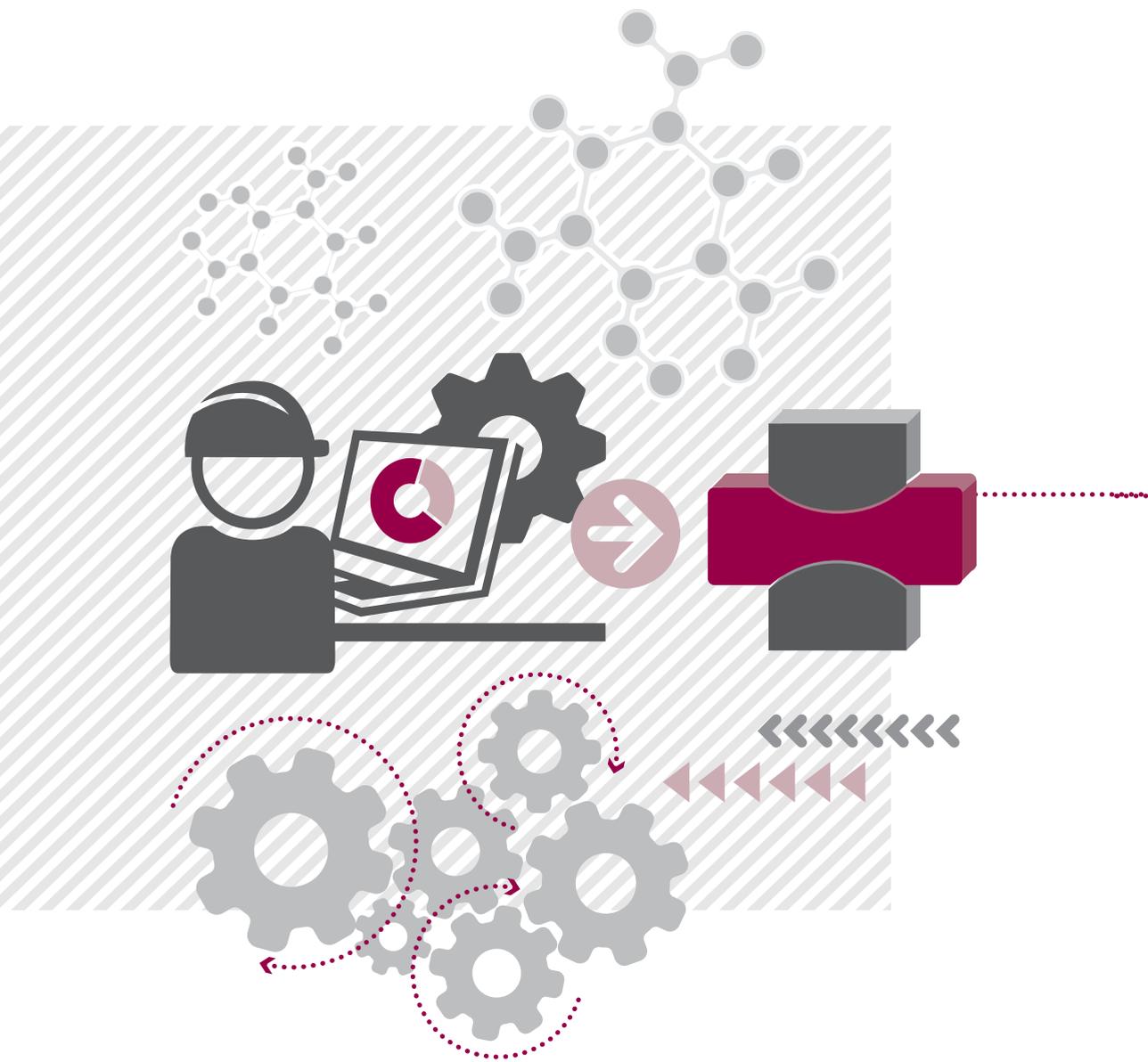
This is a research in technological development that generates innovation in our profession, designing and building low-cost technological tools that adapted to the context needs that enable assessment and movement analysis. (Figure 1).



Prototipo de plantilla basado en sensores inerciales
UAM - 2013

Referencias bibliográficas

- Hurtado, A. (2006). "Uso de la Baropodometría". En: Orthotips. Disponible on line en: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDREVISTA=72&IDARTICULO=10656&IDPUBLICACION=1159>. Recuperado : 02 de mayo de 2012.
- Pérez, JM. (s.f.). "Medición de la Presión Plantar durante la Marcha. Aplicación del sistema electrónico portátil PDM240 en medicina pericial y forense". En: Lesionología y peritología forense. Disponible on line en: <http://www.peritajemedicoforense.com/>. Recuperado el 04 de mayo de 2012
- W. Tao, T. Liu, R. Zheng, H. Feng. (2012). "Gait Analysis Using Wearable Sensors". *Sensors*. Vol. 12. 2012. pp. 2256-2283.
- Martínez A, Pradas J, Sánchez MD, Pedro de moya MF. (2005). "Plantillas instrumentadas. Utilidad clínica. Técnicas instrumentales de diagnóstico y evaluación en rehabilitación". En: *Rehabilitación* Vol.6, N°39. Disponible on line en: <http://www.elsevier.es/es/revistas/rehabilitacion-120/plantillas-instrumentadas-utilidad-clinica-13082204-tecnicas-instrumentales-diagnostico-evaluacion-rehabilitacion-2005>. Recuperado el 02 de mayo de 2012.



Mejora tecnológica en el diseño de proceso de forja en caliente mediante la modelación por elementos finitos

Technological improvement in the design of hot forging process by modeling finite elements

Manuel Alejandro Flórez Ruiz | Candidato a Mg. en Sistemas automáticos de producción
E-mail: maflorez@herragro.com

Rafael Henao Arango | Mg. en Diseño de Ingeniería
E-Mail: cvargas@autonoma.edu.co

Fabio Marcelo Peña Bustos | Mg. en Ingeniería materiales y procesos de fabricación
E-Mail: fabiope@autonoma.edu.co.

Sara Restrepo Valencia | Ingeniera Mecánica. Joven Investigadora 2013-2014
E-mail: sara.restrepov@autonoma.edu.co.

■ Grupo de Investigación: **Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial ARCHYTAS** ■

Palabras clave: *Procesos de manufactura, forja, análisis de elementos finitos, diseño de ingeniería.*

Key words: *Manufacturing processes, forging, finite element analysis, engineering design.*

Problema a resolver

La revisión del estado del arte refleja que la modelación y la simulación, empleando el análisis por elementos finitos (FEA), ha sido utilizada por más de una década en la industria de Forja para el diseño y desarrollo de productos, la optimización de las variables del proceso, la reducción de desperdicios y defectos, el ahorro energético, la estimación de capacidades requeridas en los equipos, entre otros. Los altos costos, tanto en personal técnico-especializado como en equipos y software, ha sido uno de los limitantes de Herragro S.A. para su implementación.

La simulación de la forja por elementos finitos entrega ventajas competitivas en el proceso de diseño entre las que se destacan: (i) menor tiempo de cotización y desarrollo de productos, (ii) mayor certeza en la estimación del costo de producción, esto en razón de que el proceso puede ser simulado y no se incurre en los elevados costos de diseñar y fabricar troqueles, detener la producción para hacer pruebas y realizar las correcciones iterativamente. Lo anterior se ve directamente reflejado en la rentabilidad de los nuevos productos, pero también en la competitividad del precio.

En el ámbito internacional, las empresas de forja utilizan simulación de proceso por el método de elementos finitos (Altan, Ngaile, & Shen, 2005), para analizar los esfuerzos y el flujo de material dentro del dado. Herragro ha involucrado este desarrollo tecnológico e incorporado la simulación como parte del proceso de desarrollo de producto. En el momento la totalidad de los productos nuevos pasan por una etapa previa de simulación y, por tanto, se ha reducido el tiempo de lanzamiento y ajuste del proceso de fabricación por ensayo y error.

La pregunta de investigación que se ha planteado es: ¿Cómo implementar la modelación por elementos finitos para mejorar el proceso de diseño y desarrollo de productos forjados, definiendo parámetros y condiciones de operación, que puedan ser aplicados en las líneas de Forjas industriales y herramientas de Herragro S.A.?

Contexto del estudio

En la actualidad, el modelado mediante elementos finitos de los procesos de formado de metales constituye una herramienta de análisis imprescindible para la optimización de estos procesos de manufactura. Numerosos artículos (Conor & Monaghan, 2002; Sedighi, 2008; Behrens & et.al, 2007) muestran que, en el mundo, se utiliza exitosamente la simulación por elementos finitos tanto en procesos de forja en frío como en caliente con secuencias de varios pasos o dados logrando una reducción en costos de manufactura y desperdicio de material.

La complejidad de la simulación de los procesos de conformado hace inviable la utilización de paquetes de simulación de elementos finitos de carácter multifísico, dado que el problema de diseño de proceso requiere agilidad para evaluar el impacto de un cambio en todas las etapas del proceso que quedan “aguas abajo”. Por lo tanto es necesario contar con un paquete de simulación especializados en la simulación de forja como: FORGE®, QFORM, AFDEX, DEFORM 3D, MsC Superforge, los cuales permiten realizar simulaciones del proceso y disponen de una configuración adecuada, que incluye el modelado del contacto entre la pieza y el dado, el comportamiento del material y además, el refinado y regeneración de la malla. Estos paquetes son de fácil manejo (Biba & et.al, 2001) y dan la posibilidad de concentrar al diseñador en temas de predicción de flujos de material y de defectos en piezas, desgaste de los dados, optimización de material y secuencia de forjado. Otra característica destacable de los software especializados, como en el caso de FORGE®, es que cuentan con una base de datos extensa sobre materiales, que contiene más de 1000 referencias de aceros, aluminios, latones y titanios, lo que facilita la exploración e inclusión de nuevos materiales. Adicionalmente tiene una configuración de re-enmallado automático, utilizando la configuración de elementos de tipo tetraedro de cuatro nodos para simulaciones en 3D y elementos triangulares de tres nodos en 2D.

Los costos del software especializado son prohibitivos para una sola empresa que realice diseños de proceso de conformado de forma eventual. En el presente proyecto, apoyado por la convocatoria 548 de Colciencias, Herragro S.A. adquirió el software FORGE® y lo ha venido utilizando exitosamente tanto para el lanzamiento como para la optimización de nuevos productos.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a empresas con procesos de conformado por forja, estampado y doblado, instituciones de educación superior, grupos de investigación, ingenieros mecánicos y metalúrgicos.

Mediante el uso del software especializado FORGE® y la incorporación de los parámetros apropiados del proceso de HERRAGRO S.A. se ha impactado el proceso de diseño y desarrollo de productos de forja para todo nuevo producto desde junio de 2013. Hasta el momento (agosto 2014), se habían simulado unos 20 procesos en la empresa, tanto para lanzamiento como para la evaluación de defectos y condiciones específicas del proceso, utilizando esta tecnología.

La empresa ha generado mayor apropiación del conocimiento del proceso de forja en caliente mediante la capacitación con experto internacional en el área de forja y el entrenamiento del personal en el software especializado, reduciendo la brecha tecnológica con las empresas de talla mundial que han incorporado métodos de simulación y modelación del proceso de forja.

En el diseño y desarrollo de producto se mejoró el tiempo de diseño y desarrollo. También se han reducido los tiempos de ajuste en la troquelaría, que tomaban más de un mes, pues estos se realizaban mediante pruebas físicas hasta llegar a un producto aceptable. Actualmente se fabrican los herramientas con los ajustes necesarios, que se realizan sobre el CAD. Se redujeron los defectos originados por mal diseño de dados y se identificaron los potenciales de ahorro en el proceso por la determinación de los parámetros óptimos de operación.

Se propusieron y simularon 15 estrategias diferentes de ahorro con sus respectivas etapas del proceso, teniendo en cuenta criterios estratégicos como el ahorro de material, daño por rotura, número de etapas de conformado, necesidad de compra o reubicación de maquinaria y sensibilidad de la opción a errores de operación. Se han realizado en esta evaluación unas 2000 simulaciones de las propuestas. Se ha alcanzado un ahorro de 4% en desperdicio de material operando bajo parámetros óptimos en un producto seleccionado. El ahorro de material impactará en ahorro en consumo energético tanto térmico como eléctrico.

Recommendations

These recommendations are directed to enterprises with forming processes by forging, stamping and bending, higher education institutions, research groups, mechanical engineers and metallurgists.

The use of the specialized Forge® software and the incorporation of appropriate parameters in the process in Herragro S.A has impacted the design process and product development to forge any new products since June 2013. To date (August 2014), around 20 processes in the company were simulated, both for launching and evaluating defects and specific process conditions, using this technology.

The factory has generated greater knowledge appropriation of hot forging process through international expert training in forging area and staff training on specialized software. It reduces the technology gap with worldwide companies that have incorporated simulation methods and forging modeling process.

Design time and development were improved. Adjustment time in stamp punch has also been reduced, before it took over a month because they were performed by physical tests to reach an acceptable product. Nowadays, tools are manufactured with the required adjustments made on CAD. Defects caused by poor die design were reduced and the potential savings were identified in the process for determining ideal operating parameters.

Fifteen different savings strategies with their corresponding stages were proposed and simulated, they take into account strategic criteria such as saving material, damage by breakage, number of forming steps, need to purchase or relocate equipment and sensitivity to operating errors. About 2000 simulations

of the proposal have been made in this evaluation. The operation under ideal parameters in a selected product has reduced waste material to 4%. Material saving will impact both thermal and electrical energy consumption.

Referencias bibliográficas

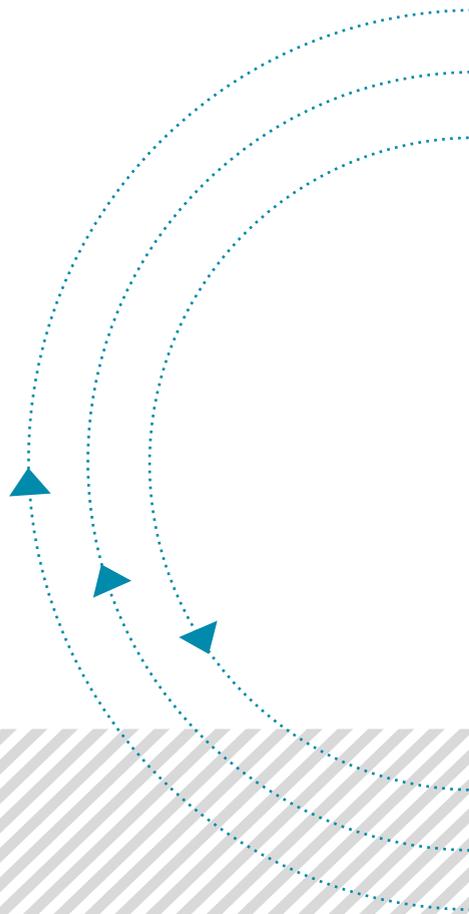
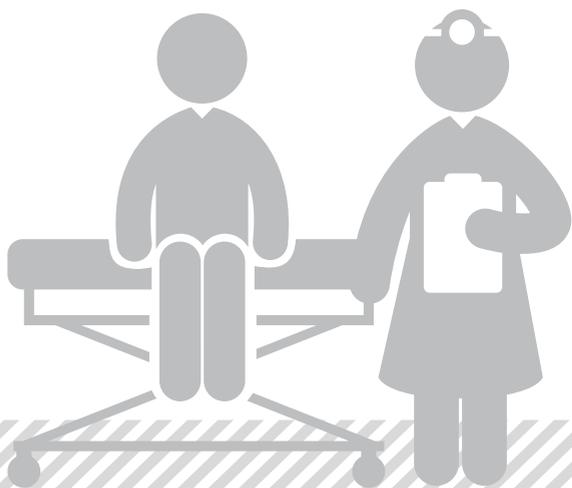
- Khan, A., & et.al. (2007). "Multiaxial and non-proportional loading responses, anisotropy and modeling of Ti-6Al-4V titanium alloy over wide". En: International Journal of Plasticity 23, pp. 931-950.
- Kim, H., Altan, T., & Sevenler, K. (1992). "Computer-aided part and pro-cessing-sequence design in cold forging,. J. Mater. Process." En: Tech-nol. 33, pp. 57 - 74.
- Kocks, U. (1976). "Laws for work-hardening and low-temperature creep". En: Transactions of the ASME, pp. 76-85.
- Levy, M. (1871). « Extrait du mémoire sur les équations générales des mouvements intérieures des corps solides ductiles au delà des limites ou l'élasticité pourrait les ramener à leur premier état. » En: J Math Pures Appl , pp. 369-372.
- Lu, B., & et.al. (2009). "3D die shape optimisation for net-shape forging of aerofoil blades". En: Materials & Design, 30, pp. 2490-2500.
- Lubliner, J. (1990). *Plasticity Theory*. Macmillan Publishing Company.
- M. Sedighi, S. T. (2008). "A new approach to preform design in forging process of complex parts". En: Journal of Materials Processing Technology, 197, pp. 314-324.
- Murakami, S., & Ohno, N. (2001). *IUTAM Symposium creep in structures*. Kluwel Academic Publishers.
- Nisbett, E. G. (2005). *Steel Forgings: Design, Production, Selection, Testing, and Application*. ASTM International.
- Norton, F. H. (1929). *Creep of steel at high temperatures*. New York.: McGraw-Hill Book Co.
- Nunes, R., & et.al. (1993). *ASM Handbook Volume 14, Forming and forging*. ASM INTERNATIONAL.
- Odqvist, F. K. (1934). Creep stresses in a rotating disc. Cambridge: Proc. IV Int. Congress for Applied. Mechanics.
- Osakada, K., Mori, K., Altan, T., & Groche, P. (2011). Mechanical servo press technology for metal forming. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, pp. 651-672.

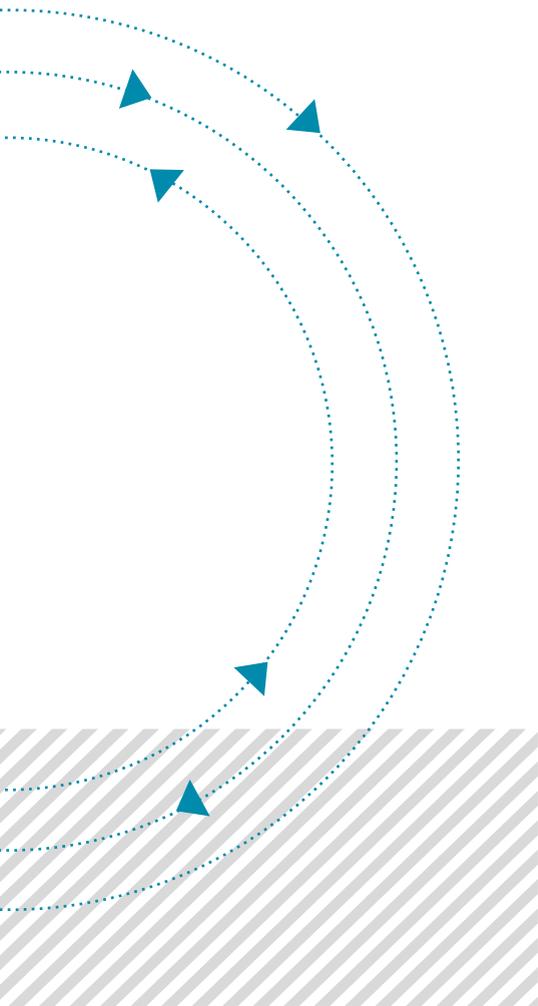
- Peña Bustos, F. M. (2010). Optimización de Diseño de Llantas de Aluminio a Flexión mediante el método de Elementos Finitos. Revista Facultad De Ingeniería Universidad De Antioquia, 108 - 115.
- Prandtl, L. (1924). Proceedings of the 1st International Congress on Applied Mechanics. Delft.
- S. Valberg, H. (2010). Applied Metal forming. Cambridge University Press.
- Song, J.-H., & Im, Y.-T. (2007). "Process design for closed-die forging of bevel gear by finite element analyses". Journal of Materials Processing Technology, Volumes 192–193, pp. 1-7.
- T, D., & et.al. (2007). Improvement Potential for Energy Consumption in Discrete Part Production Machines. Proceedings of the 14th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, pp. 311–316.



Fuente: Fabio Peña







Ciencias de la Salud



Caracterización de la actividad y fuerza muscular del masetero, orbicular y mental de los niños con deglución atípica e incompetencia labial

Characterization of the activity and strength of the masseter, orbicularis oris and mentalis muscles in children with atypical swallowing and incompetent lips

Lina María López Soto | Fonoaudióloga
E-mail: linalopez@autonoma.edu.co

Olga Patricia López Soto | Esp. en Investigación y Docencia Universitaria
E-mail: sonrie@autonoma.edu.co

Alejandro Osorio-Forero | Ingeniero Biomédico
E-mail: alejosorio1@gmail.com

Francia Restrepo de Mejía | PhD. en Ciencias Sociales
E-mail: francia46@autonoma.edu.co

Lucas Tamayo-Orrego | Médico
E-mail: lukastamayo@gmail.com

■ Grupo de Investigación: **Investigación en Salud Oral (INSAO) y Neuroaprendizaje** ■

Palabras clave: Deglución, labios, electromiografía de superficie, fuerza muscular.

Key words: Swallowing, lips, surface electromyography, muscle strength.

Problema a resolver

La alteración en funciones orales como la masticación, la respiración y la deglución así como las manifestaciones fisiológicas de éstas (incompetencia labial (IL), pueden determinar la aparición o el empeoramiento de alteraciones oclusales que se reflejan en el aspecto facial de los pacientes. La musculatura peri-bucal y la postura labial son citadas con frecuencia en la literatura como factores determinantes en la posición de los dientes y en la forma del arco, por su actividad moderada pero continua. Así lo afirman Farret, S. Vitti, M. Farret, M. (1982). El manejo muscular de las alteraciones en las funciones orales, plantea la necesidad de aplicar métodos no invasivos de cualificación y cuantificación de éstos desórdenes que den una información objetiva de la actividad y de la fuerza de los músculos en pacientes con deglución normal y deglución atípica (DA), tanto con IL como con competencia labial (CL). La electromiografía de superficie (sEMG), la mioescanografía y la dinamometría según Lowe, AA. Johnston, WD. (1979) son algunas de las mediciones de elección en estos casos debido a su bajo costo y fácil aplicación.

La DA se define como la presión anterior o lateral de la lengua contra las arcadas dentarias, o interpuesta anterior o lateralmente durante la deglución. Esta patología se diagnostica mediante la observación visual de los músculos periorales, y mediante la técnica de Payne referida por Hanson, M. (1988). La IL se diagnostica mediante la observación clínica de la posición de los labios durante el reposo. Estos medios diagnósticos no permiten un control cuantitativo que garantice mayor exactitud en la valoración de la actividad y fuerza de los músculos que intervienen en la función. La sEMG, la mioescanografía y la dinamometría podrían ser la solución a este problema. El uso clínico de la sEMG ha sido propuesto en los campos del diagnóstico y control de tratamiento de las alteraciones orales a nivel muscular y funcional por autores como Goldstein, L. (2000). El mioescaner y el dinamómetro son instrumentos de medición de la fuerza muscular orofacial. El propósito de este trabajo fue caracterizar los valores de actividad utilizando sEMG y fuerza muscular utilizando la mioescanografía y la dinamometría.

Contexto del estudio

El uso clínico de la electromiografía de superficie ha sido propuesto en los campos del diagnóstico y control de tratamiento de las alteraciones orales a nivel muscular y funcional por autores como Coope, r BC. Cooper, DL. Lucente, FE. (1991). Esto se basa en el concepto de que varias patologías o condiciones disfuncionales pueden ser diferenciadas por medio de registros de la electromiografía de superficie (EMGS) de la actividad muscular incluyendo la hiperactividad postural como lo cita Jankelson, RR. (1990), también por

posiciones oclusales anormales según Michler, L. Moller, E., Bakke, M. Andreassen, S. Henningsen, E.(1988); por hipo e hiperactividad funcional según Yemm, R.(1988), por espasmos musculares como lo afirmaron Gordon TE Jr. (1983), por fatiga según Naeije M, Hansson TL.(1986), y por imbalance muscular como lo usó en su investigación Festa, F(1985).

Es preciso resaltar que la EMGS ha sido utilizada también para la retroalimentación del control consciente de los hábitos de para-función nocturnos y diurnos.

Estudios sobre los problemas investigativos relacionados con la electromiografía de superficie citan la falta de pruebas que incluyan un grupo control, medidas repetidas en un mismo paciente para probar la fiabilidad del método, falta de presentación de los términos de calibración del equipo y del operador, operadores del equipo que no son ciegos al diagnóstico del paciente (lo que permite la presencia de sesgos), falta de uso de inferencia estadística para evaluar las diferencias de los niveles de electromiografía o datos descriptivos que no consideran las desviaciones estándar como lo cita Cooper BC, Rabuzzi DD. (Cf., 1984).

La musculatura peri-bucal y la postura labial son citadas con frecuencia en la literatura como factores determinantes en la posición de los dientes y en la forma del arco por su actividad moderada, pero continua, como lo corroboraron Farret, SM. Vitti, M. Farret, MMB.(1988). De acuerdo con algunos autores, las investigaciones de electromiografía han demostrado que en la mayoría de los niños existe una actividad muscular peri-bucal durante el contacto labial. Un gran número de pacientes que tienen labios electromiográficamente incompetentes podrían no ser diagnosticados clínicamente según Marx R. (1965). Se conoce también el impacto posible de la actividad del orbicular en la posición final de los dientes. Especialmente en la clase II división 1 y 2 puede ser significativo a nivel clínico según los hallazgos de Lowe AA, Takada K.(1988). Por su parte Blair, C, Smith, A.(1986) tomando los análisis de varias publicaciones que hacen referencia a datos anatómicos y electrofisiológicos de los músculos peri-bucales comparan sus resultados electromiográficos y afirman que existe una posibilidad muy pequeña de obtener registros de un solo músculo de una cantidad de fibras musculares homogéneas que hay en la región peri-bucal.

La deglución ha sido descrita desde los años 80 como un acto que tiene cuatro etapas. La primera es la etapa oral que ha sido dividida en (i) etapa oral inicial (etapa de preparación para los sólidos) y (ii) las etapas orales finales como lo afirma Logemann, JA. (1983). Estas etapas son útiles en el diagnóstico y evaluación de las alteraciones en la deglución, una vez se toma el líquido los labios se sellan durante la etapa oral inicial. La etapa final ocurre cuando la lengua presiona el líquido contra el paladar duro de tal manera que es forzado atrás en los arcos faciales anteriores, es en esta etapa en la que el reflejo automático de la deglución se dispara según Vaiman, M. Eviatar, E. Segal, S. (2004). En general, la actividad muscular durante la deglución puede ser registrada por la

electromiografía de superficie y, por lo tanto, puede ser cuantificada con éxito. Esta etapa incluye la combinación de la duración de la etapa oral fina, faríngea y la etapa esofágica inicial, la que de hecho representa el reflejo de la deglución según Miller, AJ.(1982) .

La deglución atípica se diagnostica mediante la observación visual de los músculos oro-faciales, y mediante la técnica de Payne. La incompetencia labial se diagnostica mediante la observación clínica de la posición de los labios durante el reposo. Estos medios diagnósticos no permiten un control cuantitativo que garantice mayor exactitud. La electromiografía y la mioescanografía podrían ser la solución a este problema. Las técnicas para registrar la actividad muscular por electromiografía y mioescanografía están bien definidas y probadas, y los errores posibles en la metodología como, por ejemplo, la colocación de los electrodos, han sido bien descritos por investigadores como O'Dwyer, NJ. Quinn, PT. Guitar, BE. Andrews, G. Neilson, PD. (1981). El manejo muscular de las alteraciones en las funciones orales, plantea la necesidad de desarrollar métodos no invasivos de cualificación y de evaluación visual de éstos desórdenes, como los descritos.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas al grupo interdisciplinar para el manejo de alteraciones miofuncionales del sistema Estomatognático: médicos fisiatras, fonoaudiólogos, fisioterapeutas, ortodoncista, odontopediatras y odontólogos generales.

De acuerdo con lo encontrado en este estudio, la amplitud del registro sEMG de los músculos masetero izquierdo y derecho, orbicular y mental, en los escolares con diagnóstico de DA, fue mayor con respecto al grupo control. En el orbicular, hubo una disminución estadísticamente significativa de la amplitud sEMG en contracción máxima. En los maseteros, El grupo CL presentó una amplitud mayor del registro sEMG en comparación con el grupo IL y el control. Los pacientes con diagnóstico de DA presentaron una disminución en las fuerzas compresiva y de resistencia del orbicular de los labios, contráctil de los maseteros, y extensora del músculo lingual, la diferencia con el grupo control fue estadísticamente significativa. Se recomienda entonces considerar que el uso de las ayudas descritas en esta investigación (sEMG, mioescanografía y dinamometría) dan la posibilidad de trascender los criterios clínicos subjetivos del diagnóstico clínico y alcanzar parámetros más objetivos para obtener un diagnóstico confiable.

Recommendations

These recommendations are directed to the interdisciplinary group for the management of myofunctional alterations of the stomatognathic system: psychiatrists, speech therapists, physical therapists, orthodontist, pediatric dentists and general dentists.

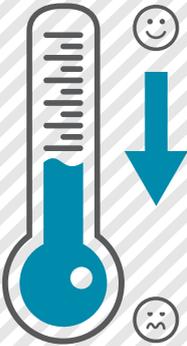
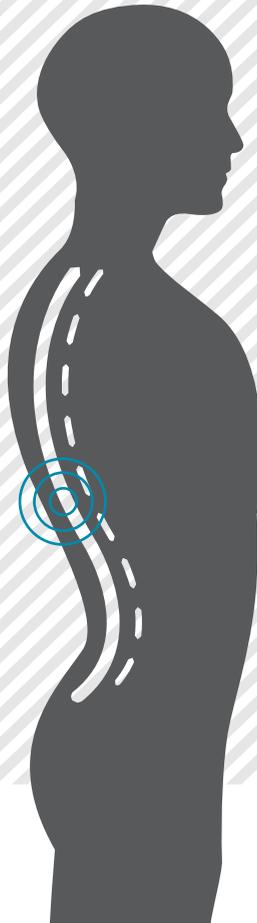
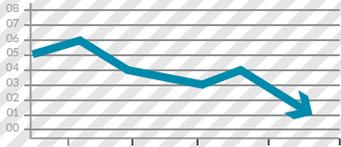
Based on the findings of this study, the amplitude of the SEMG record of the left masseter muscle and the right orbicularis and mental muscles was higher in school children diagnosed with DA compared to the control group. There was a statistically significant decrease in SEMG amplitude of the orbicular in maximal contraction. In the masseter, the CL group showed greater amplitude of the SEMG record compared to the IL and the control group. Patients diagnosed with atypical swallowing (AS) showed lower compression force and resistance of the orbicularis oris, contractile force of masseter muscles and tongue tensile strength; the difference with the control group was statistically significant. Therefore, it is recommendable to consider that the use of aids described in this research (SEMG, myoscanography and dynamometry) give the possibility of transcending the subjective clinical criteria of clinical diagnosis and achieving more objective parameters to obtain an accurate diagnosis.

Referencias bibliográficas

- Blair, C, Smith, A. (1986). "EMG recording in human lip muscles: can single muscles be isolated?" *Journal of Speech and Hearing Research*. 1986, pp. 29-256.
- Cooper BC, Cooper, DL, Lucente, FE.(1991). "Electromyography of masticatory muscles in craniomandibular disorders". *Laryngoscop*, 101(2). pp.150-7.
- Cooper BC, Rabuzzi DD. (1984). "Myofacial pain dysfunction syndrome: a clinical study of asymptomatic subjects". *Laryngoscope*, 94, pp. 68-75.
- Farret, S, Vitti, M, Farret, M. (1982). "Electromyographic analysis of the mentalis and depressor labii inferior muscles in the production of speech". *Electromyography and clinical neurophysiology*, 22(1-2), p. 137.
- Farret ,SM, Vitti, M, Farret ,MMB.(1988). "Electromyographic analysis of the upper and lower orbicularis oris muscles in the production of speech". *Electromyographic Clinical Neurophysiology*, 22, 125.
- Festa, F. (1985). "Joint distraction and condyle advancement with a modified functional distraction appliance". *Cranio*, 1985, 3, pp. 343-350.
- Goldstein, L.(2000). "The use of surface electromyography in objective measurement of the muscle function in facial pain/temporomandibular dysfunction patients". *The Functional orthodontist*, 17(3), p. 26.

- Gordon TE Jr. (1983). "The influence of the herpes simplex virus on jaw muscle function". *J. Craniomandibular Pract*, 2(1), pp.31-38.
- Hanson, M. (1988). "Orofacial myofunctional disorders: guidelines for assessment and treatment". *The International journal of orofacial myology: official publication of the International Association of Orofacial Myology*,14(1), p. 27.
- Jankelson, RR. (1990). "Scientific rationale for surface electromyography to measure postural tonicity in dental patients". *Cranio* ,8, pp. 207-209.
- Logemann, JA. (1983). *Evaluation and treatment of swallowing disorders*. San Diego CA: College Hill Press.
- Lowe, AA. Johnston, WD. (1979). "Tongue and jaw muscle activity in response to mandibular rotations in a sample of normal and anterior open-bite subjects". *American Journal of Orthodontics*, 76(5), pp. 565-576.
- Lowe AA, Takada K. (1988). "Association between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children". *AJODO*, 86(4), p. 319.
- Marx R. (1965). "The circum-oral muscles and the incisor relationship an electromyographic study". *Transactions of the European Orthodontics Society*, 41-187.
- Michler, L. Moller, E., Bakke, M. Andreassen, S. Henningsen, E. (1988). "Online analysis of natural activity in muscles of mastication". *J Craniomandib Disord*, 12(2), pp. 65-82.
- Miller, AJ. (1982). Deglutition. *Physiol. Rev*, 96:129-184. In: Vaiman M, Eviatar E, Segal LS. Evaluation of normal deglutition with the help of rectified surface electromyography Records. *Dysphagia* 2004; 19, pp.125 -134.
- Naeije M, Hansson TL. (1986). "Electromyographic screening of myogenous and arthrogenous TMJ dysfunction patients". *J Oral Rehabil*,13, pp. 433-441 .
- O'Dwyer, NJ. Quinn, PT. Guitar, BE. Andrews, G. Neilson, PD. (1981) "Procedures for verification of electrode placement in EMG studies of orofacial and mandibular muscles". *Journal of Speech and Hearing Research*, 24, p. 273.
- Vaiman, M. Eviatar ,E. Segal , S. (2004). "Evaluation of normal deglutition with the help of rectified surface electromyography Records". *Dysphagia*, 19, pp. 125 -134.
- Yemm, R. (1988). "A neurophysiological approach to the pathology and etiology of temporomandibular dysfunction". *J. Oral Rehabil*, 12, pp. 343-53.





Relación entre complicaciones clínicas y discapacidad en población colombiana con lesión medular: resultados desde el WHO-DAS II*

Relationship between clinical complications and disability in colombian population with spinal cord injury: results from the WHO-DAS II

Claudia Patricia Henao Lema | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: cphenao@autonoma.edu.co

Julio Ernesto Pérez Parra | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: jeperez@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: *Traumatismos de la médula espinal, complicaciones, evaluación de la discapacidad (Fuente: DeCs, BIREME)*

Key words: *Spinal cord injuries, complications, assessment of disability (source: MeSH, NLM)*

* Resumen tomado de Pérez JE, Henao CP (2013) Relación entre complicaciones clínicas y discapacidad en población colombiana con lesión medular: resultados desde el WHODAS II. *Aquichan* 13(2): 173-85.

Problema a resolver

La lesión medular (LM) es una condición neurológica que genera importantes repercusiones en la vida del individuo y produce diferentes grados de discapacidad [1]. A pesar de los grandes avances en atención pre-hospitalaria y en el manejo médico y quirúrgico de la condición aguda que han aumentado de forma importante la supervivencia de los pacientes, las complicaciones clínicas siguen siendo uno de los principales problemas por prevenir en las diferentes etapas de la enfermedad debido a la complejidad del cuadro clínico que las acompaña [2]. Aunque muchas de estas complicaciones son en cierta medida evitables [3], no son infrecuentes en nuestro medio y se asocian al aumento de la morbimortalidad, agravamiento de la condición de discapacidad y prolongación de los procesos de rehabilitación. Este tipo de situaciones repercuten de manera directa en la calidad de vida tanto de la persona como de su familia y generan un impacto importante en el sistema de salud puesto que en su manejo se deben invertir grandes recursos asociados a re-hospitalizaciones, necesidad de atención especializada y disminución de la capacidad productiva de la persona [2-4-5].

El WHO-DASII es, en la actualidad, una importante herramienta para evaluar de forma multidimensional el funcionamiento y la discapacidad en población con diversas condiciones de salud. Como medida de discapacidad tiene a su favor que es compatible con el principal sistema de clasificación internacional de discapacidad, la CIF de la OMS, fue desarrollado y validado con personas de gran diversidad cultural, e incluye la evaluación de todos los posibles trastornos asociados con la discapacidad, determinando el nivel de funcionamiento de la persona desde los ámbitos de actividad y participación.

Pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre las complicaciones clínicas y el grado de discapacidad en la población colombiana con lesión medular?

Contexto del estudio

Distintos estudios a nivel internacional reportan una alta incidencia y prevalencia de complicaciones en personas con LM. En un estudio estadounidense con 940 pacientes evaluados en el primero y segundo años post-lesión, sólo doce personas tenían tres o más complicaciones [6]. En un estudio italiano encontraron que el 54% de pacientes con LM tuvieron complicaciones clínicas en los seis meses precedentes [7]. En la casuística hondureña de Chang y Zelaya el 54% de los pacientes tuvieron alguna complicación aguda y el 79% crónica [8]. Amatachaya en un estudio tailandés prospectivo de seis meses post-alta hospitalaria, encontró que el 91% de los sujetos experimentó al menos una complicación clínica durante el período de seguimiento [9]. Según Bender y colaboradores en su serie cubana de pacientes de veinte países al menos 90%

presentaron vejiga neurogénica y 74% infecciones urinarias [10]. En un estudio mexicano se encontró que 61% de los pacientes tenían el antecedente de haber cursado con una úlcera de presión [11].

La prevención se convierte en la piedra angular para disminuir la incidencia de complicaciones, puesto que el desarrollo de una primera complicación clínica pone en riesgo a la persona de volverla a presentar en el futuro. Charlifue y colaboradores demostraron que el mejor predictor para la aparición de una complicación en personas con LM es su existencia previa aún en sobrevivientes de largo tiempo. Se encontró que el número de úlceras de presión aumentó con el tiempo y se destacó la importancia de la intervención temprana para su prevención [12].

Chang y Zelaya reportan que las complicaciones agudas y causas de hospitalización más frecuentes fueron las infecciones del tracto urinario y las úlceras por presión. Entre tanto, las complicaciones crónicas más frecuentes fueron la espasticidad y el dolor neuropático [8]. Bender y colaboradores encontraron que las complicaciones más frecuentes fueron vejiga neurogénica, osteoporosis, infecciones urinarias, constipación y espasticidad con prevalencias >40%; la depresión psicológica se presentó en 10% de los casos, el dolor neuropático en 21% y las úlceras por presión en 29% [10]. En una serie alemana se encontró que las complicaciones más frecuentes reportadas en el año precedente al estudio fueron en su orden los problemas vesicales e intestinales, espasmos, dolor, edema y úlceras por presión [13]. Hitzig y colaboradores en su serie canadiense encontraron que las complicaciones más frecuentemente reportadas fueron la espasticidad, dolor de hombro, dolor crónico, infecciones urinarias, problemas intestinales, depresión y estrés psicológico [4]. En el estudio tailandés las más frecuentes, tanto en fase subaguda como crónica, fueron el dolor neuropático, las infecciones del tracto urinario y las úlceras de presión. Sin embargo la incidencia fue mayor en la LM crónica[9].

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a población con lesión medular, asociaciones de personas con discapacidad, profesionales de la salud del área de la rehabilitación y funcionarios públicos de los sectores salud, educación, empleo y desarrollo social.

Las complicaciones clínicas asociadas a la LM siguen siendo condiciones frecuentes en nuestro medio a pesar de los avances en los procesos de atención y rehabilitación. Muchas de estas complicaciones se asocian en gran medida a la generación de discapacidad. Es importante determinar los factores de riesgo inherentes al desarrollo de las diferentes complicaciones clínicas en la población con LM, con el objetivo de que sean identificados de forma temprana y, de esta manera, desarrollar programas efectivos de tratamiento y rehabilitación

encaminados a la prevención de complicaciones clínicas que involucren la efectiva asistencia sanitaria y la educación de las personas y sus familias.

Se requieren investigaciones que indaguen sobre las medidas de autocuidado que siguen los pacientes con LM para promover su salud general y evitar complicaciones clínicas. Asimismo, se requieren estudios que evalúen las relaciones entre el proceso de envejecimiento y la incidencia y prevalencia de las complicaciones clínicas secundarias en población con LM.

Recommendations

These recommendations are directed to population with spinal cord injury, associations of people with disabilities, health professionals in the area of rehabilitation and public workers of the health, education, employment and social development sectors.

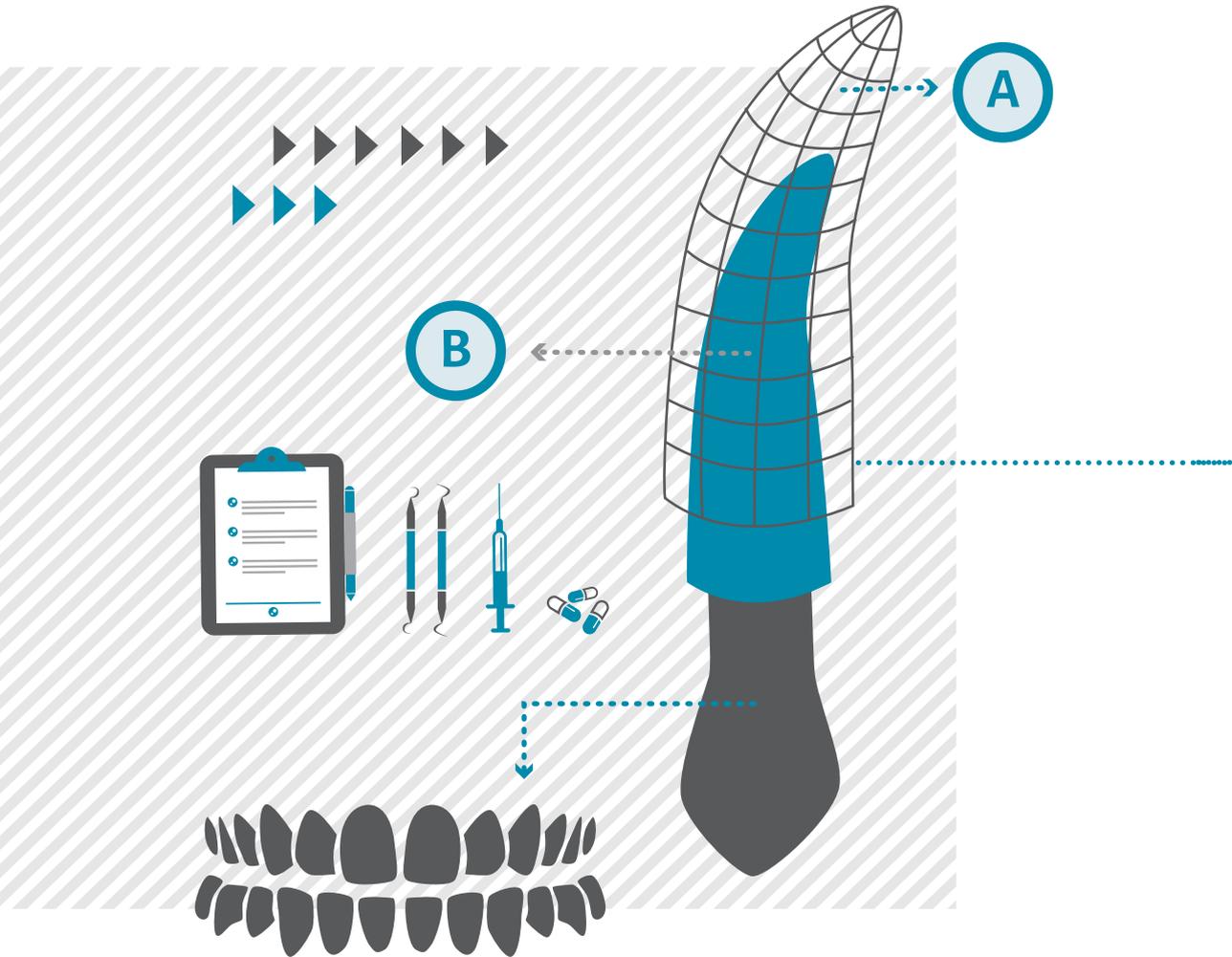
SCI-associated clinical complications remain prevalent conditions in our context despite the advances in treatment and rehabilitation processes. Many of these complications are greatly associated to the causes of disability. It is important to determine the risk factors inherent in the development of different clinical complications in people with SCI in order to identify them and, thus, to develop effective treatment and rehabilitation programs aimed at preventing complications involving effective health care and education of individuals and their families.

It is necessary to conduct research about self-care actions taken by patients with SCI to promote their overall health and prevent clinical complications. Additionally, studies that evaluate the relationship between the aging process and the incidence and prevalence of secondary clinical complications in population with SCI are required.

Referencias bibliográficas

- [1] Henao CP, Pérez JE. Lesiones medulares y discapacidad: Revisión bibliográfica. *Aquichán* 2010; 10 (2): 157-72.
- [2] Johnson R, Gerhart K, McCray J, Menconi J, Whiteneck G. Secondary conditions following spinal cord injury in a population-based sample. *Spinal Cord* 1998;36(1):45-50
- [3] Richards J, Waites K, Chen Y, Kogos S, Schmitt M. The Epidemiology of Secondary Conditions Following Spinal Cord Injury. *Top Spinal Cord Inj Rehabil* 2004;10(1):15-29
- [4] Hitzig SL, Tonack M, Campbell KA et al. Secondary Health Complications in an Aging Canadian Spinal Cord Injury Sample. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87:545-55.

- [5] Meade MA, Forchheimer MB, Krause JS, Charlifue S. The influence of secondary conditions on job acquisition and retention in adults with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2011; 92(3):425-32.
- [6] Putzke JD, Richards JS, Hicken BL, DeVivo MJ. Predictors of life satisfaction: a spinal cord injury cohort study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83:555-61.
- [7] Pagliacci MC, Franceschini M, Di Clemente B, Agosti M, Spizzichino L. A multicentre follow-up of clinical aspects of traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord* 2007; 45:404-10.
- [8] Chang K, Zelaya I. Caracterización de pacientes con lesión medular atendidos en un centro de Rehabilitación (Teletón) en Honduras. *Rev Med Hondur* 2007;75:174-180.
- [9] Amatachaya S, Wannapakhe J, Arrayawichanon P, Siritarathiwat W, Wattanapun P. Functional abilities, incidences of complications and falls of patients with spinal cord injury 6 months after discharge. *Spinal Cord* 2011; 49:520-4.
- [10] Bender JE, Hernández E, Prida M, Araujo F, Zamora F. Caracterización clínica de pacientes con lesión medular traumática. *Rev Mex Neuroci* 2002; 3(3):135-42.
- [11] Pérez R, Rodríguez E, Escobar A. Frecuencia de úlceras por presión en el paciente lesionado medular, su correlación con el nivel neurológico y escala de ASIA. *Rev Mex Med Fis Rehab* 2007; 19(1):16-23.
- [12] Charlifue S, Lammertse DP, Adkins RH. Aging With Spinal Cord Injury: Changes in selected health indices and life satisfaction. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85:1848-53.
- [13] Bloemen-Vrencken JHA, de Witte LP, Post MWM, Van den Heuvel WJA. Health behaviour of persons with spinal cord injury. *Spinal Cord* 2007; 45:243-9.



Caracterización de los sistemas de fuerzas iniciales generados al realizar movimientos traslacionales con alineadores plásticos y aditamentos en resina en un canino superior derecho: un análisis tridimensional con modelo de elementos finitos

Characterization of the initial forces systems generated when making translational movements with plastic aligners and resin attachments in an upper right canine: a threedimensional analysis with a finite element model

Carlos Iván Cardona García | Ingeniero Mecánico

E-mail: ivancg19@gmail.com

Juan Pablo Gómez Arango | Mg. en Ortodoncia y Ortopedia Máxilofacial

E-mail: jpgomez@autonoma.edu.co

Valentina Ramírez Martínez | Ortodoncista

valentinamartinezr@hotmail.com

Diana C. Giraldo Murillo | Ortodoncista

E-mail: diamona@hotmail.com

Fabio Marcelo Peña Bustos | Msc Ingeniería Mecánica

E-mail: fabiope@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Diseño Mecánico y desarrollo Industrial ARCHYTAS, Grupo de Investigación salud oral INSAO** ■

Palabras clave: Ortodoncia, Alineadores Plásticos, Análisis de Elementos finitos, Movimiento traslacional

Key words: Orthodontics, plastic aligners, finite elements analysis, translational movement.

Problema a resolver

Los M.E.F (Modelamientos de Elementos Finitos) contribuyen a la comprensión de la biomecánica de los dispositivos ortodóncicos ya que permiten la estimación de los esfuerzos generados dentro de las diferentes estructuras de los tejidos tales como el hueso alveolar, el ligamento periodontal y los dientes durante el tratamiento. Asimismo, con el uso de los M.E.F es posible determinar los patrones de carga y desplazamiento de acuerdo al dispositivo utilizado [1-4].

El movimiento traslacional en ortodoncia ha sido ampliamente estudiado y reconocido por su complejidad, ya que implica que la fuerza aplicada debe pasar a través del centro de resistencia del diente, alternativamente requiriendo un sofisticado sistema de fuerzas y momentos aplicados a la corona del diente [5-6]. Se han utilizado modelos de elementos finitos para simular movimientos dentales traslacionales con mecanoterapia ortodóncica basada en brackets [7-9], pero son escasos los estudios de movimientos dentales utilizando alineadores termoplásticos.

Las técnicas de movimiento de ortodoncia basadas en alineadores termoplásticos han demostrado limitaciones en la configuración de sistemas de fuerzas complejos, tales como la extrusión de los incisivos centrales, la rotación y la inclinación del canino [10], así como el movimiento traslacional del diente. La necesidad de superar esas limitaciones ha resultado en el desarrollo de aditamentos de complementación biomecánica de resina pegados a la superficie dental. Estas aplicaciones incrementan las capacidades biomecánicas de los alineadores, permitiendo la aplicación de sistemas de fuerza más complejos, usualmente incluyendo cuplas o pares. Es necesario comprender la naturaleza biomecánica de estas herramientas innovadoras, con el fin de soportar sus protocolos de uso en una evidencia confiable.

El objetivo de este estudio es la descripción, a través de un M.E.F, del sistema de fuerzas y patrones de desplazamiento generados por alineadores termoplásticos destinados a producir movimiento en cuerpo del diente, con y sin aditamentos de resina.

La pregunta de investigación planteada fue: ¿Es posible utilizar el análisis M.E.F. para determinar el efecto biomecánico al intentar un movimiento traslacional de un canino superior derecho con alineadores y aditamentos auxiliares biomecánicos en resina?

Contexto del estudio

En la actualidad es evidente la evolución de la ortodoncia con técnicas que ofrecen mayor comodidad, estética y disminución en la duración del tratamiento, como son los sistemas con alineadores plásticos, posicionándose a nivel mundial como se refleja en casi todos los programas de post-grado de

ortodoncia en Norteamérica que están incluyendo estas técnicas en sus currículos [10]. El movimiento dental con alineadores ha demostrado limitaciones en la generación de sistemas de fuerzas complejos como la extrusión de incisivos centrales, rotaciones e inclinaciones de caninos [11], así como el movimiento dental en cuerpo. Estas limitaciones han impulsado avances más recientes en las tecnologías de alineadores ortodóncicos plásticos, como el desarrollo de aditamentos en resina adheridos a la superficie dental generando cuplas ó pares.

Con el uso de placas termoplásticas se pueden observar movimientos de rotación e intrusión, en donde el material usado puede influir en las fuerzas que realizan los alineadores plásticos a los dientes [12], también se pueden generar cuplas o pares las cuales están determinadas por la forma y el tamaño de la corona de los dientes. Allí juega un papel importante el contacto generado entre cada diente y la superficie interior de la placa termoplástica [13]. Aunque se ha indagado sobre la rotación [12] y el torque [13], no han sido estudiados los efectos biomecánicos de las técnicas de alineadores plásticos en los movimientos de traslación dental, ni el papel de los aditamentos de complementación biomecánica de resina.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a Odontólogos, Ortodoncistas, Ingenieros Mecánicos, Investigadores en el área de modelamiento por elementos finitos y materiales de ingeniería. Ingenieros Biomédicos.

El estudio mostró que es posible utilizar el modelamiento por elementos finitos para mejorar la comprensión de la respuesta del diente y los dispositivos ortodóncicos utilizados, en términos de desplazamientos, cargas y esfuerzos. Las respuestas de fuerzas, cuplas y desplazamientos dentales obtenidos mediante la simulación muestran un buen acuerdo con la práctica clínica.

En un modelo 3D de elementos finitos, el sistema de fuerzas resultante de imponer un desplazamiento horizontal con alineador plástico a un canino superior derecho con aditamentos en resina, se acerca al movimiento en cuerpo del diente. En este sistema, el “contra-momento” (anti-horario) generado por las fuerzas que actúan sobre las superficies activas de los aditamentos de resina es cercano al momento inicial (horario) generado por el del desplazamiento del alineador.

La ausencia de aditamentos en resina en la simulación del mismo desplazamiento produce un sistema de fuerza compatible con la inclinación dental incontrolada (resultante de la ausencia del “contra-momento”).

Un hallazgo que arrojó el modelo fue la marcada tendencia a separar los flancos vestibular y palatino de la placa durante su desplazamiento hacia distal. Resulta interesante el hallazgo en la medida en que pueda sugerir un efecto intrusivo sobre el diente y una tendencia expulsiva de la placa durante su función.

Recommendations

These recommendations are directed to Dentists, orthodontists, mechanical engineers, researchers in the area of finite elements modeling and engineering materials, biomedical engineers.

The study showed that it is possible to use finite element modeling to improve understanding of the response of the tooth and orthodontic devices used regarding displacements, loads and stresses. Responses of forces, couplings and dental displacement obtained by simulation show correspondence with clinical practice.

In a 3D finite element model, the system of forces resulting from imposing a horizontal scroll with a plastic aligner to an upper right canine with resin attachments is similar to the tooth movement in the body. In this system, the "counter-moment" (counterclockwise) generated by the forces acting upon the active surfaces of the resin attachments is close to the initial moment (clockwise) generated by the displacement movement of the aligner.

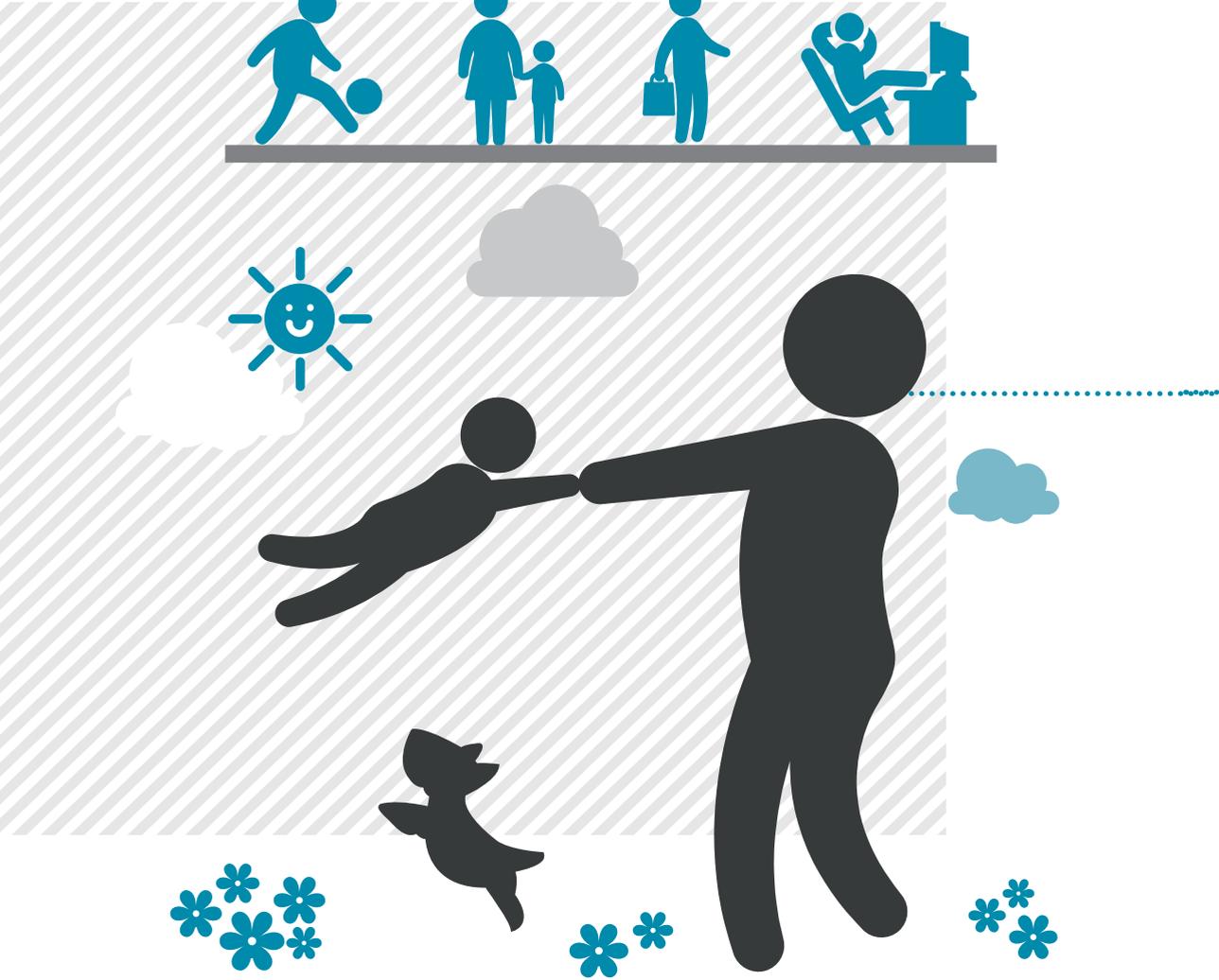
The absence of resin attachments in the simulation of the same displacement produces a force system compatible with the uncontrolled dental inclination (resulting from the absence of the "counter-moment").

One finding showed by the model was the marked tendency to separate the vestibular and palatal sides of the plate during their distal displacement. This is an interesting finding because it would be possible to suggest an intrusive effect on the tooth and an expulsive tendency of the plate during its function.

Referencias bibliográficas

- [1] Hayashia K, Araki Y, Uechi J, Hiroki Ohno H, Mizoguchi I. A novel method for the three-dimensional (3-D) analysis of orthodontic tooth movement calculation of rotation about and translation along the finite helical axis. *J Biomech.* 2002;35:45-51.
- [2] Jones ML, Hickman J, Middleton J, Knox J, Volp C. A validated finite element method study of orthodontic tooth movement in the human subject. *J Orthod.* 2001;28:29-38.
- [3] Cattaneo, PM, Dalstra M, Melsen B. The finite element method: A tool to study orthodontic tooth movement. *J Dent Res.* 2005;84:428-433.
- [4] McGuinness BN, Wilson AN, Jones M, Middleton J, Robertson NR. Stresses induced by edgewise appliances in the periodontal ligament -a finite element study-. *Angle Orthod.* 1992;62:15-22.
- [5] Kusy RP. Influence of force systems on archwire-bracket combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(3):333-342.

- [6] Smith RJ, Burstone CJ. Mechanics of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984;85:294-307.
- [7] Geramy A. Bodily labializing lateral incisors: 3D analysis using finite element method. *Acta Odontol Scand.* 2013;71:570-576.
- [8] Tominaga JY, Chiang PC, Ozaki H, Tanaka M, Koga Y, Bourauel C, Yoshida N. Effect of play between bracket and archwire on anterior tooth movement in sliding mechanics: A three-dimensional finite element study. *J Dent Biomech.* 2012; 3:1758736012461269
- [9] Qian Y, Liu Z, Fan Y. Numerical simulation of canine bodily movement. *Int J Numer Meth Biomed Engng.* 2010;26:157-163.
- [10] Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:27-35.
- [11] Hahn W, Engelke B, Jung K, Dathe H, Flalka-Fricke J, Kubein-Meesenburg D, Sadat-Khonsari R. Initial forces and moments delivered by removable thermoplastic appliances during rotation of an upper central incisor. *Angle Orthod.* 2010;80:239-246.
- [12] Hahn W, Zapf A, Dathe H, Flalka-Fricke J, Fricke-Zech S, Gruber R, Kubein-Meesenburg D, Sadat-Khonsari R. Torquing an upper central incisor with aligners-acting forces and biomechanical principles. *Eur J Orthod.* 2010; 32(6):607-613.
- [13] Liang W, Rong Q, Lin J, Xu B. Torque control of the maxillary incisors in lingual and labial orthodontics: A 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:316-322.
- [14] Toms SR, Eberhardt AW. A nonlinear finite element analysis of the periodontal ligament under orthodontic tooth loading. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123:657-665.
- [15] Osswald TA, Menges G. *Materials science of polymers for engineers.* 2^o edition. 2003, Kempten-Germany. p 391
- [16] Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: A systematic literature review. *Angle Orthod.* 2003;73:86-92.
- [17] Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Moment-to-force ratio, center of rotation, and force level: a finite element study predicting their interdependency for simulated orthodontic loading regimens. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 May;133(5):681-9.



Niveles de sedentarismo en personas de 18 a 60 años de edad de ocho ciudades colombianas

Sedentarism levels in people between the ages of
18 and 60 in eight colombian cities

José Armando Vidarte Claros | Ph.D. en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
E-mail: jovida@autonoma.edu.co

Consuelo Vélez Álvarez | Ph.D. en Salud Pública
E-mail: cva@autonoma.edu.co

José Hernán Parra Sánchez | Magíster en Ciencias Económicas
E-mail: jhparrasa@unal.edu.co

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

Palabras clave: Sedentarismo, Obesidad, Actividad Física, estilo de vida sedentario.

Key words: Sedentarism, obesity, physical activity, sedentary lifestyle.

Problema a resolver

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002), en su estrategia de salud para todos en el año 2010, plantea para los objetivos del 2011, entre otros, los siguientes: (i) la reducción de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en todos los grupos de edad, (ii) el incremento de la proporción de adultos que realiza actividad física moderada diaria, de tal forma que la realicen al menos durante 30 minutos; y en adolescentes, (iv) promover las actividades físicas que proporcionen una buena capacidad cardiorespiratoria tres o más veces por semana. Estudios realizados (Bouchard, Sehepard y Stephens, 1994; Ramírez, 2007; OPS, 2007) muestran un 76,6% de las mujeres que tienen un estilo de vida sedentaria, y un 56,7% en los hombres. En cuanto al sedentarismo se encuentran datos sobre su incremento con la edad, existiendo hasta un 80,3% de hombres sedentarios en el grupo de mayor edad, y un 86,3% entre las mujeres, respectivamente. Tal como lo describen estos estudios (Bouchard, Sehepard y Stephens, 1994; Ramírez, 2007; OPS, 2007), existe una asociación causal entre la inactividad física y la aparición de enfermedades como cardiopatía isquémica, hipertensión arterial, accidentes cerebrovasculares, diabetes mellitus, osteoporosis, enfermedades mentales, y algunos tipos de cáncer. El sedentarismo se asocia con una gran cantidad de defunciones al año en el mundo, predispone a enfermedades como la obesidad, la diabetes y los problemas cardiovasculares, entre otros. En Estados Unidos la inactividad física y un régimen alimentario deficiente representan por lo menos el 14 % de las muertes anuales. El análisis de los datos en Australia, Canadá, Estados Unidos, Suiza y el Estado de São Paulo (Brasil), indican que la inactividad física es responsable del 2 al 6 % de los gastos totales en salud. En Estados Unidos esto equivale anualmente a 76 mil millones de dólares en gastos de asistencia sanitaria, potencialmente evitables (Irwin, 2004). Lo anterior muestra cómo el sedentarismo se ha convertido en una problemática de salud pública a nivel mundial (Red Colombiana de Actividad Física, 2002). En Colombia, hasta el momento, no existen datos unificados sobre la prevalencia del sedentarismo, ni hay estudios epidemiológicos o de salud pública en todo el territorio nacional, aclarando que los estudios realizados hasta el momento son particulares y desarrollados en contextos específicos. Este estudio buscó establecer los niveles de sedentarismo en población de 18 a 60 años de 8 ciudades Colombianas.

Contexto del estudio

El desarrollo de esta investigación permite realizar un aporte a lo planteado en el objetivo N° 6 del Plan Nacional de Salud Pública Nacional (2007-2010) cuyo propósito es disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles y las discapacidades y a las metas propuestas en el Plan Decenal de Salud pública (2012-2021) sobre reducción de Enfermedades Crónicas no transmisibles. Esta

investigación parte de la concepción de salud que asume la posibilidad de modificar los condicionantes o determinantes de la salud, con el fin de mitigar su impacto en la salud individual y colectiva (OPS, 2007).

Los datos epidemiológicos en el mundo han puesto en evidencia la problemática del fenómeno del sedentarismo y su impacto en la salud de los pueblos, en el ámbito mundial ha aumentado rápidamente la carga de las enfermedades crónicas. En 2001, éstas fueron la causa de casi el 60 % de 56 millones de defunciones anuales y el 47 % de la carga mundial de morbilidad (Red Colombiana de Actividad Física, 2002).

El término sedentario proviene del latín *sedentar us, de sed re*, estar sentado. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2002), lo definió como “la poca agitación o movimiento”. En términos de gasto energético, se considera que una persona es sedentaria cuando en sus actividades cotidianas no aumenta más del 10% la energía que gasta en reposo (metabolismo basal). Este gasto de energía se mide en MET's (unidad de equivalencia metabólica), durante la realización de diferentes actividades físicas como caminar, podar el pasto, hacer el aseo de la casa, subir y bajar escaleras, entre otras (Irwin, 2004). Según el reporte de *US Surgeon Generals* un individuo es sedentario cuando el total de energía utilizada es menor a 150 Kcal. (Kilocalorías) por día, en actividades de intensidad moderada (aquella que gasta de 3 a 4 equivalentes metabólicos (MET's). Lo anterior significa que una persona es calificada como sedentaria cuando participa en actividades físicas por períodos menores de 20 minutos diarios con una frecuencia menor de tres veces por semana. Se ha establecido una relación entre los niveles de actividad física y el número de pasos por día (Irwin, 2004; OPS, 2005). Estos autores consideran que una persona es activa, cuando en sus actividades cotidianas camina más de 10 mil pasos diarios. En general, en los países desarrollados, solamente un tercio de la población adulta cumple con los criterios mínimos de actividad física acumulable para traer beneficios para la salud. Por el contrario, los dos tercios restantes, llevan una vida claramente sedentaria o desarrollan un trabajo físico insuficiente (mínimo 30 minutos diarios) (Bernstein, Morabia, Sloutskis, 1999; OMS, 2002). En estados Unidos más del 60% de adultos no hace la cantidad recomendada de ejercicio y de igual manera se evidencia que solo el 30% de los adultos realizan de manera regular la actividad física, el 40% de los adultos y el 23% de los niños no hacen actividad física en su tiempo libre y el 25% de los estudiantes de bachillerato hacen al menos 30 minutos de actividad física 5 días o más a la semana (American Heart Association, 2007; Powers, Howlwy, 2000). Según la OPS y la OMS, en América Latina, casi tres cuartos de la población tienen un estilo de vida sedentario, gran parte de la población de todas las edades es inactiva, siendo las mujeres las de mayor tendencia, lo mismo que la población de escasos recursos (Jacoby, Bull, Neiman, 2004). En relación con la población adulta el nivel de Actividad física es muy bajo, con estudios en algunos países latinos que muestran una participación reducida a medida que se avanza en la

edad (University of Virginia Health System, 2010). En Colombia, los datos sobre el sedentarismo son muy similares a los de los demás países aquí referenciados. El estudio nacional de factores de riesgo de enfermedades crónicas evidencia que el 52% no realiza actividad física y solo el 35% de la población encuestada realiza actividad física con una frecuencia de una vez a la semana, el 21,2% la realiza de manera regular mínimo 3 veces a la semana. En Bogotá, por ejemplo, se reportan datos como los siguientes: el 20% de los adolescentes es sedentario, el 50% irregularmente activo, el 19% regularmente activo y el 9.8% activo (Varela, Duarte, Salazar, Lema, Tamayo, 2010; Vidarte, Vélez, Parra, 2012; Vidarte, Vélez, Sandoval Alfonso, 2010; Vidarte Vélez, Montealegre, 2012; Vidarte Vélez, Rios, 2012.). Un estudio sobre el nivel de sedentarismo en la ciudad de Cartagena concluye “(...) que la prevalencia de factores de riesgo en este estudio ha sido similar a la de otros estudios en demás países occidentales; se observó diferencia significativa en la vida sedentaria y en los niveles de educación. Se notó un incremento de los factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares correlacionándolas con la edad, lo cual permite empezar a adoptar y modificar el estilo de vida para disminuir los riesgos de las enfermedades cardiovasculares” (Manzur.y Arrieta, 2005; Paz, 2010). Aunque muchos se han propuesto conocer el nivel de sedentarismo de cierta población también es claro que los métodos utilizados no son lo suficientemente objetivos; se han utilizado métodos no experimentales que permiten determinar el sedentarismo, registrando el tiempo destinado a actividades de ocio y han sido confiables para dar resultados. Para el caso de este estudio la propuesta de clasificar el sedentarismo a través de un test físico con relación a la frecuencia cardíaca propuesto por Pérez- García- Rojas (2002); permite suministrar datos más directos y reales para la clasificación del sedentarismo.

CRITERIO CLASIFICACION	
<p style="text-align: center;">SEDENTARIO</p> <p>A.- No vence la primera carga (17 p/min) a (68 beats)</p>	Sedentario Severo
<p>B.-Vence la primera carga, pero no la segunda (26p/min) a (104 beats)</p>	Sedentario Moderado
<p style="text-align: center;">ACTIVOS</p> <p>C.- Vence la segunda carga, pero no la 3ra (34 p/min.) (144 beats)</p>	Activo
<p>D.- Vence la 3ra carga (34 p/min.) a (144 beats)</p>	Muy Activo

Tabla 1. Clasificación de Sedentarismo
Tomada del test de clasificación del sedentarismo de Pérez-Rojas-García

Recomendaciones dirigidas a:

- Secretarías de Deporte Municipal y Departamental
- Secretarías de Educación Municipal y Departamental
 - Secretarías de Salud Municipal y Departamental
 - Coldeportes. Área de Actividad Física
 - EPS del Sistema de salud

Dados los resultados generales de la investigación en el cual se evidencian altos niveles de sedentarismo en las diferentes ciudades estudiadas y la manera como variables como el género, la edad, factores de riesgo, índice de masa corporal y práctica de la actividad física se relacionan con el sedentarismo; es importante en el desarrollo de programas de actividad física que éstas sean consideradas para focalizar estrategias de intervención, dado que uno de los problemas ha sido las intervenciones generalizadas, olvidando la premisa que “la focalización de acciones en salud pública genera un mejor y mayor impacto en la salud” ya que obliga a cada sujeto empoderarse de su proceso de manera individual.

Los entes Gubernamentales deben, a través de sus planes Locales y Departamentales de Salud, fortalecer la difusión de práctica de estilos de vida saludables procurando que la población se empodere de su salud a través del desarrollo de comportamientos conductas saludables, en este sentido establecer programas de prevención basados en la educación y evaluación de los factores de riesgo permiten a la población conocer sus características individuales y establecer una ruta en la búsqueda de una vida sana.

Tomar como referencia los datos aportados por esta investigación los cuales resultan importantes para la comprensión del fenómeno del sedentarismo, pueden ser el punto de partida para la creación de una política pública con miras a disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles en la población general.

Con esta información se podrán tomar decisiones oportunas sobre las acciones que desde la salud pública buscan promover la actividad física al igual que realizar priorización de los programas y proyectos para el fomento de esta encaminadas al logro final de la calidad de vida de la población. Es importante generar procesos y estrategias de monitoreo frente al comportamiento sedentario con miras a estimular la práctica constante de la actividad física como política de la promoción de la salud.

Se hace necesario que los entes Gubernamentales adecuen y/o fortalezcan los espacios para la práctica de la actividad física, esto permitirá que, a futuro, pueda ser asumida como una conducta social de colectivos, evitando que éstos se convierten en víctimas de los estragos que produce la inactividad.

Se evidencia que los estilos de vida sedentarios en la población estudiada podrían generar un alto costo económico para las entidades de salud del País,

por lo tanto se recomienda que las EPS e IPS utilicen la formulación de la actividad física como una práctica constante en la prevención y manejo de enfermedades crónicas no transmisibles.

Esta nueva clasificación del sedentarismo y el instrumento para medirlo se ajusta, en el contexto mundial, a las demandas de la OMS para la promoción de salud, la cual está exigiendo no sólo educación sino acciones prácticas que conlleven a incorporar a la población a erradicar el sedentarismo de una forma eficiente, eficaz y segura. Esta innovación científica tiene un carácter no sólo preventivo sino que, incluso, puede ser utilizado como un método predictivo de las enfermedades crónicas no transmisibles y sus factores de riesgo, si es utilizada y socializada entre quienes hacen la clasificación del sedentarismo en la población.

Recommendations directed to:

- Departmental and Municipal Sports Board
- Departmental and Municipal Education Board
- Departmental and Municipal Health Board
- COLDEPORTES: Physical Activity Area
- Health Care Promoting Entities

The general results of the research show that there are high levels of sedentary behavior in the different cities studied and the relationship between variables such as gender, age, risk factors, body mass index and practice of physical activity and sedentary lifestyle. Thus, it is important to consider them in the development of physical activity programs in order to set intervention strategies since one of the problems has been widespread interventions, forgetting the premise that "the targeting of public health actions generates more and better impact on health" as it forces each subject to empower his own process individually.

Governmental authorities should strengthen the dissemination of healthy lifestyles practice for people to take control of their health by developing healthy behaviors through their local and departmental health plans. Hence, the establishment of prevention programs based education and assessment of risk factors allow people to know their individual characteristics and to establish a path in search of a healthy lifestyle.

The information provided by this research regarding the importance of understanding the phenomenon of sedentarism, can be the starting point for the creation of a public policy aimed at reducing chronic non-communicable diseases in the general population.

Based on this information, it is possible to make decisions from public health care promotion regarding actions that seek to promote and to prioritize physical activity programs and projects aimed at achieving quality of life of the population. It is important to establish processes and monitoring strategies against sedentary behavior in order to encourage consistent practice of physical activity as a policy of promoting health.

It is necessary that the governmental entities strengthen spaces for the practice of physical activity because it will allow its practice to become a collective social behavior, preventing people to be the victims of the damages produced by inactivity.

It is evident that sedentary lifestyles in the population studied could generate a high economic cost to health institutions in the country. Therefore, it is recommendable that Health Care Promoting Entities use the formulation of physical activity as a regular practice in the prevention and management of chronic non-communicable diseases.

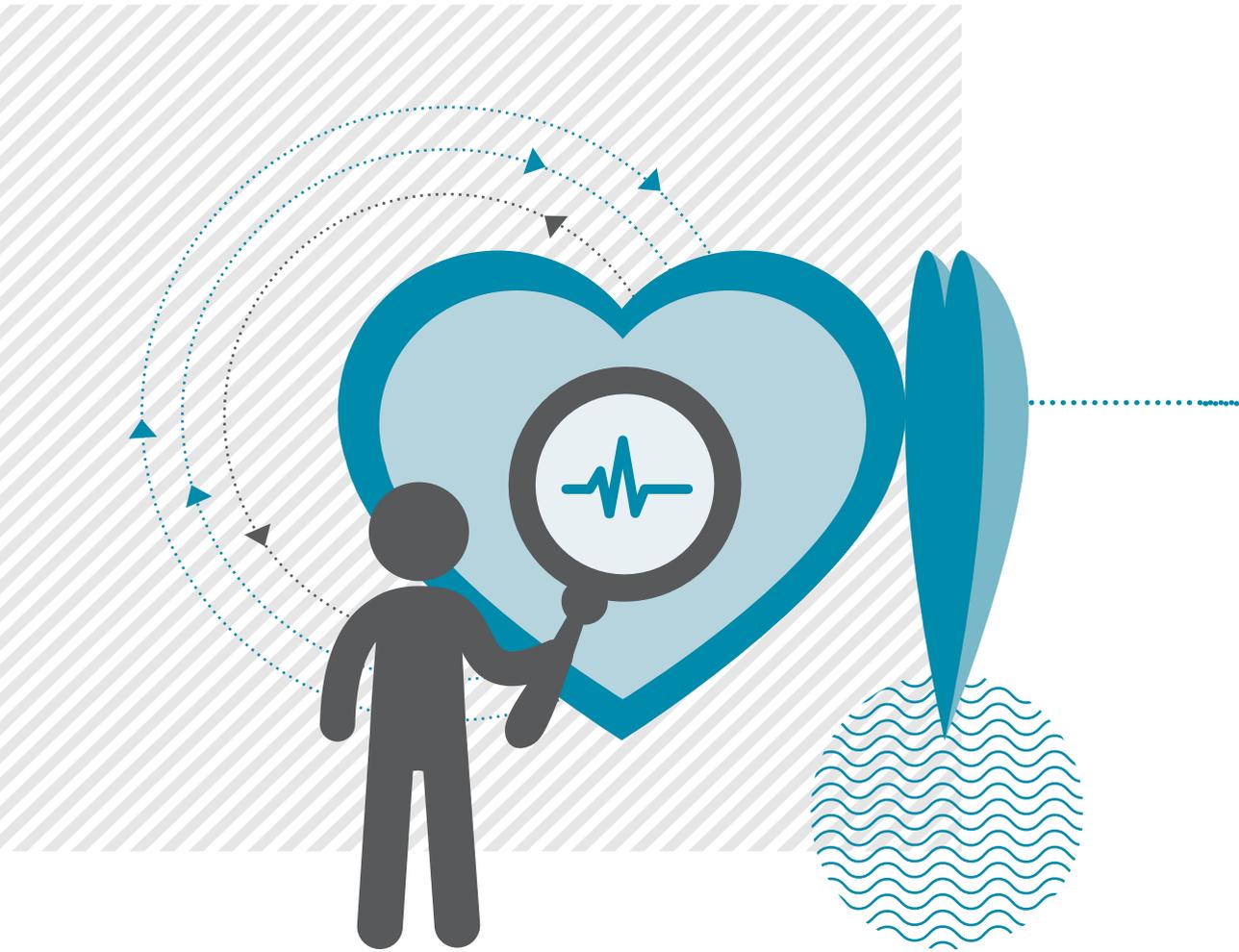
This new classification of sedentarism and the instrument used to measure it fit the global context and the demands of the WHO for health promotion regarding education and practical actions that lead to involve people in the efficient, effective and secure way to reduce sedentary lifestyle. Not only does this scientific innovation have a preventive character, it also can be used as a predictive method of chronic non-communicable diseases and their risk factors, if it is used and socialized among those who classify sedentary lifestyles in the population.

Referencias bibliográficas

- American Heart Association. (2007). *El sedentarismo (inactividad física)*. Disponible en: www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3018677
- Bernstein, Morabia y Sloutskis (1999). "Definition and prevalence of sedentarism on an urban population". *Am J Public Health*, 89, pp. 862-27.
- Bouchard C. Shepard RJ, Stephens T. (1994). "Physical activity, Fitness and Health". International Proceedings and Consensus Statement. Champaign: Human Kinetics.
- Irwin JD. (2004). "Prevalence of university students' sufficient physical activity: A systematic review". *Perceptual and Motor Skills*, 98 (3), pp. 927-943.
- Jacoby E, Bull F, Neiman A. (2004). *Actividad física: Una prioridad ante el sedentarismo de la vida actual*. Disponible en: www.castellanos.com.ar/nuevo/textos.php?id=20833
- Manzur F., y Arrieta, C. (2005). "Estudio sociológico y del conocimiento de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en la costa Caribe colombiana". *Rev. Col. Cardiol*. Vol.12 No. 3, Bogotá.

- Organización Mundial de la Salud. (2002). “Informe sobre la salud en el mundo: Reducir los riesgos y promover una vida sana”; 65
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2007). Ministerio de Salud de Colombia. Instituto Nacional de Salud. Situación de Salud en Colombia. Indicadores básicos.
- Paz B SA. (2009). Epidemiólogos Asociados Ltda. [Internet]. Prevalencia de actividad física mínima recomendada en Adolescentes entre los 13 a 17 y adultos entre los 18 a 64 años del municipio de Pasto 2009. Disponible en: http://www.saludpasto.gov.co/Linea_Base_Act_Fisica.pdf. Consultado en septiembre de 2012(2)
- Pérez A, Suárez R, García G, Espinosa A, Linares D. (2006). Propuesta de variante del test de sedentarismo y su validación estadística. Facultad de cultura física. Universidad de Cienfuegos. Cuba, 2006. Disponible en: www.fac.org.ar/1/.../Sedentarismo%20Cuba.htm
- Powers SK., y Howlwy ET. (2000). *Fisiología del ejercicio: teoría y aplicación en el acondicionamiento y desempeño*, São Paulo: Manole Ltda.
- Ramírez NHE. (2007). La Actividad física como medio de construcción social. Conferencia Internacional Actividad Física “Sedentarismo, mal del siglo XXI”
- Red Colombiana de Actividad Física. (2002). Asociación de Medicina del deporte de Colombia. e-mail: redcolat@yahoo.com Conferencia: Conformación de la Red de Actividad Física. Pereira Risaralda Colombia
- University of Virginia Health System. Las enfermedades cardiovasculares – los riesgos de la inactividad física. Disponible en: www.healthsystem.virginia.edu/uvahealth/adult-cardiac-sp/exercise.cfm.
- Varela M, Duarte C, Salazar M, Lema L, Tamayo J. (2011). Actividad física y sedentarismo en jóvenes universitarios de Colombia: prácticas, motivos y recursos para realizarlas. Colombia Médica. Vol. 42. 269-77.
- Vidarte J, Vélez C, Parra J. (2012). Niveles de sedentarismo en población de 18 a 60 años. Manizales, Colombia. Rev Fac Nac de Salud pública: 14 (3).
- Vidarte, Vélez, Sandoval C, Alfonso M. (2013). Prevalencia de sedentarismo y factores asociados, en personas entre 18 y 60 años de la ciudad de Tunja. Revista facultad de medicina, volumen 61 No.1
- Vidarte JA., Vélez C., Montealegre LM. (2012) Modelo predictivo de los niveles de sedentarismo en población entre 18 y 60 años de la ciudad de Neiva. Rev. Entornos, Bo. 25 ed. especial, diciembre.
- Vidarte JA, Vélez C, Ríos DM. (2012). Prevalencia de Actividad Física y factores relacionados en la población entre 18 y 60 años de la ciudad de Pereira. Revista Médica de Risaralda, vol. 17 No. 2 85-89-.





Relación entre los factores de riesgo cardiovascular y las variables sociodemográficas, antropométricas, clínicas y categoría de riesgo coronario duro a 10 años en personas de 20 a 79 años de la ciudad de Manizales

Ratio of cardiovascular risk factors and sociodemographic, anthropometric, clinical and hard coronary heart disease risk variables in 10 years in people between the ages of 20 and 79 in Manizales

Alexandra López López | Mg. en Discapacidad
E-mail: alexlo@autonoma.edu.co

Carmen Liliana Ávila Rendón | Mg. en Discapacidad
E-mail: liliavila@autonoma.edu.co

Lida Maritza Gil Obando | Mg. en Discapacidad
E-mail: lidagil@autonoma.edu.co

Consuelo Vélez Álvarez | PhD. en Salud Pública
cva@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: Factores de Riesgo, Cardiovascular, Hipertensión, Factores predisponentes, Obesidad, Dislipidemia. (Fuente; DeCSBireme).

Key words: Risk factors, cardiovascular, hypertension, predisposing factors, obesity, dyslipidemia. (Source; DeCSBireme).

Problema a resolver

Según la Organización Mundial de la Salud, la enfermedad cardiovascular (ECV) es uno de los mayores problemas de salud pública en el mundo siendo la primera causa de mortalidad al ocasionar 17 millones de muertes al año. Se estima que este problema es mucho mayor en países en vía de desarrollo y se considera que millones de personas tienen factores de riesgo, tales como hipertensión arterial, tabaquismo, diabetes, hiperlipidemias y dieta inadecuada (World-Health-Organization, 2002). Se ha estimado que para el año 2020, habrá un aumento entre 120% y 137% en la incidencia de enfermedad coronaria en las mujeres y los hombres (Leeder, Raymond, & Greenberg, 2004). Este fenómeno se explica, entre otras razones, por la denominada transición epidemiológica, que se asocia con un notable aumento en la prevalencia de factores de riesgo como la obesidad, la hipertensión arterial, el tabaquismo, el consumo exagerado de alcohol, los cambios en los hábitos nutricionales y el sedentarismo. En las últimas décadas se han realizado estudios que demuestran la influencia de los factores de riesgo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. Se distinguen entre factores de riesgo cardiovascular considerados “clásicos” (hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes, sedentarismo, obesidad, tabaquismo), de otros considerados “emergentes” (trastornos de base genética y otros en relación a posibles estímulos infecciosos) y cuya relevancia como factores de riesgo se encuentra actualmente en estudio (Greenland, 2003). Durante años se han tratado estos factores de riesgo de forma independiente, aunque últimamente se sabe que los factores de riesgo se deben considerar siempre en el contexto general de la persona. El abordaje tradicional de los factores de riesgo cardiovascular se ha basado hasta hace unos años en el control individual de dichos factores. No obstante, en la actualidad, la mayoría de las guías de práctica clínica de manejo de usuarios con factores de riesgo cardiovascular proponen la cuantificación del riesgo cardiovascular y con base a la situación del riesgo encontrada se plantean los objetivos terapéuticos y se decide la asociación o no de medidas farmacológicas sumadas a las fundamentales medidas higiénico-dietéticas que deben realizar los usuarios (Mancia et al., 2007). Por lo anterior es necesario obtener diagnósticos reales, actualizados y completos de estratificación de riesgo cardiovascular, no sólo en población mayor de 40 años, como tradicionalmente se ha trabajado, sino desde edades que abarquen población joven, siendo realmente desde estas edades en las que se pueden implementar estilos de vida saludables, logrando impacto en la disminución de los factores de riesgo generales y en los índices de morbi-mortalidad por enfermedad cardiovascular en la población general. La presente investigación se orientó hacia el campo de la prevención, tanto primaria, en la detección de factores de riesgo en sujetos sin enfermedad cardiovascular manifiesta, y secundaria en la detección de factores de riesgo

en sujetos con enfermedad cardiovascular manifiesta. Existe una necesidad reconocida de investigaciones que enriquezcan el campo de la prevención y promoción específica en fisioterapia. La presente investigación enriqueció este campo específicamente desde el dominio cardiovascular. Con base en lo expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación entre los factores de riesgo cardiovascular y las variables sociodemográficas, clínicas, antropométricas y categoría de riesgo coronario duro a 10 años, en personas de 20 a 79 años de la ciudad Manizales?

Contexto del estudio

Factor de riesgo

Desde el concepto de la epidemiología, un “(...) factor de riesgo es una condición o característica de un individuo o población que está presente en forma temprana en la vida y se asocia con un riesgo aumentado de desarrollar una enfermedad futura” (Ridker et al., 2001). Estas son condiciones o características que predisponen al desarrollo de cierta enfermedad. En este caso, se refiere al desarrollo de un evento cardiovascular como angina, infarto de miocardio, muerte súbita o muerte por cualquier causa cardiovascular. Los factores de riesgo no solo tienen relación con la etiología de la enfermedad, sino que también se refieren a aquellos fenómenos que pueden modificar la presentación de la misma o que pueden llegar a convertirse en factores pronósticos de la enfermedad; es entonces como la exposición de una persona a ciertos fenómeno o a agentes del medio ambiente pueden aumentar la probabilidad, en términos estadísticos, de desarrollar una enfermedad o, en el caso contrario, la intervención sobre dichos fenómenos puede llevar a la disminución del riesgo.

Riesgo cardiovascular

Si la condición es un incidente coronario se hablaría de riesgo coronario pero si este se presenta en un recorrido vascular o territorio arterial se hablaría de riesgo cardiovascular o vascular. Dentro del riesgo coronario se habla de riesgo coronario duro que se da cuando un sujeto ha sufrido un Infarto Agudo al Miocardio (IAM) sea mortal o no. Es preciso resaltar que algunos autores incluyen la angina de pecho inestable (Villar et al., 2003).

Factores de riesgo mayores, independientes o causales

Cuando existe una clara evidencia en la relación causal independiente. El factor precede el comienzo de la enfermedad y debe tener una explicación

biológica. La relación entre estos factores y la enfermedad aterosclerótica ha sido derivada de estudios como el Framingham Heart Study (Cuende, 2011). En este grupo encontramos:

- **Edad:** Por debajo de los 55 años, la incidencia de enfermedad coronaria en el hombre es 3:1 con respecto a la mujer. Después de los 55 años la incidencia de la enfermedad en la mujer se incrementa y en el hombre disminuye.

Se considera factor de riesgo cardiovascular en:

Hombre > o igual 45 años

Mujer > o igual a 55 años

- **Historia familiar de enfermedad coronaria prematura:** En el estudio de Framingham se estableció que la historia familiar de enfermedad coronaria era un factor de riesgo importante, el cual no era susceptible de modificar. La historia familiar como factor de riesgo se considera un evento de infarto agudo al miocardio o muerte súbita en familiares de primer grado, iguales o menores a 55 años en hombres y de 65 años o menos en mujeres.

- **Tabaquismo:** El consumo de cigarrillo es el único factor de riesgo modificable más importante para la enfermedad coronaria. Según las Guías de Rehabilitación Cardíaca y Programas de Prevención Secundaria de la Asociación Americana de Rehabilitación Cardíaca y Pulmonar (AACVPR), el consumo de este incrementa cerca del 50% de la mortalidad cardiovascular; además incrementa el riesgo de re-estenosis post angioplastia. Tanto los fumadores activos como pasivos presentan disfunción endotelial persistente en la exposición continua (Wilson, 2006).

- **Hipertensión arterial:** Es un factor de riesgo mayor, continuo, progresivo y silencioso. La hipertensión arterial causa daño sobre el endotelio vascular, resultando en áreas ausentes de células endoteliales. Este mecanismo facilita el proceso aterogénico incrementando la formación de placas o trombos. La relación entre presión arterial y riesgo de enfermedad cardiovascular es continuo e independiente de otros factores de riesgo. Los niveles elevados de presión arterial es una gran causa de ataque cardíaco, falla cardíaca, enfermedad cerebrovascular y enfermedad renal. Para individuos entre los 40 y 70 años de edad, cada incremento de 20 mmHg de la presión arterial sistólica y de 10 mmHg de la presión diastólica, duplica el riesgo de enfermedad cardiovascular, en rangos de presión sanguínea entre 115/75 y 185/115 mmHg (Vasan et al., 2001).

■ **Dislipidemia:** Los lípidos son un componente esencial utilizado para muchas funciones corporales, entre estas la estructura de las membranas celulares y la actividad enzimática, entre otras; pero es claro que deben existir niveles adecuados que permitan el desarrollo óptimo de las funciones anteriormente nombradas. La dislipidemia, se define como el incremento de los niveles de colesterol total o LDL, disminución de los niveles de HDL, elevación de los niveles de triglicéridos, que está asociada con una progresión del proceso de aterosclerosis, así como a disfunción endotelial. La oxidación de las LDL en la pared vascular, causa disfunción endotelial, así como remodelación vascular y formación de la placa ateroscleróticas trastornos de los lípidos pueden estar relacionados con alteraciones genéticas, en el caso de las hiperlipidemias primarias, pero con mayor frecuencia son secundarios a otras enfermedades como diabetes, enfermedad renal, alcoholismo, hipotiroidismo o simplemente relacionado con los hábitos alimentarios (Gordon, Probstfield, Garrison, Neaton, & Castelli, 1989).

■ **Factores de riesgo predisponentes:** Son aquellos que empeoran el riesgo de los independientes. Entre estos se encuentran:

■ **Obesidad - obesidad abdominal:** La obesidad y la obesidad abdominal están asociadas con la enfermedad cardiovascular, y es uno de los grandes problemas de salud pública en la actualidad. De acuerdo a reportes epidemiológicos, la prevalencia de la obesidad incrementó un 75% durante la década pasada. Según estudios epidemiológicos el incremento del índice de cintura tiene una fuerte correlación con el incremento de la incidencia de enfermedad cardiovascular; además las consecuencias metabólicas de la obesidad contribuyen al desarrollo de hipertensión, resistencia a la insulina, elevados niveles de triglicéridos, disminución de los niveles de HDL, y es cuando se presentan todos estos cambios metabólicos que aparece el Síndrome Metabólico, el cual es un factor adicional importante para el desarrollo de enfermedad cardiovascular.

■ **Inactividad física o sedentarismo:** La inactividad física dobla es riesgo de enfermedad coronaria y es uno de los factores de riesgo más frecuentes, asociado frecuentemente con obesidad. Niveles de actividad física que generen un gasto energético mayor de 1500 a 2000 Kcal por semana, está asociado a disminución significativa de la incidencia del enfermedad cardiovascular. El ejercicio recomendado no tiene que ser vigoroso para que produzca efectos benéficos, lo importante es que los pacientes realicen una actividad de intensidad moderada y de forma regular, para lograr así los efectos favorables de la realización del ejercicio sobre los diferentes sistemas corporales.

Escalas de estratificación de riesgo cardiovascular

En los últimos 15 años se han publicado numerosas tablas y ecuaciones de valoración del riesgo vascular y no todas valoran el mismo tipo de riesgo vascular ni en el mismo periodo de tiempo ni en la misma población (National Cholesterol Education Program (NCEP), 2002; National Heart Lung and Blood Institute, 2003).

Según la escala de medida del riesgo vascular podemos hablar de métodos cuantitativos si ofrecen un resultado numérico (por ejemplo, riesgo del 10%), o métodos cualitativos si ofrecen un valor cuantitativo o categórico del riesgo (por ejemplo, riesgo moderado). En la mayoría de los métodos cuantitativos se acepta como riesgo bajo aquel inferior al 10%, riesgo medio 10-20%, riesgo alto superior al 20%.

Dentro de las escalas o métodos cualitativos se encuentra:

1. Estratificación Del Riesgo Según La Organización Mundial De La Salud y La Sociedad De Hipertensión 2003
2. Estratificación del riesgo según las Sociedades Europeas de Hipertensión y Cardiología, 2003.
3. Estratificación del riesgo según la Sociedad Española de Cardiología (SEC) 2003.

Respecto a los estudios basados en métodos cuantitativos vale destacar que la mayoría de las tablas se derivan del estudio Framingham. Son numerosas las adaptaciones realizadas por diferentes sociedades científicas, por lo que no se comentarán todas ellas, únicamente las de mayor relevancia clínica en nuestro medio.

1. Tabla de Framingham “clásica”, de Anderson (1991)
2. Tablas de riesgo de Framingham por categorías de Wilson (1998) y de Grundy (1999)
3. Nuevas tablas de Framingham (D’Agostino, 2000)
4. Tablas de Framingham del Tercer Panel de Expertos (ATP-III) del Programa Nacional de Educación sobre Colesterol (NCEP). 2001
5. Tablas calibradas del Estudio de Framingham en España (2003).
6. Proyecto Systematic Coronary Risk Evaluation (SCORE) (2003)

Recomendaciones dirigidas a:

- Toda la población de Manizales en edades entre 20 y 79 años.
- Directivos Hospital Departamental Santa Sofía de Caldas.
- Secretaria de Salud del Municipio de Manizales.
- Instituciones de salud de diferente nivel de atención y complejidad.

Es recomendable hacer énfasis en estrategias de promoción de la salud y protección específica, así como en el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno de los factores de riesgo modificables para disminuir la morbilidad, el riesgo de eventos cerebro-cardiovasculares y el impacto socioeconómico sobre las personas, sus familias y el estado. Es importante además trabajar en estilos de vida saludable desde edades tempranas.

Teniendo en cuenta que la ocupación evidenció asociación con el riesgo cardiovascular y reconociendo que puede ser un factor modificable, se recomienda a nivel de las instituciones o empresas impulsar campañas para tamizaje, valoración, seguimiento, monitoreo de factores de riesgo cardiovascular así como promover factores protectivos desde lo laboral.

El tratamiento antihipertensivo mostró asociación significativa con el control de la presión arterial y, por ende, del riesgo cardiovascular mayor. Se recomienda potenciar el desarrollo de programas de ejercicio físico, pues es de vital importancia tener en cuenta el tratamiento antihipertensivo del usuario como coadyuvante a los efectos benéficos del ejercicio aeróbico.

La fisioterapia como profesión del área de la salud, y cuyo objeto de estudio es el movimiento humano, deberá enfocar su acciones hacia el trabajo con grupos poblacionales desde jóvenes hasta adulto mayor haciendo énfasis en la disminución de factores como la obesidad, disminución del perímetro de cintura, disminución del Colesterol Total y el aumento del Colesterol HDL junto a programas de nutrición y farmacología.

Recommendations directed to:

- The entire population of Manizales between 20 and 79 years of age.
- Managers of the Departmental Hospital Santa Sofia de Caldas.
- Municipal Health Board of Manizales
- Health institutions in different care and complexity levels.

It is recommendable to emphasize specific health promotion and protection strategies as well as early diagnosis and timely treatment of modifiable risk

factors to reduce morbidity, cerebral cardiovascular events and socioeconomic impact on people, their families and the state. It is also important to work on healthy lifestyles from early age.

Since occupation showed relationship with cardiovascular risk, which may be a modifiable factor, is recommendable for institutions or companies to implement campaigns for screening, assessment, follow-up, monitoring of cardiovascular risk factors and promotion of protective factors.

The antihypertensive treatment showed significant relation to blood pressure control and, therefore, to increased cardiovascular risk. It is recommendable to enhance the development of physical exercise programs, as it is vital to consider the user antihypertensive therapy as an adjunct to the valuable effects of aerobic exercise.

Physical therapy as a profession in the area of health, and whose object of study is human movement, must focus on working with young and elderly population with emphasis on reducing factors such as obesity, decrease of waist perimeter, decrease of total cholesterol and increase of HDL cholesterol with nutrition programs and pharmacology.

Referencias bibliográficas

- Cuende, J. (2011). Riesgo vascular. *Hipertens riesgo vasc*, 28 (4), 121-125.
- Gordon, D., Probstfield, J., Garrison, R., Neaton, J., & Castelli, W. (1989). Highdensity lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective american studies. *Circulation*, 79, 8-15.
- Greenland, P. (2003). Mayor risk factor as antecedents of factor of nonfatal coronary heart disease events. *JAMA*, 290, 891-897.
- Leeder, S., Raymond, S., & Greenberg, H. (2004). *A race against time: The challenge of cardiovascular disease in developing economies*. New York: Trustees of Columbia University.
- Mancia, G., Backer, G., Dominiczak, A., Fagard, R., Germano, G., & al, e. (2007). Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: ESH-ESC Task Force on the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens*, 25, 1751-1762.
- National.Cholesterol.Education.Program.(NCEP). (2002). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on: Detection, evaluation and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*, 106, 3143-3421.
- National Heart Lung and Blood Institute. (2003). The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *NIH Publication*, 03-5233.

- Ridker, P., Genest, J., Libby, P., Braunwald, E., Zipes, D., & Libby, P. (2001). *Risk Factors for Atherosclerotic Disease Heart Disease*. A textbook of Cardiovascular Medicine (pp. 1010-1039). Philadelphia, Pennsylvania: Saunders Co.
- Vasan, R., Larson, M., Leip, E., Evans, J., O'Donnell, C., Kannel, W., & al, e. (2001). Impact of high-normal blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Eng J Med*, 345, 1291-1297.
- Villar, F., Maiques, A., Cuixart, C., Torcal, J., Ortega, R., & Vilaseca, J. (2003). Actividades preventivas cardiovasculares en atención primaria. *Aten Primaria*, 32(Supl 2), 15-29.
- Wilson, P. (2006). Smoking, smoking cessation, and risk of cardiovascular disease. *Curr Treat Options Cardiovasc Med*, 8, 276-281.
- World-Health-Organization. (2002). *The World Health report 2002: reducing risks, promoting healthy life*. Geneva, Switzerland: WHO.



Caracterización de la dimensión Salud Ambiental en los municipios de la cuenca hidrográfica del Río *La Miel*

Characterization of Environmental Health in the municipalities of *La Miel* river basin

Yarledy Llano González | Mg. en Salud Pública

E-mail: jovida@autonoma.edu.co

Olga Lucía Ocampo | Mg. en Ingeniería Química

E-mail: olocampo@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Salud pública, Desarrollo Regional Sostenible** ■

Palabras clave: *Salud pública, Salud Ambiental, Carga de enfermedad, factores ambientales*

Key words: *Public health, environmental health, disease load, environmental factors*

Problema a resolver

La relación salud-ambiente es compleja, los aspectos del ambiente se combinan e interactúan y provocan efectos en la salud y el bienestar, evidentes en el corto o largo plazo en función de la naturaleza de la exposición (Stone & Morris, 2010). Los efectos de estas interrelaciones pueden provocar enfermedades crónicas, mentales, heridas y violencia, enfermedades infecciosas, entre otras (WHO, 2009).

Los problemas de salud pública actuales, que incluyen las principales causas de muerte del pasado –desnutrición, mortalidad infantil y enfermedades diarreicas– (WHO, 2009) y del futuro –enfermedad cardiovascular, cáncer y diabetes– (UN, 2011) tienen algún grado de relación con el ambiente.

La Organización Panamericana de la Salud, OPS et al. (2005) plantea el modelo que se desarrolla en la Figura 1. En este modelo debe considerarse la fuerza motriz que influye en el estado y la presión sobre los recursos naturales que determinan los impactos ambientales o amenazas; la vulnerabilidad de la población expuesta, de tal manera que se configuran los riesgos que pueden generar efectos tanto positivos como negativos.

Las poblaciones de las naciones de bajos y medios ingresos son las más expuestas a factores ambientales producto de la contaminación del aire, suelo y agua, el agotamiento de los recursos naturales, el deterioro de los ecosistemas, el suministro de alimentos no inocuos y otras condiciones relacionadas con la pobreza que incluyen entornos insalubres, hacinamiento, falta de nutrición y atención de salud (Sharon et al., 2003).

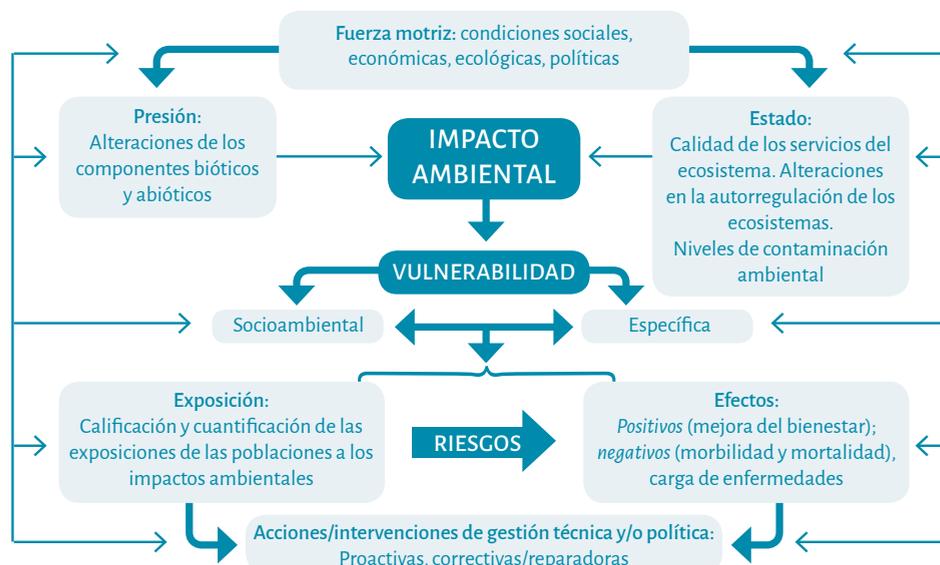


Figura 1. Factores ambientales como determinantes de Salud / Fuente: (OPS et al., 2005)

Fuente: Organización Panamericana de la Salud; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Fundación Oswaldo Cruz. GEO-Salud. En búsqueda de herramientas y soluciones integrales a los problemas de medio ambiente y salud en América Latina y el Caribe; México, 2005.

En Colombia, los riesgos ambientales que generan los mayores costos anuales se concentran en las condiciones del agua, el saneamiento y la higiene, los desastres naturales, la calidad del aire en exteriores, la degradación de la tierra y la calidad del aire en interiores (Departamento Nacional de Planeación, 2008).

Tomando como punto de partida los riesgos ambientales, la OMS define las intervenciones en salud ambiental como las modificaciones físicas o naturales del ambiente que se llevan a cabo para mejorar o proteger la salud (WHO, 2006); por tanto, incluye una serie de acciones programáticas, de iniciativas directas y de cambios específicos tecnológicos y de comportamiento establecidos por una serie de políticas en salud pública (Rehfuess & Bartram, 2013).

En Colombia, el plan decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021 relaciona los siguientes componentes de la dimensión de Salud Ambiental: hábitat saludable y situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales; en este último caso se incluyen los eventos relacionados con el agua, el aire, el saneamiento básico, la seguridad química, el riesgo biológico y tecnológico.

El departamento de Caldas, que si bien es el cuarto más competitivo de Colombia según el informe departamental de Competitividad (Consejo Privado de Competitividad, 2013), presenta brechas estructurales en los indicadores de medio ambiente con un puntaje de 1,29 de 10, que lo ubica en la posición 9 entre 22 departamentos de Colombia. Además de esto exhibe además la más baja posición en los indicadores de salud, 15 entre 22 departamentos, con una puntuación de 4.46 de 10.

Los Municipios del Oriente de Caldas que conforman la cuenca del río La Miel, evidencian problemas ambientales y en los indicadores de salud. Esta cuenca es uno de los territorios de mayor potencial natural, cultural y económico de Colombia, pero, a pesar de estas riquezas, los habitantes, gobiernos y planificadores todavía no han encontrado la manera de superar los problemas y avanzar hacia un desarrollo ambientalmente alternativo (CORPOCALDAS, 2005). Por tanto, fueron planteadas las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las características de la dimensión salud ambiental en la cuenca del río La Miel?, ¿Es posible reflejar estas características en indicadores de salud ambiental de los municipios que conforman la cuenca?

Contexto del estudio

Introducido recientemente y valorado como un componente fundamental del desarrollo, la salud ambiental vincula de forma estrecha aquellos aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida. Según la OMS (2013) está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos y, por tanto, engloba los factores ambientales que podrían incidir en la salud. La salud ambiental incorpora, por tanto, los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente puede ser favorable o desfavorable sobre el individuo (OPS, 2006).

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social (2013) indica que la salud ambiental es la ciencia que analiza la interacción y los efectos del ambiente en la salud humana. Según el CONPES 3550 es un componente esencial de la salud pública y es un determinante de carácter estructural en el marco del desarrollo sostenible. En este sentido, esta visión es más holística porque incluye no sólo los agentes físicos, químicos o biológicos; además de otros factores relacionados con el cambio global como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la deforestación.

Según el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, la dimensión salud ambiental es el conjunto de políticas que busca promover la calidad de vida y salud de la población a través de la transformación de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales, bajo el enfoque de las fuerzas impulsoras.

Para el análisis del cumplimiento de las políticas se han empleado los indicadores de salud ambiental que permiten tomar decisiones sobre las consecuencias en la salud de las amenazas ambientales, facilitan el análisis de información compleja, y la comparación de políticas en diferentes regiones y períodos de tiempo (Bell et al., 2011).

En Colombia, la Comisión Técnica Nacional para la Salud Ambiental (CONASA) plantea un modelo que considere las fuerzas motrices, de presión, Estado, Exposición, Efecto y Acción, como se indica en la Figura 2, para el establecimiento de (IDEAM-INS, 2013): Indicadores de salud ambiental, indicadores ambientales con posible impacto en salud, indicadores de salud con posible causa ambiental, indicadores de gestión, indicadores de desarrollo sostenible.

Este modelo fue adoptado en este proyecto para establecer la línea base de indicadores de salud ambiental para los municipios del Oriente de Caldas: Manzanares, Pensilvania, Samaná, La Dorada, Marquetalia, Victoria y Norcasia que conforman la cuenca del río La Miel.

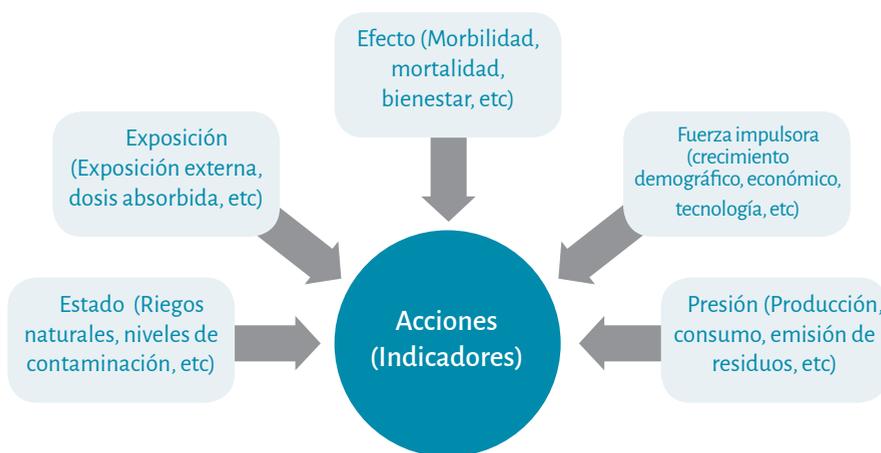


Figura 2. Modelo del sistema Unificado de información de Salud Ambiental
Fuente: (IDEA e INS, 2013)

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a CORPOCALDAS, Dirección Territorial de Salud, Alcaldías Municipales, Instituciones de Salud, Grupos de Investigación en Medio Ambiente, Grupos de Investigación en Salud Ambiental.

La Salud Ambiental implica pensar en el ser humano que habita en la cuenca y en las posibilidades de mejorar la salud en torno a las condiciones en que se desarrolla. Los municipios de la cuenca del río *la Miel* tienen indicadores socioeconómicos que reflejan la necesidad de intervención integral y de políticas del nivel central que incidan en el desarrollo humano de la población asentada en la Cuenca.

Los resultados de esta investigación permiten revelar la relación directa entre el clima y las enfermedades transmitidas por vectores en los municipios de la cuenca del río *La Miel*. Es importante continuar con investigaciones que permitan comprender esta dinámica de tal manera que se puedan generar alertas tempranas para la atención e intervención.

Por otra parte, evidencian la necesidad de mejorar los Índices de Riesgo para el Consumo de Agua Potable, IRCA, tanto a nivel urbano como rural. La intervención en este sentido se vería reflejada en una posible disminución de las tasas de mortalidad infantil y las tasas de morbilidad por Enfermedades Diarreicas, EDA.

El acceso y retroalimentación de estadísticas y estudios en torno a la salud y el medio ambiente, entre las instituciones y actores involucrados, permite desarrollar planes de acción concertados y efectivos de acuerdo a la realidad del municipio y de una manera interdisciplinaria e intersectorial. Así mismo tener en cuenta la estructura ambiental de CORPOCALDAS, La Dirección Territorial de Salud de Caldas y otras entidades que brindan insumos técnicos, logísticos y económicos para que sean incorporados a los planes de salud, planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial de una manera coherente y real acorde a las necesidades de cada municipio.

Se recomienda la articulación de los Planes de salud con los planes de Ordenación de la Cuenca y el Plan Departamental del Agua que permita fortalecer el desarrollo del componente ambiental en cada uno de los municipios, en especial en Norcasia donde se evidencia lo más bajos índices.

Las administraciones municipales deben apoyarse en las recomendaciones de las auditorías ambientales y órganos de control y/o evaluación para priorizar los esfuerzos de inversión y fortalecer los procesos de desarrollo en torno al agua potable y saneamiento básico.

Las alianzas público-privadas pueden, además, permitir generar proyectos que beneficien a la cuenca, que permita mejorar sus indicadores a través del desarrollo de proyectos de impacto regional, lo cual se verá reflejado en los indicadores socioeconómicos y de salud.

Es necesario generar procesos de investigación y de apoyo con la academia y las instituciones de salud para identificar las relaciones de salud-enfermedad con el medio ambiente de una manera más acertada y congruente que permita fortalecer las políticas y programas institucionales en este aspecto. La interrelación con la academia puede, además, contribuir a fortalecer la dinámica y la estructura municipal de las secretarías de salud e IPS públicas.

El componente de salud ambiental debe trascender lo netamente obligatorio consignado en los planes territoriales de salud, según lineamientos del Plan Nacional de salud pública, de tal manera que se establezcan programas, acciones en conjunto para el mejoramiento de los indicadores ambientales que tengan impactos en la salud de los pobladores de la cuenca.

Recommendations

These recommendations are directed to CORPOCALDAS, territorial board of health, municipal governments, health institutions, research groups in environment, and research groups in environmental health.

Environmental health involves considering humans who live in the basin and the possibilities of improving health around their development conditions. The municipalities in *La Miel* river basin have socioeconomic indicators that reflect the need for comprehensive intervention and central level policies that affect human development of the population settled in the basin.

The results of this research reveal the direct relationship between climate and vector-borne diseases in the municipalities of *La Miel* river basin. It is important to continue doing research to understand this dynamic so that early warnings can be issued and intervention can be made.

Additionally, the results show the need to improve risk indices for drinking water consumption in urban and rural areas. The intervention in this regard would mean a possible decrease in the rates of infant mortality and morbidity due to diarrheal disease DD.

Access and feedback from statistics and studies about health and the environment between institutions and actors involved allows developing coordinated and effective action plans according to the reality of the municipality in an interdisciplinary and intersectoral manner. It is also necessary to take into account the environmental structure of CORPOCALDAS, the Regional Health Directorate of Caldas and other entities that provide technical, logistical and economic input in order to incorporate such structure into plans of health, development and land use in a consistent and true way according to the needs of each municipality.

The articulation of health plans with the management plans of the basin and the departmental water plan that strengthens the development of the

environmental component in each of the municipalities, especially in Norcasia, that evidences the lowest rates, is recommended.

Local governments should rely on the recommendations of environmental audits and supervisory and/or assessment entities to prioritize investment efforts and enhance development processes around drinking water and basic sanitation.

Public-private partnerships can also enable the launching of projects that benefit the basin to improve its indicators through the development of regional impact projects, which will be reflected on the socio-economic and health indicators.

It is necessary to generate research and support processes with universities and health institutions to identify the health-disease relationships with the environment in a more accurate and consistent manner in order to strengthen institutional policies and programs in this regard. The interrelation with universities can also help strengthen the dynamics and structure of the municipal health boards and public health care promoting entities.

The environmental health component should transcend the purely mandatory reflected in the territorial health plans, according to guidelines of the National Public Health Plan, so that programs and joint ventures for enhancing the environmental indicators impact the established health of the basin residents.

Referencias bibliográficas

Consejo Privado de Competitividad, CPC (2013). Índice Departamental de Competitividad 2013. CPC, Bogotá D.C.

Corporación Autónoma Regional de Caldas CORPOCALDAS. (2005) Plan de ordenación manejo de la cuenca del río La Miel. CORPOCALDAS. Universidad Nacional de Colombia - UNAL- sede Manizales, Instituto de Estudios Ambientales - IDEA. Manizales 2005.

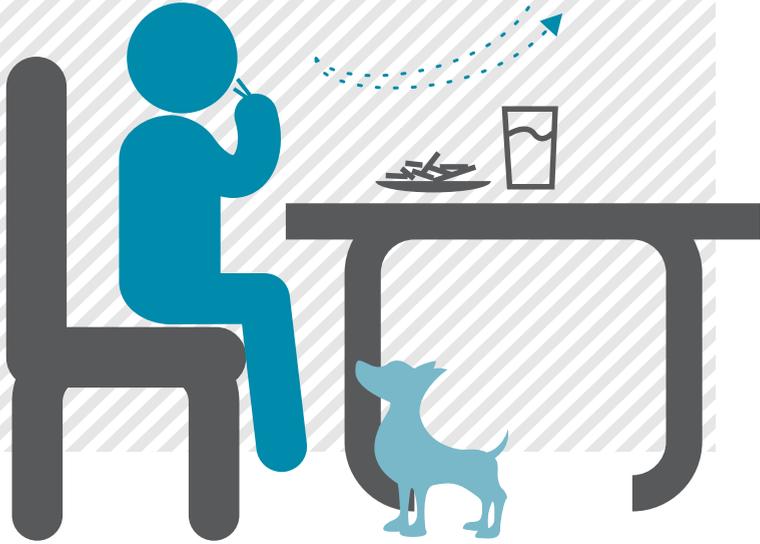
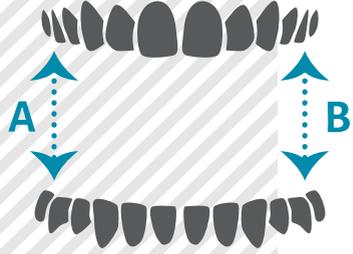
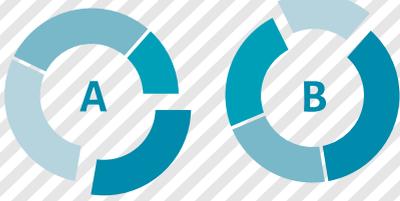
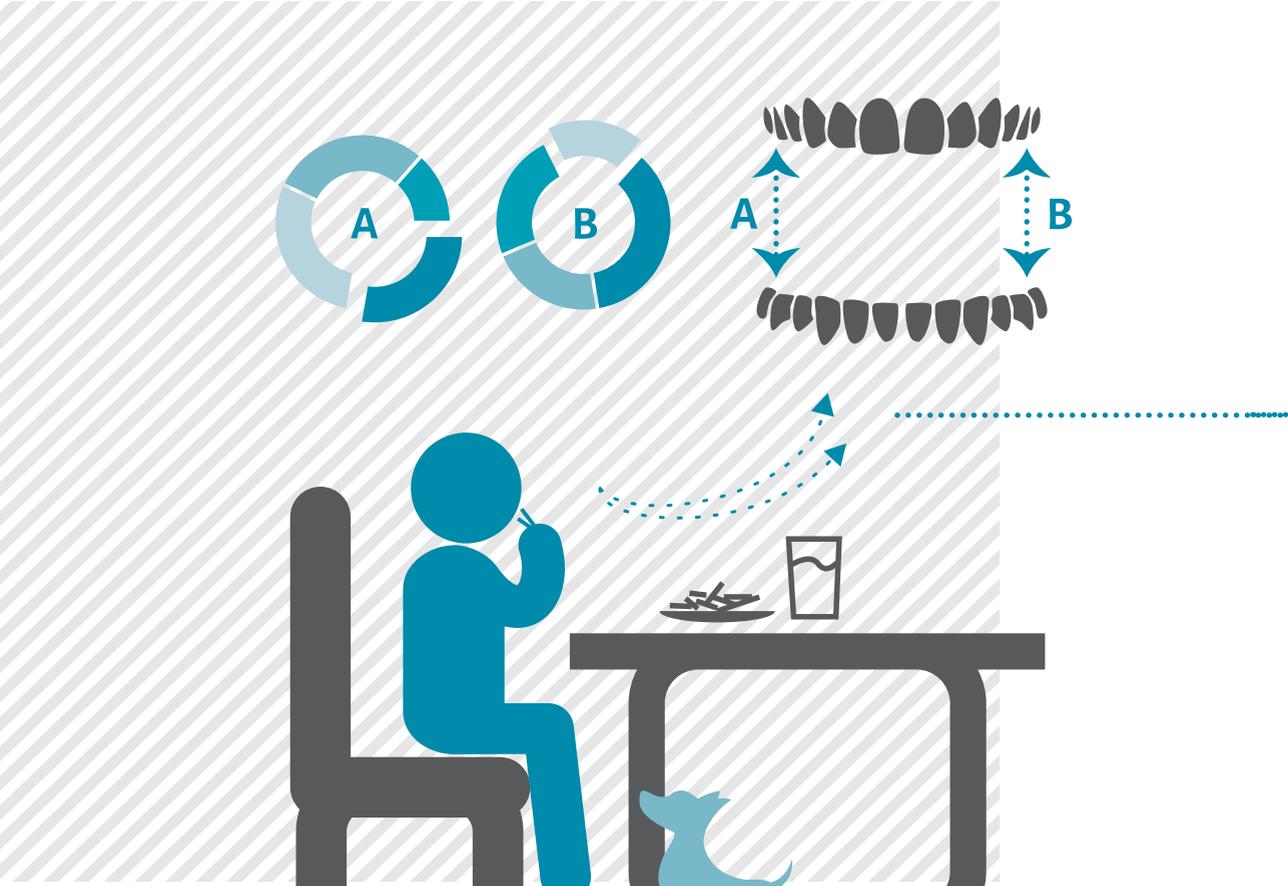
Departamento Nacional de Planeación, DNP. (2008). Documento CONPES 3550. Lineamientos para la Formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. DNP, Bogotá D.C.

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Plan Decenal de Salud Pública Colombia 2012-2022. Bogotá D.C.

Organización Panamericana de la Salud, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Fundación Oswaldo Cruz (2005). GEO-Salud. En búsqueda de herramientas y soluciones integrales a los problemas de medios ambiente y salud en América Latina y el Caribe. México.

- Rehfuess & Bartram, (2013). Beyond direct impact: Evidence synthesis towards a better understanding of effectiveness of environmental health interventions. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. In press
- Stone & Morris (2010). Injury prevention: A strategic priority for environmental health?. *Public Health I*, 24, 559-564.
- UN (2011). Draft political declaration of the high level meeting on the prevention and control of non-communicable diseases; 2011, von Schirnding, Y., 2002. Health in Sustainable Development Planning: The Role of Indicators. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- WHO, (2006). Preventing Disease Through Healthy Environments: Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease. World Health Organization, Geneva.
- WHO, (2009). Global Health Risk: Mortality and Burden of Disease Attributable to selected major Risks. Geneva: World Health Organization.





Lado de preferencia masticatoria en niños con fisura palatina: concordancia de tres métodos

Masticatory side preference in children with cleft
palate: comparison of three methods

Olga Patricia López Soto | Esp. en Investigación y Docencia Universitaria
E-mail: sonrie@autonoma.edu.co

Lina María López Soto | Fonoaudióloga
E-mail: linalopez@autonoma.edu.co

Alejandro Osorio-Forero | Ingeniero Biomédico
E-mail: alejosorio1@gmail.com

Francia Restrepo de Mejía | PhD en Ciencias Sociales
E-mail: francia46@autonoma.edu.co

■ Grupo de Investigación: **Investigación en Salud Oral (INSAO) y Neuroaprendizaje** ■

Palabras clave: Fisura palatina, masticación, fisura palatina, electromiografía de superficie
Key words: Cleft palate, chewing, surface electromyography

Problema a resolver

La masticación normal se caracteriza por ciclos unilaterales con alteración periódica del alimento en ambos lados de las arcadas dentarias. Una vez que el alimento toma consistencia homogénea y cohesividad y está listo para ser deglutido, sin embargo pueden ocurrir ciclos bilaterales como lo reporta Alexander, RM.(1998). El estudio del lado patrón de masticación es útil para entender el control neuronal de la masticación y el diseño de los tratamientos dentales. Estudios previos han mostrado que la mayoría de las personas normalmente mastican más por el lado derecho o izquierdo, el llamado “lado de preferencia masticatoria” como lo registraron Wilding, R. & Lewin, A. (1991). El lado de preferencia masticatoria ha sido determinado usualmente por el porcentaje de ciclos masticatorios derechos o izquierdos sin ningún análisis estadístico excepto en el estudio de Wilding y Lewin. Habitualmente las personas alternan la masticación de un lado a otro, pero, cuando se realiza preferentemente de un lado puede provocar una carga desigual en la articulación temporomandibular (ATM). Una de las condiciones de la estabilidad oclusal es masticar alternadamente por los dos lados de la arcada dentaria y protruir durante la incisión, así lo afirman Pignataro, NG. Bérzin, F. Rontani, RMP (2004).

Para la determinación del lado de preferencia masticatoria se pueden utilizar varios métodos. Por ejemplo Christensen, L. Radue, J. (1985) utilizaron el método visual de revisión a tiempos previamente definidos, que consisten en una serie de inspecciones después de masticar chicle por siete periodos consecutivos de tiempo, este método ha sido reportado como uno de los más exactos por investigadores como Varela, J. Castro, N. Biedma, B. da Silva Domínguez, J. Quintanilla, J. Muñoz, F. et al.(2003) Por su parte Paphangkorakit, J. Thothongkam, N. Supanont, N. (2006) describieron un método utilizando una videocámara para registrar el desplazamiento del mentón respecto a otros dos puntos de referencia marcados verticalmente a lo largo de la línea media facial, el análisis del video a velocidad lenta es usado para identificar el lado de masticación en cada ciclo. Moller, E. (1974) utilizó la electromiografía de superficie (sEMG), y la propuso como un método confiable, considerando que los niveles de actividad eléctrica son mayores en los maseteros del lado de masticación cuando se comparan con el lado sin actividad masticatoria, iguales resultados reportaron Mohamed, S. Christensen, L. Harrison, J.(1983). Esta investigación pretendió determinar la concordancia de estos tres métodos para determinar el lado de referencia masticatoria en niños con fisura palatina: el método de Christensen y Radue, el método Paphangkorakit y la electromiografía de superficie.

Contexto del estudio

La masticación normal se caracteriza por ciclos unilaterales con alteraciones periódicas de los alimentos entre ambos lados de la dentición. Mientras que los alimentos alcanzan la consistencia, la homogeneidad y la cohesividad requerida para ser deglutidos se presentan ciclos bilaterales según Alexander, RM. (1998). Además de mantener el equilibrio oclusal, la masticación bilateral alternada produce estímulos adecuados para el desarrollo normal sagital y transversal de la mandíbula y la maxila, además de participar directa e indirectamente en la prevención de alteraciones periodontales y de disfunciones temporo-mandibulares como lo afirmaron Ramfjord, SP & Ash, MM. (1984). El equilibrio oclusal es, además, uno de los objetivos de la rehabilitación oral y el entendimiento de los cambios en los patrones de la masticación puede ayudar en la evaluación del efecto de la maloclusión en las funciones orales de niños y adultos según lo afirmaron Gibbs, CH. Wickwire, NA, Page Jacobson, A; Lundeen, HC Y Mahan, PE. Lupkiewicz, MS. (1982). Un lado de preferencia masticatoria se considera una masticación ineficiente. La masticación unilateral ejerce estímulos diferentes entre el lado de trabajo y el lado de balanza ocasionando un desarrollo sin armonía del esqueleto facial según Poykela, A. Kantomaa, T. Pirttiniemi, P. (1997).

Se ha reportado que del 50 al 83% de los adultos tienen un lado de preferencia masticatoria percibida de manera subjetiva, pero en el momento de realizar exámenes para corroborar dicha preferencia se obtienen resultados que demuestran la práctica de una masticación bilateral alternada, así lo encontró Kazazoglu, E. (1994), es decir, la percepción subjetiva de la masticación puede ser o no ser cierta, es por esto que se requiere la aplicación de un método objetivo para determinar si esta masticación es uni o bilateral.

Se ha reportado que el lado de preferencia masticatoria determinada por la sEMG y la observación están correlacionadas significativamente en estudios como el de Paphangkorakit, J. Thothongkam, N. Supanont, N. (2006), pero otros estudios como el de Hoogmartens, M. Gauberg, M. (1987) y el de Kazazoglu, E. Heath, MR. Muller, F. (1994) han dudado sobre la aplicabilidad de la electromiografía para este propósito.

Se ha creído que la masticación bilateral es más común que lo que se ha reportado, según afirma Mioche. L. Hiiemae, KM. Palmer, JB. (2002). La masticación bilateral resulta en una masticación de mayor eficiencia así lo demostró Wilding, R. Lewin, A (1994). Algunos estudios previos como el de Zamanlu, M. Khamnei, S. SalariLak, S. Oskoe, SS. Shakouri, SK. Houshyar, Y. et al. (2012) registraron una preferencia por el lado derecho con diferentes métodos, incluyendo texturas suaves y sólidas de alimentos. Este lado de preferencia ha sido reportado previamente por la literatura, lo que se cree es un indicador de una regulación central de preferencia masticatoria. Aunque algunos estudios

concluyen que la preferencia masticatoria no es una característica fija en los seres humanos, otros sustentan la idea de que en la mayoría de personas sí existe este patrón ,como lo reportó Pond, L. Barghi, N. Barnwell, G. (1986). En el estudio de Kazazoglu, E. Heath, MR. Muller, F. (1994). Los registros tomados con sEMG indicaron que el lado de masticación podría ser confiablemente detectado al tomarse el registro que mostrara mayor nivel de actividad mioléctrica, pero sólo en el lado derecho, lo que crearía confusión en la aplicación de este principio. Una multitud de factores periféricos determinan que la actividad de los músculos de la masticación no sea disparada a ambos lados por la unidad motora, como la presencia de un lado preferente de masticación, la estabilidad oclusal, el tamaño y la consistencia del alimento y la orientación espacial de la mandíbula, la cual a su vez está relacionada con la longitud del músculo sarcómero así lo reportaron Stålberg, E. Eriksson; PO. Antoni, L y Thornell, LE. (1986).

La determinación del lado de preferencia masticatoria en los pacientes con fisura palatina es fundamental para la programación y el control de los tratamientos preventivos y rehabilitadores que requieren estos pacientes. Existen en la literatura científica tres métodos para determinar este lado de preferencia, pero no hay un estudio que determine su concordancia.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a médicos, fisiatras, ortodoncistas, fonoaudiólogos, odontólogos rehabilitadores y odontólogos generales.

El grupo profesional que se ocupa de la salud cráneo-facial debe considerar que un lado de preferencia masticatoria podría determinar la aparición o el empeoramiento de una patología. El estudio de la actividad de los músculos que intervienen en la masticación es fundamental para valorar esta función del sistema estomatognático, sistema que es vital tanto para la nutrición como para el normal crecimiento y desarrollo de la cara y el mantenimiento de tratamientos de ortodoncia y rehabilitación oral. El análisis oclusal para un diagnóstico debe considerar siempre la actividad de los músculos orofaciales por un método cuantitativo como la electromiografía de superficie, ya que el mantenimiento de la normalidad o la solución de las alteraciones del sistema estomatognático se deben considerar en “función” y no sólo como se hace tradicionalmente, en “estática”. En “estática” no se sabe cómo mastica, succiona, deglute o habla el paciente.

Recommendations

These recommendations are directed to md doctors, physiatrists, orthodontists, speech therapists, rehabilitation dentists and general dentists.

The professional group that deals with skull-facial health should consider that a preferred chewing side could determine the occurrence or worsening of a disease. The study of the activity of the muscles involved in chewing is essential to assess this function of the stomatognathic system, which is vital to both nutrition and normal growth and development of the face and the maintenance of orthodontic treatment and oral rehabilitation. The occlusal analysis for diagnosis should always consider the activity of the orofacial muscles as a quantitative method for surface electromyography, since normality preservation or the solution of the alterations of the stomatognathic system should be considered in "function" and not just as it is traditionally done in "statics". In "statics" the way the patient chews, sucks, swallows or speaks is unknown.

Referencias bibliográficas

- Alexander, RM. (1998) News of chews: the optimization of mastication. *Nature*, 391(6665), 329-336.
- Christensen, L. Radue, J. (1985). Lateral preference in mastication: a feasibility study. *Journal of oral rehabilitation*, 12 (5), 421-7.
- Christensen, LV. Radue, JT. (1985) Lateral preference in mastication: an electromyographic study. *J Oral Rehabil*, (12), 429-434.
- Donnell ST, Hector MP, Hannigan A. (2004) Chewing side preferences in children. *J Oral Rehabil*, (31), 855-860.
- Farias, SG. Custodio, W. Moura, JS. Del Bel Cury, AA. Rodrigues, RCM. (2010) Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. *Braz Dent J*, 21:4.
- Gibbs, CH. Wickwire, NA. Page Jacobson, A. Lundeen, HC. Mahan, PE. Lupkiewicz, MS. (1982). Comparison of typical chewing patterns in normal children and adults. *J Am Dent Assoc*, (105), 33-42.
- Hoogmartens, M. Cauberg, M. (1987). Cheuring side preference during the first cheuring cycle as a new type of lateral preference in man. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 27(1), 3-6.
- Kazazoglu, E. (1994). Heath MR, Muller F. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil*, (21), 723-724.
- Mioche, L. Hiiemae, KM. Palmer, JB. (2002) A postero-anterior videofluorographic study of the intra-oral management of food in man. *Archives of oral biology*, 47 (4), 267-80.
- Moller, E. (1974). Action of the muscles of mastication. *Frontiers of oral physiology*. (1), 121.

- Mohamed ,S.. Christensen, L. Harrison, J. (1983). Tooth contact patterns and contractile activity of the elevator jaw muscles during mastication of two different types of food. *Journal of oral rehabilitation*, 10 (1), 87-95.
- Paphangkorakit, J. Thothongkam, N. Supanont, N.(2006). Chewing-side determination of three food textures. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33 (1), 2-7.
- Pignataro, NG.Bérzin, F. Rontani, RMP. (2004). Identificação do lado de preferência mastigatória através de exame eletromiográfico comparado ao visual. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, (9), 77-85.
- Poykela, A. Kantomaa, T. Pirttiniemi , P. (1997). Craniofacial growth after a period of unilateral masticatory function in young rabbits. *Eur J Oral Sci*, 105 (4), 331-337.
- Pond, L. Barghi, N. Barnwell, G.(1986). Occlusion and chewing side preference. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 55 (4), 498-500.
- Ramfjord, SP. Ash, MM. (1984). Oclusão. 3. ed. Rio de Janeiro:Interamericana, Tradução: Dioracy F. Vieira. In: Pignataro,G. Berzin, Fa. Puppini ,RM. Masticatory preference side detection using electromyography exam compared to the visual analysisi. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, 77-85.
- Varela ,J. Castro, N. Biedma, B. da Silva Domínguez, J. Quintanilla, J. Muñoz, F. et al.(2003). A comparison of the methods used to determine chewing preference. *Journal of Oral Rehabilitation*, 30 (10), 990-4.
- Wilding, R. Lewin, A. (1991). A model for optimum functional human jaw movements based on values associated with preferred chewing patterns. *Archives of Oral Biology*, 36 (7), 519-23.
- Wilding, R. Lewin, A. (1994) The determination of optimal human jaw movements based on their association with chewing performance. *Archives of oral biology*, 39 (4), 333-43.
- Zamanlu,M. Khamnei, S. SalariLak, S. Oskoe ,SS. Shakouri, SK. Houshyar, Y.et al. (2012) Chewing side preference in first and all mastication cycles for hard and soft morsels. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 5 (4), 326.
- Paphangkorakit, J. Thothongkam, N. Supanont, N. (2006).Chewing-side determination of three food textures. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33 (1), 2-7.





Modelo predictivo del grado de discapacidad en adultos con lesión medular en la perspectiva del WHO - DAS II: estudio multicéntrico colombiano

Predictive model of the degree of disability in adults with spinal cord injury in the WHO - DAS II perspective: multicenter colombian study

Claudia Patricia Henao Lema | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: cphenao@autonoma.edu.co

Julio Ernesto Pérez Parra | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: jeperez@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: Discapacidad, lesión medular, WHO-DAS II, modelo predictivo

Key words: Disability, spinal cord injury, WHO-DAS II, predictive model

Problema a resolver

El principal interés de la presente investigación es determinar el valor predictivo que diferentes variables sociodemográficas, clínicas y de servicios de rehabilitación tienen sobre el grado de discapacidad en población colombiana de personas con lesión medular, a través de un modelo de regresión lineal múltiple. El conocimiento de la influencia que cada una de las variables de estudio tiene con el grado de discapacidad, se constituye en un elemento valioso para la planeación, implementación y evaluación de estrategias de intervención en rehabilitación; así como para el desarrollo de políticas públicas que propendan por adecuados procesos de rehabilitación integral e inclusión social para esta población.

El estudio aborda la discapacidad desde el modelo biopsicosocial de la CIF (evaluada con el WHO-DASII), permitiendo establecer el impacto que la lesión medular tiene en las diferentes dimensiones del individuo (corporal, individual y social), y así conocer la relación entre elementos de tipo sociodemográfico, clínico y aspectos asociados a los servicios de rehabilitación, con el grado de discapacidad de la persona. El cumplimiento de este objetivo promueve una mejor comprensión para el país de las relaciones que diversos autores han establecido a nivel internacional entre variables como la edad, el tiempo de evolución de la lesión, el grado de compromiso funcional o el acceso a servicios de rehabilitación.

Pregunta de investigación: ¿Cuál es el mejor modelo predictivo del grado de discapacidad en adultos con lesión medular de ocho ciudades colombianas en la perspectiva del WHO-DAS II, utilizando variables sociodemográficas, clínicas y de servicios de rehabilitación?

Contexto del estudio¹

La expectativa de vida de las personas con lesión medular ha venido incrementando en las últimas décadas gracias a los avances tecnológicos y científicos en aspectos de prevención, atención prehospitalaria y manejo de complicaciones en el transcurso de la enfermedad que exige proveer a esta población de procesos de atención y rehabilitación multidimensionales, interdisciplinarios e intersectoriales que trasciendan los aspectos funcionales y permitan alcanzar verdaderos procesos de inclusión social. De esta forma la valoración de la situación de discapacidad en esta población debe incluir no sólo aspectos relativos a la condición de salud, sino los relacionados con el funcionamiento de las personas en su vida diaria y la posibilidad de seguir participando activamente en su medio social. Este tipo de valoraciones implica

1. Cf. Henao CP, Pérez JE. (2010) Lesiones medulares y discapacidad: Revisión bibliográfica. AQUICHAN; 10(2):157-72. Henao CP, Pérez JE. (2011) Situación de discapacidad de la población adulta con lesión medular de la ciudad de Manizales. Rev. Hacia la Promoción de la Salud; 16(2):52-67.

un abordaje de la situación desde un enfoque biopsicosocial que permita establecer las complejas relaciones entre los diferentes aspectos de la vida de las personas que afecta la lesión medular.

La OMS en el año 2001 aprobó la última versión de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF), como un marco conceptual para abordar la discapacidad y el funcionamiento humano relacionado con la salud desde un enfoque biopsicosocial. Este modelo permite establecer el perfil de funcionamiento y discapacidad de la persona articulando aspectos desde las dimensiones corporal, individual y social y su relación con los factores del ambiente que pueden actuar como facilitadores o barreras de la situación de discapacidad (1). Como medida de funcionamiento, el modelo de la CIF es útil para establecer comparaciones a partir de su uso en el establecimiento de mediciones basales, para determinar eficacia y resultado de las intervenciones o como indicador de calidad de vida. Así mismo, ya que es concebido bajo la óptica de un lenguaje común, permite describir el funcionamiento y la discapacidad de manera que pueda ser comparado a nivel internacional (2). Bajo estas consideraciones, el abordaje de la problemática de la discapacidad asociada a la lesión medular debe involucrar la exploración de las diferentes dimensiones del individuo en cuanto a lo corporal, lo individual y lo social”.

En Colombia la población en situación de discapacidad se considera un colectivo vulnerable que requiere de acciones que mitiguen el impacto personal, social y económico que ésta genera. La política pública en discapacidad considera que para hacer frente a la situación de la discapacidad se deben establecer estrategias de intervención social dirigidas tanto a la persona, como a la familia y al entorno. Estas estrategias se enmarcan en los componentes de: promoción de la salud y prevención de la discapacidad, habilitación/rehabilitación y equiparación de oportunidades (3). Desde el primer componente se busca generar estilos de vida saludables y factores protectores frente al riesgo de adquirir la discapacidad. Aplicada a las personas en situación de discapacidad se enfoca a transformar sus hábitos, actitudes y comportamientos para fomentar una cultura de autocuidado de la salud que disminuya las posibles complicaciones. Desde la habilitación/rehabilitación se busca promover el máximo de autonomía e independencia personal y prevenir mayores consecuencias de la discapacidad, facilitando la integración al medio familiar, social y ocupacional. La equiparación de oportunidades por su parte se orienta a generar condiciones prioritarias para que la población en situación de discapacidad pueda participar al mismo nivel que el resto de la población en los diferentes espacios de la vida ciudadana de tipo social, económico, político y cultural”.

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a población con lesión medular, asociaciones de personas con discapacidad, profesionales de la salud del área de la rehabilitación y funcionarios públicos de los sectores salud, educación, empleo y desarrollo social.

En el análisis multivariado, las variables que resultaron predictoras para la discapacidad global en población colombiana con lesión medular (LM) son el sexo, la situación de desempleo, los años de escolaridad. También se tuvieron en cuenta variables tanto sociodemográficas, como clínicas. Entre las clínicas se consideraron: la edad de ocurrencia de la lesión, el tiempo de evolución, la cantidad de complicaciones el nivel de lesión y el índice motor (en la escala ASIA). Las variables asociadas a los servicios de rehabilitación no fueron significativas.

De las variables explicativas, las que pueden ser objeto de intervención por parte del Estado y la Sociedad para modificar su impacto sobre la discapacidad de este grupo poblacional, a través de políticas, programas y proyectos, son el desempleo, los años de escolaridad y la cantidad de complicaciones clínicas. Adicionalmente, aunque no modificable, pero que requiere atención particular es el sexo, pues se encontró que las mujeres están en mayor situación de discapacidad que los hombres, lo cual requiere acciones entorno a la equiparación de oportunidades en la perspectiva de género.

Se requiere el desarrollo de políticas de Estado para propiciar el empleo y el mejoramiento del nivel educativo de esta población, pues se encontró que la situación de desempleo y el menor nivel educativo son variables que agravan la condición de discapacidad en personas con LM.

Para minimizar el impacto negativo y prevenir en lo posible las consecuencias de las complicaciones clínicas de esta entidad, debe hacerse mayor énfasis en estrategias de promoción de la salud y protección específica, así como en el diagnóstico precoz y el tratamiento oportuno de las complicaciones para disminuir la morbilidad recurrente y el impacto socioeconómico que se reflejan en las constantes re-hospitalizaciones causadas por las múltiples complicaciones clínicas que presentan en estos pacientes (Gómez, Sosa & Torres, 2012).

Recommendations

These recommendations are directed to population with spinal cord injury, associations of people with disabilities, health professionals in the area of rehabilitation and public workers of the health, education, employment and social development sectors.

In the multivariate analysis, the variables that predicted overall disability in the Colombian population with spinal cord injury (SCI) are gender, unemployment,

and years of schooling. Sociodemographic and clinical variables were also taken into account. Age when injury happened, evolution time, number of complications at the level of injury and motor index (ASIA scale) were considered among the clinics. The variables associated with rehabilitation services were not significant.

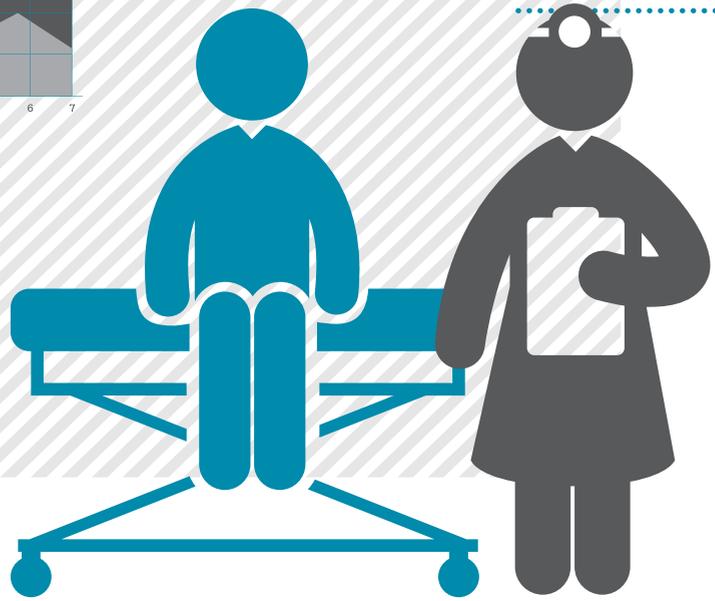
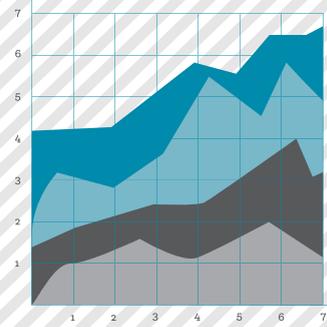
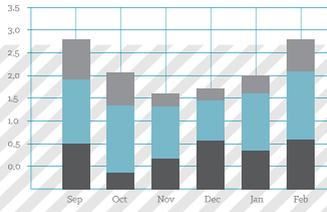
Unemployment, years of schooling and amount of clinical complications were the explanatory variables that may be subject to intervention by the Government and Society to modify their impact on disability in this population group, through policies, programs and projects. Additionally, sex is not modifiable, but it requires special attention, since we found that women are in a higher disability situation than men, which requires actions around equal opportunities in gender.

Development of state policies is necessary to promote employment and to improve the educational level of this population, since unemployment and the lowest schooling level are variables that aggravate the condition of people with SCI.

To minimize the negative impact and prevent the consequences of the clinical complications of this entity as much as possible, greater emphasis should be placed on strategies for health promotion and specific protection. Also, early diagnosis and timely treatment are required to reduce recurrent morbidity and socioeconomic impact reflected in the constant re-hospitalizations caused by multiple clinical complications these patients develop (Gomez Sosa & Torres, 2012).

Referencias bibliográficas

- Organización Mundial de la Salud. (2001) *Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud (CIF)*. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales. Madrid: IMSERSO.
- Miangularra JC. (2003) *Rehabilitación Clínica Integral: Funcionamiento y Discapacidad*. España: Masson.
- República de Colombia. Presidencia de la República. (2005) *Política pública en discapacidad: fortalecimiento y movilización social*. Comité Regional de Rehabilitación de Antioquia, 1ª. ed, Medellín,.
- Gómez IC, Sossa LK, Torres LM. (2012) *Modelo predictivo del grado de discapacidad en adultos con lesión medular de Bucaramanga (Colombia): resultados desde el WHO-DAS II*. UAM (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Manizales. Disponible en: Repositorio Institucional de investigación, año 2012.



Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la discapacidad de personas con lesión medular crónica basado en el *core set* abreviado de la CIF*

Design and validation of an assessment instrument of the disability in individuals with chronic spinal cord injury based on comprehensive ICF *core set*

Claudia Patricia Henao Lema | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: cphenao@autonoma.edu.co

Julio Ernesto Pérez Parra | Mg. en Neurorehabilitación

E-mail: jeperez@autonoma.edu.co

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

Palabras clave: *Traumatismos de la medula espinal, evaluación de la discapacidad, reproducibilidad de resultados, validez de las pruebas (Fuente: DeCs, BIREME)*

Key words: *Spinal cord injury, disability evaluation, reproducibility of results, validity of tests (source: MeSH, NLM)*

*Cf. Henao CP, Pérez JE. (2013) Validez de apariencia y concurrente de un instrumento de evaluación de la discapacidad en personas con lesión medular crónica, basado en el core set abreviado de la CIF. Rev Cienc Salud; 11 (3): 247-6. Cf. Pérez JE, Henao CP. (2014) Fiabilidad del instrumento de evaluación de la discapacidad en personas con lesión medular crónica (SCI-DAS), basado en el core set abreviado de la CIF. Fisioterapia (España), en prensa.

Problema a resolver

La lesión medular (LM) es un proceso patológico de diversa etiología y de alta frecuencia en nuestro medio que se considera en la actualidad como una entidad generadora de importantes situaciones de discapacidad [1]. Esta entidad clínica se acompaña de una amplia gama de deficiencias en las funciones y estructuras corporales, de diferentes tipos de limitaciones en la actividad y de restricciones en la participación social.

La CIF de la OMS brinda un marco conceptual que aborda al ser humano desde un enfoque biopsicosocial, permitiendo una visión más integral. Bajo esta perspectiva, el principal interés de la presente investigación fue diseñar y validar el instrumento SCI-DAS para evaluar los componentes de actividades, participación y factores ambientales en la población con discapacidad asociada a LM crónica. Este instrumento permite establecer las implicaciones personales, sociales y ambientales de la discapacidad en esta población, como complemento de la evaluación biomédica que se realiza tradicionalmente. Al establecer las propiedades psicométricas se contribuye a la consolidación de este instrumento para su aplicación en la población con discapacidad asociada a LM. De igual forma al correlacionar el resultado del SCI-DAS con otros instrumentos validados y utilizados ampliamente a nivel tanto clínico como investigativo (AIS y WHO-DASII), se puede contribuir a fundamentar los procesos de evaluación y diagnóstico de la discapacidad en esta población, aportando así a la planeación adecuada de los procesos de intervención en rehabilitación.

Pregunta de investigación: ¿El instrumento diseñado para la evaluación de la discapacidad en personas con LM crónica, en sus componentes de actividades, participación y factores ambientales, basado en el *core set* abreviado de la CIF, cumple con los criterios de validez (constructo, apariencia y concurrente) y fiabilidad (consistencia interna y fiabilidad intra e interevaluador)?

Contexto del estudio

Tradicionalmente, la evaluación de las personas con LM se ha enfocado primordialmente en la determinación de las deficiencias corporales y, asociadas a ellas, a la funcionalidad del individuo en su vida diaria [1]. La escala más utilizada a nivel internacional para evaluar la extensión o completitud de la LM es la AIS (*ASIA Impairment Scale*) que sigue los estándares del sistema de clasificación neurológica de la Asociación Americana de Lesiones Medulares. Esta clasificación se utiliza para definir tanto el nivel neurológico de la lesión como para clasificar las lesiones en completas o incompletas, a partir de la evaluación estandarizada de las funciones motora y sensitiva correspondientes a las metámeras [2-5].

En el 2011 Henao y Pérez [6] publicaron un estudio en el que evaluaron la discapacidad de personas con LM utilizando el WHO-DASII 36 ítems. Este instrumento se considera una de las herramientas más importantes en la actualidad para la evaluación de discapacidad de diferentes grupos poblacionales ya que es conceptualmente compatible con el enfoque actual de discapacidad que se propone en la CIF de la OMS donde se articulan aspectos desde las dimensiones corporal, individual y social de las personas con discapacidad y su relación con las barreras y los facilitadores ambientales. Cuenta además con unas adecuadas propiedades psicométricas y de desempeño, en términos de confiabilidad, validez, sensibilidad, especificidad, y posibilidad de comparación transcultural que lo hacen útil para evaluar las limitaciones en la actividad y restricciones en la participación experimentadas por un individuo independientemente del diagnóstico médico [7]. Sin embargo, en su aplicación en este estudio, los autores reportan un posible efecto piso que induce el área de comprensión y comunicación en la puntuación final del instrumento WHO-DASII en personas con LM, puesto que este tipo de lesión en sí misma no genera deficiencias en el área cognitiva. Esta área representa 20 puntos sobre el total de puntuación, lo que disminuye el grado de discapacidad. De esta forma los autores sugieren el diseño y la validación de un instrumento particular de evaluación de la discapacidad en personas con LM, que partiendo de la CIF y la escala de valoración WHO-DASII, incorpore ítems de evaluación específicos para esta condición de salud [8].

Recientemente diferentes grupos de investigación europeos han desarrollado los *Core Sets* de la CIF que son listas consensuadas de las categorías más relevantes y significativas que se proponen sean evaluadas en las personas con una condición de salud específica [9]. En la actualidad la literatura reporta diferentes condiciones de salud para las cuales se han desarrollado *Core Sets* [10-11]. En el 2010 fueron publicados los *Core Sets* para LM en sus fases subaguda [12] y crónica [13]. Los *Core sets* se constituyen en referencia para la construcción de instrumentos específicos de evaluación de la discapacidad desde las dimensiones corporal, personal, social y ambiental de las personas [13].

Recomendaciones

Estas recomendaciones están dirigidas a población con lesión medular, asociaciones de personas con discapacidad, profesionales de la salud del área de la neurorehabilitación y funcionarios públicos de los sectores salud, educación, empleo y desarrollo social.

El SCI-DAS evalúa integralmente la discapacidad asociada a LM de forma ágil, objetiva y cuantitativa. Los principales beneficiarios son los profesionales de la Neurorehabilitación, particularmente fisioterapeutas, y la población con LM a quienes va dirigido el instrumento, pues con él se fortalecen los procesos de diagnóstico y pronóstico, y por ende de intervención integral.

El SCI-DAS podrá implementarse en las instituciones de salud y rehabilitación que atiendan este grupo poblacional, permitiendo obtener una información multidimensional en cuanto a su perfil de funcionamiento individual y social.

El uso del marco conceptual de discapacidad de la OMS a partir del enfoque biopsicosocial se convierte en insumo importante para afinar los actuales planes, programas y proyectos dirigidos a esta población y en referente para continuar realizando diferentes procesos investigativos en esta área.

Recommendations

These recommendations are directed to population with spinal cord injury, associations of people with disabilities, health professionals in the area of rehabilitation and public workers of the health, education, employment and social development sectors.

The SCI-DAS fully evaluates disability associated with SCI in a flexible, objective and quantitative manner. The main beneficiaries are neurorehabilitation professionals, particularly physical therapists, and population with SCI to whom the instrument is targeted. The processes of diagnosis and prognosis as well as comprehensive intervention are strengthened through such instrument.

SCI-DAS can be implemented in health and rehabilitation institutions; this allows getting multi-dimensional information about the personal profile and social functioning of SCI patients.

Using the WHO disability conceptual framework from a biopsychosocial approach becomes important input to refine existing plans, programs and projects aimed at this population and to continue making different research processes in this area.

Referencias bibliográficas

- [1] Henao CP, Pérez JE. Lesiones medulares y discapacidad: Revisión bibliográfica. *Aquichán* 2010; 10(2):157-72.
- [2] New PW. Functional outcomes and disability after nontraumatic spinal cord injury rehabilitation: results from a retrospective study. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:250-61.
- [3] Benavente A, Palazón R, Tamayo R, Moran E, Alaejos J, Alcaraz A. Assessment of disability in spinal cord injury. *Disability and Rehabilitation* 2003; 25(18):1065-70.

- [4] Miller WC, Sakakibara BM, Noonan VK, Tawashy AE, Aubut JL, Connolly SJ et al. Outcome Measures. In: Eng JJ, Teasell RW, Miller WC, Wolfe DL, Townson AF, Hsieh JTC, Connolly SJ, Mehta S, Sakakibara BM, editors. *Spinal Cord Injury Rehabilitation Evidence*. Version 3.0. Vancouver, 2010; 1-147.
- [5] Standards for Neurological Classification of SCI [homepage on the Internet]. American Spinal Injury Association - ASIA. [updated 2011, cited 2011 Sep 7]. Available in: <http://www.asia-spinalinjury.org>
- [6] Henao CP, Pérez JE. Situación de discapacidad de la población adulta con lesión medular de la ciudad de Manizales. *Hacia la promoción de la salud* 2011; 16(2):52-67.
- [7] Vásquez-Barquero JL, Herrera S, Vásquez E, Gaité I. Cuestionario para la evaluación de discapacidad de la Organización Mundial de la Salud – WHO-DAS II (Versión española del World Health Organization Disability Assessment Schedule II). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Madrid; 2006.
- [8] Henao-Lema CP, Pérez-Parra JE. Modelo predictivo del grado de discapacidad en adultos con lesión medular: resultados desde el WHO-DAS II. *Rev. Cienc. Salud* 2011; 9(2):159-72.
- [9] Biering-Sorensen F, Scheuringer M, Baumberger M, et al. Developing core sets for persons with spinal cord injuries based on the International Classification of Functioning, Disability and Health as a way to specify functioning. *Spinal Cord* 2006; 44:541-6.
- [10] Grill E, Ewert T, Chatterji S, Kostanjsek N, Stucki G. ICF Core Sets development for the acute hospital and early post-acute rehabilitation facilities. *Disability and Rehabilitation* 2005; 27(7/8): 361-66.
- [11] Cieza A, Ewert T, Ustün TB, Chatterji S, Kostanjsek N, Stucki G. Development of ICF Core Sets for patients with chronic conditions. *J Rehabil Med*. 2004; (44 Suppl):9-11.
- [12] Kirchberger I, Cieza A, Biering-Sorensen F, Baumberger M, Charlifue S, Post M, et al. ICF core sets for individuals with spinal cord injury in the early post-acute context. *Spinal Cord advance online publication*, 29 September 2009.
- [13] Cieza A, Kirchberger I, Biering-Sorensen F, Baumberger M, Charlifue S, Post M, et al. ICF core sets for individuals with spinal cord injury in the long-term context. *Spinal Cord advance online publication*, 12 January 2010.



Confiabilidad del instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo (SMAN 1.0)

Reliability of the instrument to assess adherence of adults to long-term functional neurorehabilitation processes (SMAN 1.0)

Julio Ernesto Pérez Parra | Mg. en Neurorehabilitación
E-mail: jeperez@autonoma.edu.co

Carlos Andrés Quiroz Mora | Mg. en Neurorehabilitación
E-mail: enzoandrew@hotmail.com

■ Grupo de Investigación: **Cuerpo Movimiento UAM®** y Grupo Interdisciplinario de Estudios en Salud y Sociedad GIESS (Escuela Nacional del Deporte, Cali) ■

Palabras clave: *Rehabilitación, pacientes desistentes del tratamiento, estudios de validación, reproducibilidad de resultados (Fuente: DeCs, BIREME)*

Key words: *Rehabilitation, patients who abandon treatment, validation studies, reproducibility of results (source: MeSH, NLM)*

Problema a resolver

Recientemente Quiroz diseñó y sometió a pruebas de validez de contenido y consistencia interna un instrumento para evaluar la adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo, denominado SMAN por sus siglas en inglés Scale to Measure Adherence to the Neurorehabilitation [1]. Este instrumento está basado en las cinco dimensiones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la valoración de la adherencia terapéutica, y constituye el primer paso en la profundización y análisis, desde una perspectiva psicométrica, del problema de cuantificación de la adherencia al tratamiento en neurorehabilitación funcional.

Después de los análisis cuantitativos y cualitativos del proceso de validez de contenido, realizado por cuarenta profesionales de la salud dedicados a la neurorehabilitación funcional, el SMAN quedó constituido por veinte ítems adaptados de los 55 propuestos por la OMS, organizados en cinco factores: socioeconómico, equipo o sistema de asistencia sanitaria y relacionados con la rehabilitación, la discapacidad y el paciente [1]. Cada factor está constituido por cuatro ítems valorados en una escala tipo Likert con puntuaciones de 1 a 5. El instrumento resultante se sometió a pruebas de consistencia interna con la participación de cien personas adultas con lesión neurológica. Se aplicó el Coeficiente Alfa de Cronbach, el cual, teniendo en cuenta todos los factores y cada uno de los ítems del instrumento, fue de 0,835 que demuestra una buena consistencia interna o confiabilidad longitudinal [1].

La estructura factorial del SMAN resultado de la primera investigación y los ítems que lo componen, muestran una fiabilidad satisfactoria donde se evidenció homogeneidad del instrumento, demostrando el grado con que los elementos que componen la escala miden el mismo concepto. A pesar de la buena consistencia interna del instrumento, el autor recomendó redactar mejor los siguientes ítems, por su correlación ítem-total por debajo de 0.20: “Las redes de apoyo social con las que cuento favorecen mi permanencia en los tratamientos para mi rehabilitación” del factor socio-económico y “Me han suministrado educación sobre mi condición de salud y me han hecho un adecuado seguimiento a mi situación de discapacidad” del factor relacionado con el equipo o el sistema de asistencia sanitaria [1]. La nueva redacción de estos dos ítems, de acuerdo a la sugerencia hecha por los observadores en el estudio de Quiroz 2012 se presenta el actual estudio”.

Pregunta de investigación: ¿El instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo (SMAN 1.0) cumple con los requisitos de confiabilidad interevaluador e intraevaluador?

Contexto del estudio¹

En la perspectiva de la OMS la adherencia terapéutica es el grado en que el comportamiento de una persona se corresponde con las recomendaciones acordadas de un prestador de asistencia sanitaria, y lo concibe como un fenómeno multidimensional determinado por la acción recíproca de cinco dimensiones referidas al paciente, la enfermedad, el tratamiento, el equipo de asistencia sanitaria y a factores socio-económicos [2]. En el mismo documento sobre adherencia a los tratamientos a largo plazo, la OMS, citando a Mills, define las enfermedades crónicas como aquellas con una o varias de las siguientes características: “son permanentes, dejan discapacidad residual, son causadas por una alteración anatomopatológica irreversible, requieren adiestramiento especial del paciente para la rehabilitación o cabe prever que requieran un período largo de supervisión, observación o atención” [2]. Dentro de este marco conceptual se incluye la discapacidad ocasionada por trastornos neurológicos, la cual requiere, en la mayoría de los casos, de procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo. Los trastornos neurológicos constituyen a nivel mundial el 6.3% de la carga global de la enfermedad; en el 2005 los años de vida saludables perdidos por discapacidad (AVPD) por el total de los trastornos neurológicos correspondían al 14% de todas las enfermedades y lesiones [3]. Según las proyecciones de la OMS, estos indicadores van a permanecer igual para el 2030. En términos absolutos, la mayor parte de la carga atribuible a los trastornos neurológicos se encuentra en los países de ingreso bajo y medio bajo: casi la mitad de la carga en términos de AVPD atribuibles a los trastornos neurológicos se sitúa en los países de bajo ingreso (46.3%) seguido por los países de ingreso medio bajo (31.7%) [3].

Una de las estrategias requeridas para disminuir la carga de la enfermedad por trastornos neurológicos, además de proveer adecuados procesos de rehabilitación de la población con discapacidad por esta causa, es garantizar la permanencia de las personas en este proceso de rehabilitación funcional, lo cual requiere el análisis y detección de los factores y aspectos relacionados con la adherencia al tratamiento. Ortiz y Ortiz agrupan los desafíos que impone el fenómeno de la adherencia terapéutica en tres áreas íntimamente relacionadas: definición del concepto de adherencia, evaluación o medición de la adherencia terapéutica e intervención para incrementarla [4].”

1. Pérez JE, Quiroz CA. *Confiabilidad del instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo* (SMAN 1.0). Rev AQUICHAN 2014; en revisión.

Recomendaciones

Estás recomendaciones están dirigidas a población en situación de discapacidad de origen neurológico, empresas promotoras de salud (EPS), instituciones prestadoras de salud en neurorehabilitación, profesionales de la salud del área de la rehabilitación y funcionarios públicos del sector salud.

Teniendo en cuenta que las políticas de salud pública a nivel nacional e internacional se refieren a las declaraciones o procedimientos formales que las instituciones y los gobiernos definen como prioridades en sus acciones de salud; y que estas acciones deben entenderse dentro un marco basado no sólo en la atención sino también en el reconocimiento de las necesidades personales y sociales del individuo, recomendamos el uso del SMAN 1.0 como instrumento de análisis, evaluación y seguimiento a los procesos de neurorehabilitación desarrollado por los usuarios de los centros de atención con el fin de poder medir no sólo la adherencia a los procesos de neurorehabilitación, sino también como forma de verificar factores desencadenantes a la no adherencia.

Referente a lo anterior se recomienda además dar utilidad práctica (investigación, evaluación y seguimiento) al SMAN 1.0 en diferentes espacios de manejo de la salud pública y la atención terapéutica en neurorehabilitación que involucren la puesta en marcha de acciones que favorezcan la adherencia de los pacientes en sus procesos terapéuticos.

Consideramos que la medición de la adherencia terapéutica brinda información útil y de interés científico a la comunidad y que el SMAN 1.0 ofrece garantías de validez de contenido y confiabilidad (...), por lo tanto puede ser utilizado como instrumento de aplicación general a la población en procesos de neurorehabilitación ya que el instrumento proporciona una imagen completa en la evaluación del grado real de la adherencia terapéutica, a los procesos de neurorehabilitación y las posibilidades del mantenimiento del mismo.

Se propone a la comunidad académica del área de neurorehabilitación, a docentes y personal terapéutico o clínico, instrucciones inmediatas sobre el manejo y evaluación de los niveles de adherencia de sus pacientes, con el fin de favorecer el diseño de estrategias eficientes de intervención y prevención del abandono a los procesos de neurorehabilitación funcional.

Futuros trabajos de investigación, donde la población y muestra estén delimitadas a condiciones neurológicas específicas y enmarcadas en aspectos socio-demográficos como edad, situación laboral y estrato socioeconómico, serían un aporte significativo a la consolidación de validación nacional e internacional del instrumento SMAN 1.0

Se requiere la realización de nuevos estudios de validez del SMAN, por ejemplo con técnica de grupos conocidos que se presumen difieren en el nivel de adherencia, para valorar el posible efecto techo evidenciado en la presente investigación.

Tras la revisión bibliográfica, no se encontraron estudios publicados sobre instrumentos que evalúen la adherencia de las personas en situación de discapacidad a los procesos de neurorehabilitación funcional, además de información que involucrara las dimensiones propuestas por la OMS para valoración en estos procesos, de manera que consideramos al SMAN1.0 un instrumento de gran importancia para los profesionales del área de la salud, docentes universitarios, científicos y terapeutas involucrados en el desarrollo de procesos clínico-asistenciales, investigativos y de salud pública [5].

Recommendations

These recommendations are directed to population with neurological disability, health care promoting entities, health care institutions in neurorehabilitation, health professionals in the area of rehabilitation and public workers of the health sector.

Since public health policies at national and international levels relate to statements or formal procedures that institutions and governments define as priorities in their health actions, and that these actions must be understood within a framework based not only on care but also on recognition of the personal and social needs of the individual, we recommend the use of SMAN 1.0 as an instrument for analysis, evaluation and monitoring of the neurorehabilitation processes carried out by the users of the care centers in order to measure not only adherence to neurorehabilitation processes, but also as a way to verify non adherence triggering factors.

Thus, it is recommendable to give practical use (research, evaluation and monitoring) to SMAN 1.0 in different areas of management of public health and therapeutic care in neurorehabilitation involving the implementation of actions that promote patient adherence in their therapeutic processes.

We believe that measuring adherence provides useful and scientific interest information to the community and that SMAN 1.0 guarantees content validity and reliability (...). Therefore, it can be used as an instrument of general application to the population involved in neurorehabilitation processes because the instrument provides a complete picture in assessing the actual degree of therapeutic adherence to the processes and possibilities of its maintenance.

Immediate instructions on management and assessment of levels of patients adherence is suggested to the academic community in the area of neurorehabilitation, teachers and therapeutic or clinical staff in order to facilitate the design of effective intervention strategies and abandonment prevention regarding functional neurorehabilitation processes.

Further research, in which population and sample are bounded to specific neurological conditions framed in socio-demographic aspects such as age, employment status and socioeconomic status, would be a significant

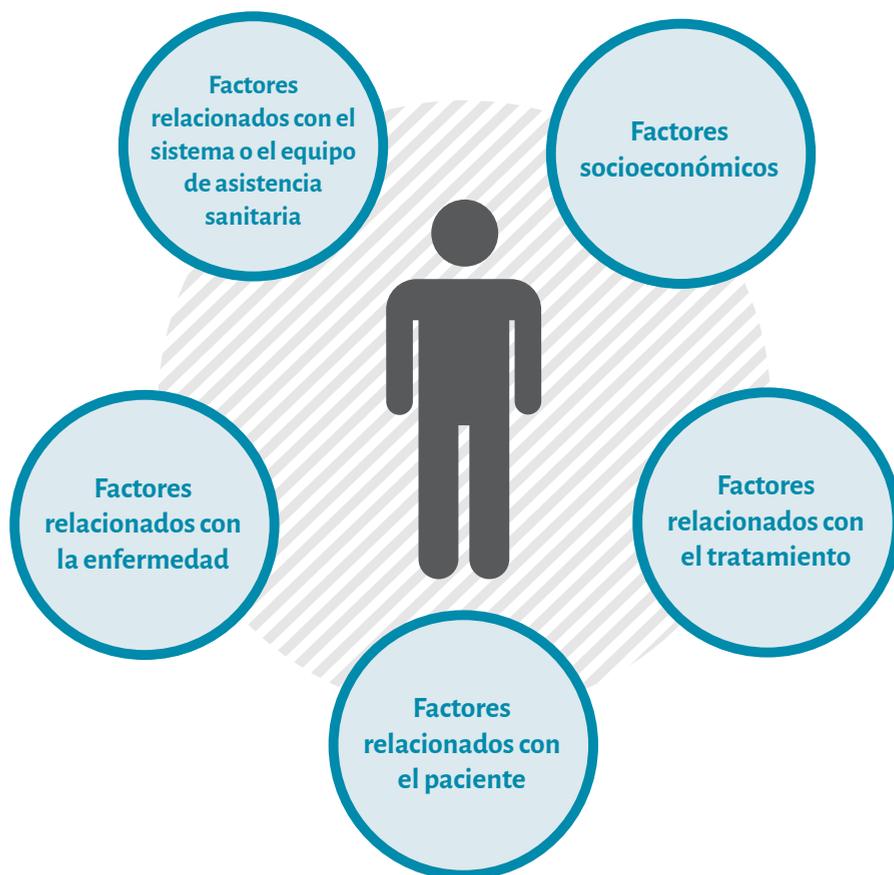
contribution to the consolidation of national and international validation of the instrument SMAN 1.0.

Further studies of SMAN validity are required, for example with known-groups technique because they, presumably, differ in adherence level. Thus, the possible ceiling effect demonstrated in the present investigation can be assessed.

The literature review showed neither studies published on instruments to assess adherence of persons with disabilities to functional neurorehabilitation processes, nor information that involved the dimensions proposed by the WHO to evaluate these processes. Hence, we consider the SMAN1.0 to be an instrument of great importance for health professionals, university professors, scientists, therapists involved in the development of clinical care, research and public health processes [5].

Referencias bibliográficas

- [1] Quiroz CA. Instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional basado en las dimensiones propuestas de la Organización Mundial de la Salud. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 2014;32(1):53-62.
- [2] Organización Mundial de la Salud. Adherencia a los tratamientos a largo plazo: pruebas para la acción. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, versión en castellano; 2004.
- [3] Organización Mundial de la Salud. Trastornos neurológicos: desafíos para la salud pública. Ginebra, Suiza: OMS; 2006.
- [4] Ortiz M, Ortiz E. Psicología de la salud: Una clave para comprender el fenómeno de la adherencia terapéutica. *Rev Méd Chile* 2007;135:647-52.
- [5] Lerma PR, Mateus OE, Mendez GE. Confiabilidad interevaluador del SMAN 1.0: instrumento para evaluar adherencia de personas adultas a procesos de neurorehabilitación funcional a largo plazo, basado en las dimensiones de la OMS. UAM: tesis de maestría, Repositorio Institucional de investigación, 2014.



Las cinco dimensiones de la adherencia terapéutica

Fuente: Organización Mundial de la Salud. Adherencia a los tratamientos a largo plazo: pruebas para la acción. Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud, versión en castellano; 2004.

Este libro se terminó de imprimir en
el mes de noviembre del 2014, en los
talleres gráficos de Blanecolor S.A.S

Manizales, Colombia



Lo que tiene el lector en sus manos son los resúmenes ejecutivos de las investigaciones terminadas durante el año 2013 y el primer semestre de 2014. Su objetivo es contribuir al desarrollo regional, buscando que estos resultados de investigación le permitan a la comunidad tomar decisiones basadas en información sistemática y producida con el rigor de la investigación científica. El libro está organizado en las tres áreas correspondientes a las tres facultades, los programas académicos y los grupos de investigación de la Universidad, a saber: el área de Estudios Sociales y Empresariales, el área de Ingenierías y el área de Ciencias de la Salud.

Gabriel Cadena Gómez
Rector