

**DISEÑO DE UN SISTEMA AUXILIAR MULTIFUNCIONAL  
PARA LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO DE ODONTOLOGÍA EN  
LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD EL BOSQUE,  
EN EL PRIMER SEMESTRE DEL 2019.**

**AUTORES:**

**María Camila Forero<sup>1</sup>**

**Tatiana Paz Quintero<sup>2</sup>**

**Vivian Casallas<sup>3</sup>**

**Universidad El Bosque  
Facultad de Medicina  
Especialización en Ergonomía  
Bogotá, 2019**

---

<sup>1</sup>Diseñadora industrial. Estudiante especialización en ergonomía. Universidad El Bosque.

<sup>2</sup>Administradora de Salud Ocupacional. Estudiante especialización en ergonomía. Universidad El Bosque.

<sup>3</sup>Administradora de Salud Ocupacional. Estudiante especialización en ergonomía. Universidad El Bosque

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE FACULTAD DE MEDICINA  
ESPECIALIZACIÓN EN ERGONOMÍA**

**Asesora Temática:**

**Diana Carolina Garzón<sup>4</sup>**

**Asesora Metodológica:**

**Clara Margarita Giraldo<sup>5</sup>**

**Bogotá, 2019**

---

<sup>4</sup> Magister en prevención de riesgos laborales Bacterióloga. Especialista en epidemiología. Magister en salud pública y desarrollo social.

<sup>5</sup> Fisioterapeuta. Terapeuta Ocupacional. Especialista en ergonomía, salud laboral y seguridad Industrial

## **RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL**

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer en primera instancia a Dios, por permitirnos alcanzar este peldaño en nuestras vidas, a nuestras familias por apoyarnos y darnos fortaleza cuando todo se tornaba difícil, por su comprensión por el tiempo que no estuvimos a su lado, a nuestras asesoras por brindarnos el conocimiento técnico y metodológico para el desarrollo de la presente investigación.

## **TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
1. <b>Introducción</b> .....	10
2. <b>Marco Teórico</b> .....	12
3. <b>Problema de investigación</b> .....	46
4. <b>Justificación</b> .....	49
5. <b>Objetivos</b> .....	51
6. <b>Propósito</b> .....	52
7. <b>Aspectos Metodológicos</b> .....	52
8. <b>Materiales y Métodos</b> .....	58
9. <b>Plan de análisis</b> .....	61
10. <b>Consideraciones éticas</b> .....	65
11. <b>Organigrama</b> .....	66
12. <b>Resultados</b> .....	67
13. <b>Discusión</b> .....	82
14. <b>Conclusiones</b> .....	86
15. <b>Recomendaciones</b> .....	89
15. <b>Referencias Bibliográficas</b> .....	91

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 Ejes y movimientos</b> .....	21
<b>Figura 2 Eje Longitudinal</b> .....	21
<b>Figura 3 Eje transversal.</b> .....	22
<b>Figura 4 Eje sagital</b> .....	22
<b>Figura 5 Plano transversal.</b> .....	23
<b>Figura 6 Plano sagital</b> .....	23
<b>Figura 7 Plano frontal.</b> .....	24
<b>Figura 8 Movimientos de rotación del hombro</b> .....	24
<b>Figura 9 Rotación de cadera derecha.</b> .....	25
<b>Figura 10 Rotación de columna cervical</b> .....	25
<b>Figura 11 Movimiento de pronación-supinación en el antebrazo</b> .....	26
<b>Figura 12 Flexión-extensión del hombro derecho</b> .....	26
<b>Figura 13 Flexión-extensión de rodilla</b> .....	27
<b>Figura 14 Flexión-extensión de tobillo</b> .....	27
<b>Figura 15 Abducción-aducción de la cadera derecha</b> .....	28
<b>Figura 16 Abducción-aducción de los dedos de la mano</b> .....	28
<b>Figura 17 Aducción y aducción de los dedos del pie</b> .....	29
<b>Figura 18 Inclinación lateral del raquis</b> .....	29
<b>Figura 19 Desviación radial y cubital de la muñeca</b> .....	30
<b>Figura 20 Medición de ángulos entre segmentos corporales en verdadera magnitud.</b> ...	36
<b>Figura 21 Ejemplos de mediciones habituales usando RULER</b> .....	37
<b>Figura 22 Ubicación Clínica odontológica</b> .....	40
<b>Figura 23 Distribución de población por rango de edad.</b> .....	67
<b>Figura 24 Distribución de población por género.</b> .....	67
<b>Figura 25 Distribución de población por lateralidad.</b> .....	68
<b>Figura 26 Distribución de población por semestre.</b> .....	68
<b>Figura 27 Distribución de población por antigüedad.</b> .....	69
<b>Figura 28 Distribución de población por número de pacientes atendidos por jornada.</b> ..	69
<b>Figura 29 Plano clínica odontológica (pregrado)</b> .....	71
<b>Figura 30. Resultados de aplicación RULER</b> .....	73
<b>Figura 31 Propuesta de plano para la Clínica</b> .....	74
<b>Figura 32 Propuesta de plano de una unidad odontológica para la clínica El Bosque</b> ...	75
<b>Figura 33 Simulación 3d prototipo sistema</b> .....	76
<b>Figura 34 Simulación 3d prototipo sistema</b> .....	76
<b>Figura 35 soporte P 5, soporte P 50 y soporte P 95</b> .....	77
<b>Figura 36 Simulación 3d prototipo sistema A plegado y desplegado</b> .....	78
<b>Figura 37 Simulación 3d prototipo sistema B</b> .....	78
<b>Figura 38 Simulación 3d prototipo sistema B plegado y desplegado</b> .....	79
<b>Figura 39 Simulación de la mesa de mayo actual.</b> .....	79
<b>Figura 40 Simulación 3d prototipo sistema A vista superior</b> .....	80
<b>Figura 41 Simulación 3d prototipo sistema B vista superior.</b> .....	80

## **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1 Normatividad relacionada con instituciones prestadoras de sal ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 2 Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 3 Normas técnicas colombianas (NTC) .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 4 Matriz de operacionalización de variables población objeto .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 5 Requerimientos y determinantes .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 6 Rango ángulos de confort .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 7 Criterios normativos para evaluar cumplimiento.....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 8 Ficha Técnica instalación .....</b>	<b>81</b>

Esta investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema auxiliar multifuncional para los profesionales y estudiantes de pregrado de odontología en la Clínica Odontológica de la Universidad El Bosque, para ello se llevó a cabo una caracterización de los estudiantes de pregrado, se realizaron mediciones del área total de cada unidad odontológica y posterior comparación con la normatividad nacional vigente para verificar el cumplimiento de la norma, se llevaron a cabo entrevistas a tres estudiantes y se tomaron registros fotográficos y videos, con el fin de realizar un recorrido en secuencia de un procedimiento específico y finalmente una evaluación postural empleando el software RULER, para al final realizar la simulación del diseño de un sistema multifuncional con sus respectivos determinantes y requerimientos.

Mediante la caracterización se identificó que el 80 % del total de la población corresponde a mujeres, lateralidad que predomina es la diestra con un 89%, el 87% de los estudiantes atienden entre 2 a 4 pacientes, los procedimientos con más demanda son limpieza dental y resinas; el de más complejidad es Endodoncia; las unidades odontológicas cumple con 1 de los 5 criterios normativos lo que indica que solo se tiene el 17 % de cumplimiento; el 67% de las posturas se encuentran fuera de los ángulos de confort, teniendo en cuenta estas situaciones se realizó el diseño del prototipo multifuncional auxiliar de instrumental y evolución de historias clínicas para las unidades Odontológicas de la Universidad el Bosque.

Palabras claves: Ergonomía, Odontología, Diseño, Software RULER.

The objective of this investigation was to design a multifunctional auxiliary system for the professionals and college students at the Dental Clinic of Universidad El Bosque. For this, a characterization of the college students was made, measurements of the total area of each dental unit were made and later a comparison with the current national regulations to verify compliance with the standard rule. Three students were interviewed, photographic records and videos were taken, in order to make a time line of a specific procedure, finally a postural evaluation using the RULER software, to finally simulate the design of a multifunctional system with its respective determinants and requirements.

Through the characterization it was identified that 80% of the total population corresponds to women, laterality that predominates is right-handed with 89%, 87% of students receive between 2 to 4 patients, the procedures with the most demand are dental cleaning and resins; The most complex is Endodontics; the dental units comply with 1 of the 5 normative criteria which indicates that only 17% compliance is achieved; 67% of the postures are outside the comfort angles, taking into account these situations, the design of the auxiliary multifunctional prototype of instruments and evolution of clinical histories was made out for the dental units of the Universidad El Bosque.

Keywords: Ergonomics, Dentistry, Design, Software RULER.

## **1. Introducción**

El presente documento tiene como finalidad proponer un diseño de un sistema auxiliar multifuncional, para la Clínica Odontológica de la Universidad El Bosque, soportado en el desarrollo de una investigación con la que se identifiquen las necesidades de herramientas o malas prácticas en el desarrollo cotidiano de las labores del profesional y/o estudiante, lo cual influiría en la adquisición de enfermedades laborales.

A través del desarrollo de este trabajo se tendrán en cuenta diferentes aspectos relacionados con el servicio de odontología de la Clínica Universidad El Bosque y las implicaciones de salud adversas que podrían ser obtenidas en la prestación del servicio, basados en los antecedentes de investigaciones al interior de la clínica.

Igualmente es de resaltar que la ciencia y tecnología presentan una evolución importante en los últimos tiempos, por lo que también es necesario aplicar dichos avances en mejores aspectos para el desarrollo de las diferentes actividades en el área de odontología, a su vez cobra gran importancia brindar mejores condiciones laborales a los trabajadores, con el propósito de reducir enfermedades, lo cual traduce en mejores condiciones laborales, calidad de vida y una mejor prestación del servicio.

En Colombia y en el mundo entero se evidencian la creciente estadística de enfermedades laborales por diferentes aspectos, por entornos que no brindan condiciones sanas, herramientas que pueden generar riesgos, tecnología obsoleta, malas prácticas y otros tantos que propenden en la generación de patologías que perjudican a la salud.

Esto ha generado la necesidad de diseñar estrategias con nuevas tecnologías, herramientas y formación; propiciando con esta investigación un aporte a las necesidades de los profesionales de Odontología de la Clínica Universidad El Bosque; inicialmente con la identificación de enfermedades laborales y la generación, construcción e implementación del diseño de un Sistema Auxiliar Multifuncional,

basado en principios ergonómicos que serían de gran utilidad para el ejercicio de las actividades diarias en este puesto de trabajo, ya que es de gran importancia la reducción de las posibles enfermedades adquiridas por el personal, lo que reflejaría una mejor calidad de seguridad y salud en el trabajo.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Marco de Antecedentes.**

A través de la historia se han realizados diferentes estudios que identifican los factores de riesgo biomecánico y las condiciones de trabajo que influyen en la aparición de Desordenes Musculo esqueléticos DME en los profesionales del área de la odontología.

A continuación, se relacionan algunos de estos estudios y sus respectivos aportes:

En el 2006 se evidenció una investigación entre nivel de conocimientos sobre posturas odontológicas ergonómicas, posturas de trabajo y dolor postural según zonas de respuesta, durante las prácticas clínicas de estudiantes en una Facultad de Estomatología en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, ya que las posturas adoptadas por los estudiantes en su mayoría son incorrectas, esto se tradujo en dolor cervical en un 75% con relación al resto del cuerpo, sin embargo frente al nivel de conocimiento de las posturas y la percepción del dolor la investigación no se encontró correlación. (1)

En un siguiente estudio realizado en el 2006, El Ministerio de Protección social pública “Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para DME relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de Quervain (GATI- DME)” (2) tuvo como objetivo principal estructurar los medios y métodos de evaluación de origen de las enfermedades laborales y manejo integral de las patologías relacionadas.

Después, en el año 2009, la Universidad El Bosque con grupo de estudiantes de posgrado llevó a cabo un estudio de las Condiciones de trabajo relacionados con DME de las extremidades superiores en residentes de odontología de la clínica de la universidad, dicho estudio, evidenció que la mayor sintomatología está en cuello (62%) y hombros (47%). La especialidad en endodoncia presentó un mayor porcentaje de sintomatología en la extremidad superior, y la zona anatómica más destacada la mano (83.3 %). Las mujeres presentaron mayor sintomatología en cuello (74.1 %), mientras que los hombres presentaron una molestia mayor en el resto de las zonas anatómicas de la extremidad superior, destacándose el hombro (62,5 %), basados en los anteriores resultados y como método de intervención se planteó realizar un material educativo para la promoción de la salud y la prevención de riesgos profesionales en odontólogos. (3)

Para el año 2012 en la Universidad de El Bosque estudiantes del programa de odontología realizaron un estudio acerca de las patologías músculo-esqueléticas en estudiantes de pregrado del mismo programa dentro de la universidad, cuyo resultado arrojó que la sintomatología más frecuente fue en cuello (70%), seguido de la articulación de las muñecas (49.5%) y la articulación de los hombros (49%) del total de la población, destacándose en región de cuello V, VI y IX semestre. (4)

Posteriormente entre Julio y diciembre de 2016 en la ciudad de Valparaíso, Chile un grupo de enfermeros de la Universidad de Sonora, realizaron un estudio de los DME en odontólogos de una clínica dental en Hermosillo, Sonora, cuya aplicación se realizó a una población de 30 odontólogos, arrojando el siguiente resultado: “Se obtuvo un nivel de riesgo medio (70%) y con una necesidad de implementar acciones del 70%. Al evaluar la sintomatología de cada zona anatómica, durante la práctica odontológica, se observó un predominio de sintomatología en cuello (70%), región dorsal o lumbar (63,3 %), hombros (46,7%), el lado derecho presenta más alteraciones (36,7%), manos o muñecas (46,7 %) y mayor frecuencia en mano o muñeca derecha (33,3 %), en codos o antebrazos la mayoría señala no tener molestia (90%)” (5)

En el mismo año, la Universidad Católica de Cuenca realizó un estudio que buscaba identificar el nivel de riesgo de desarrollar una enfermedad de origen laboral en los estudiantes de odontología por la exposición a los factores asociados al riesgo biomecánico, cuyos resultados determinaron que el 61,6 % (77) posee un nivel de riesgo medio, por lo tanto su intervención es necesaria; así mismo se encontró que el 37,6 % (47) presentó un nivel de riesgo bajo y su intervención puede ser necesaria; en menor porcentaje se encontró que el 0,8 % tiene un nivel de riesgo inapreciable por lo tanto es la única persona en la que la intervención no es necesaria; en cuanto al nivel de riesgo alto o muy alto, no se encontró ninguna estudiante con estas características. (6)

En cuanto al diseño María Virginia Moreno de la Facultad de Odontología, de la Universidad de Los Andes, en su artículo “ERGONOMÍA EN LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA”, plantea un puesto de trabajo con mobiliario que promueva el bienestar de quien lo utilice, de uso seguro y que la configuración indique la manera adecuada de utilizarla, con espacios de trabajo que oscilan entre 3m. x 4 m. a 4 m. x 4 m. de forma cuadradas o rectangulares, con el fin de brindar una cómoda distribución, además deberán con un sistema de ventilación. (7)

## *2.2 Marco conceptual*

Para el desarrollo de la presente investigación es importante el conocimiento de la terminología utilizada y su relación con el desarrollo de la misma.

2.2.2 *La Ergonomía* teniendo en cuenta que es una de las bases de la investigación, viene del griego Ergo = trabajo, Nomos = regla, la cual crea una nueva filosofía científica de adaptación del trabajo al hombre, ya que se enfoca en entender el

espacio físico de trabajo, los distintos ambientes laborales, las posturas al desarrollar una actividad, la carga mental, entre otros factores los cuales afectan el desempeño, la salud y el equilibrio psicológico del trabajador, en pocas palabras se enfoca en el confort del individuo en su trabajo.

Existen muchas definiciones de ergonomía, pero la más completa, según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés), es la siguiente:

La ergonomía es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con el fin de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema (8)

- a. Ergonomía cognitiva: Se encarga de los procesos mentales, tales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motriz, que afectan las interacciones entre los seres humanos y otros elementos del sistema, y centra su preocupación en la comprensión de los procesos desplegados en situaciones de trabajo con fuertes exigencias mentales. (8)
- b. Ergonomía física: Se ocupa de los factores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos involucrados en las situaciones de trabajo con un fuerte componente físico. (8)
- c. Ergonomía organizacional: Se concentra en la optimización de los sistemas socio técnicos, en los que se incluyen las estructuras organizacionales, políticas y procesos en lo que se refiere a la capitalización de los conocimientos y la experiencia de la organización. (8)

Teniendo en cuenta que la ergonomía trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, ahora pasaremos a definir de qué se tratan esos sistemas y como se da esa interacción:

2.2.3 *Sistema ergonómico*: El sistema ergonómico (SE) está compuesto por tres elementos:

- Ser humano
- Objeto/Máquina
- Espacio físico

Estos elementos se relacionan entre sí o entre sus partes para cumplir con un propósito (puede ser una actividad o el desarrollo de un trabajo). Ahora bien, si hablamos de los elementos nos referimos al sistema; pero si hablamos de las partes o componentes de los elementos nos referimos a subsistemas. De acuerdo con la dinámica del sistema ergonómico, podemos definir los siguientes términos.

- a. Interfaz: La interfaz es el campo donde se establece la relación directa entre los elementos del sistema ergonómico o de sus subsistemas, una vez estos se ponen en actividad. La interfaz agrupa el conjunto de interacciones entre:

Ser humano 0 “Objeto/Máquina

Ser humano < > Objeto/Máquina

Espacio físico< >Espacio físico

- b. **Interacción:** La interacción describe una acción y/o conducta específica que se da entre dos de los elementos de un sistema/subsistema y se produce únicamente dentro de la interfaz. Esta acción específica siempre tendrá dos posibles sentidos de causa-efecto o acción-reacción. (9)

**Ergonomía física**, comprende los siguientes aspectos:

- a. **Anatomía:** La anatomía se ocupa del estudio de la estructura descriptiva y topográfica de los órganos y aparatos: esqueleto, articulaciones, músculos, vasos y nervios; permite comprender el cuerpo humano en sus partes y como un todo, dado que ningún órgano se halla aislado física ni funcionalmente. (8)
- b. **Biomecánica**, que investiga el sistema osteoarticular y muscular como estructuras mecánicas sometidas a movimientos y fuerzas, y cuyo objetivo principal es el estudio del cuerpo con la finalidad de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo. (8)

Existen dos tipos de biomecánica

- **Biomecánica estática:** La estática se encarga del estudio de la acción de las fuerzas sobre los cuerpos en reposo o en equilibrio, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo; en otras palabras, es el estudio de las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio. Con base en lo anterior puede establecerse que la biomecánica estática es el estudio de los cuerpos que permanecen en reposo o equilibrio como resultado de las fuerzas que actúan sobre ellos. (8)

- **Biomecánica dinámica:** La dinámica es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos bajo la acción de las fuerzas y describe el movimiento de los cuerpos y su evolución en el tiempo; en otras palabras, es el estudio de las fuerzas que provocan el movimiento. De lo anterior se deduce que la biomecánica dinámica es el estudio de los cuerpos en movimiento. (8)

El objeto del presente proyecto es integrar el sistema multifuncional al puesto de trabajo para disminuir los factores de riesgo inherentes a la actividad y así prevenir las enfermedades laborales, que de acuerdo a la Ley 1562 de 2012 se entiende “enfermedad laboral la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar”, (10) que para el caso de este estudio están asociadas a DME, según Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia se definen como las lesiones que “comprenden un grupo heterogéneo de diagnósticos que incluyen alteraciones de músculos, tendones, vainas tendinosas, síndromes de atrapamientos nerviosos, alteraciones articulares y neurovasculares”. (2)

#### 2.2.4 *DME en miembros superiores asociados a la actividad que desarrollan los odontólogos*

- a. *Enfermedad de Quervain:* La enfermedad de Quervain corresponde a una tenosinovitis estenosante del primer compartimiento dorsal de la muñeca. El primer compartimiento dorsal incluye los tendones del Abductor Pollicis Longus y el Extensor Pollicis Brevis. (2)
- b. *Epicondilitis lateral:* es la tendinitis de los músculos epicondíleos, también llamada codo de tenista; corresponde a una lesión tendinoperióstica de la inserción del tendón común de los músculos extensor radial corto del carpo (ERCC) y del extensor común de los dedos (ECD) en el epicóndilo externo del húmero. (2)

- c. *Epicondilitis medial*: se presenta en el sitio de inserción de los tendones de los músculos flexores y pronadores del puño y los dedos de la mano en el epicóndilo interno (o medial) del húmero. (2)
- d. *Síndrome del Túnel Carpiano (STC)*: El STC es una entidad clínica caracterizada por dolor, parestesias y entumecimiento en la distribución del nervio mediano. Es universalmente aceptado que la clínica se presenta por compresión del nervio a su paso a través del túnel del carpo. Bajo circunstancias normales la presión tisular dentro del compartimiento de la extremidad es 7 a 8 mm Hg. En el STC esta presión es siempre de 30 mm Hg, cerca del nivel en donde la disfunción nerviosa ocurre. Cuando la muñeca se flexiona o se extiende la presión puede incrementarse hasta 90 mmHg o más, lo cual puede producir isquemia. Esta isquemia del nervio mediano resulta en deterioro de la conducción nerviosa, originando parestesias y dolor. En su curso temprano no se observan cambios morfológicos y los síntomas son intermitentes. Si los episodios de elevación de presión en el túnel son elevados o frecuentes pueden determinar desmielinización segmentaria, con posterior daño axonal irreversible, con debilidad y atrofia de la musculatura tenar en casos avanzados. (2)

#### 2.2.5 Peligro biomecánico:

El peligro biomecánico hace referencia a la probabilidad de sufrir lesiones o enfermedades a nivel osteomuscular a causa de la exposición de factores tales como:

*Carga física* de trabajo se define como "el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el trabajador durante la jornada laboral; ésta se basa en los tipos de trabajo muscular, que son el estático y el dinámico. La carga estática viene determinada por las posturas, mientras que la carga dinámica está determinada por el esfuerzo muscular, los desplazamientos y el manejo de cargas. (2)

*Postura Prolongada:* Cuando se adopta la misma postura por el 75% o más de la jornada laboral (6 horas o más). (2)

*Postura Mantenida:* Cuando se adopta una postura biomecánica correcta por 2 o más horas continuas sin posibilidad de cambios. Si la postura es biomecánicamente incorrecta, se considerará mantenida cuando se mantiene por 20 minutos o más. (2)

*Postura Forzada:* Cuando se adoptan posturas por fuera de los ángulos de confort. (2)

*Posturas Antigravitacionales:* Posicionamiento del cuerpo o un segmento en contra de la gravedad. (2)

*Movimiento repetitivo* está dado por los ciclos de trabajo cortos (ciclo menor a 30 segundos o 1 minuto) o alta concentración de movimientos (> del 50%), que utilizan pocos músculos. (2)

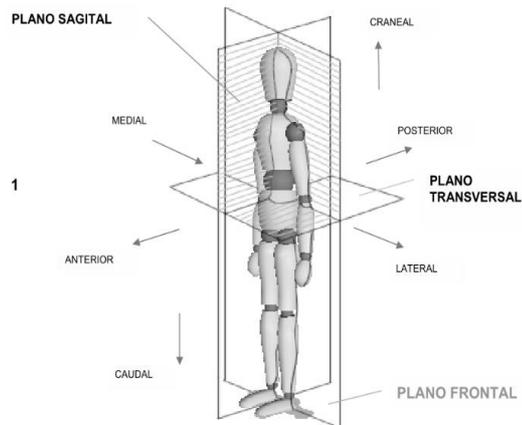
### 2.2.6 Ejes, planos y movimientos

Para localizar los movimientos de los diferentes segmentos corporales, vamos a situar el cuerpo dentro de un sistema de referencia tridimensional, el cual parte del centro de gravedad humano, quinta vértebra lumbar aproximadamente, que es el punto de intersección de las tres dimensiones. (11)

- a. Eje: Definido como la línea sobre la cual gira la articulación y plano como la superficie que se halla perpendicular al eje sobre la cual se mueve el segmento.

Partimos de la posición anatómica del cuerpo, por definición: en bipedestación, talones juntos, brazos pegados al cuerpo y palmas dirigidas hacia delante (supinación) y la cabeza erguida. (11)

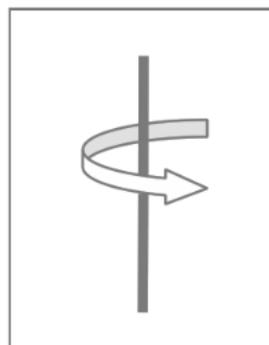
**Figura 1 Ejes y movimientos**



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

- Eje longitudinal está situado a lo largo del eje mayor del cuerpo. En posición anatómica coincide con la línea de gravedad del cuerpo, por eso algunos autores lo conocen como eje vertical. (11)

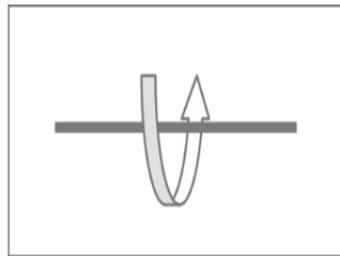
**Figura 2 Eje Longitudinal**



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

- Eje transversal va de derecha a izquierda o viceversa, formando ángulo recto con el vertical. (11)

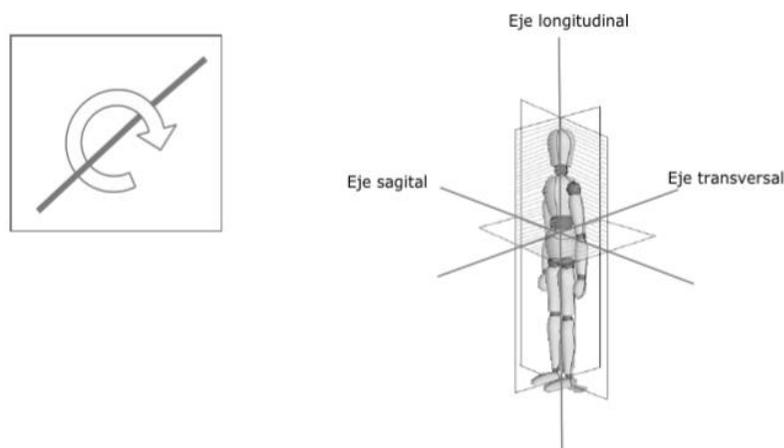
**Figura 3 Eje transversal.**



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

- Eje sagital cruza el cuerpo de delante atrás, por lo que se conoce también como eje anteroposterior. (11)

**Figura 4 Eje sagital**



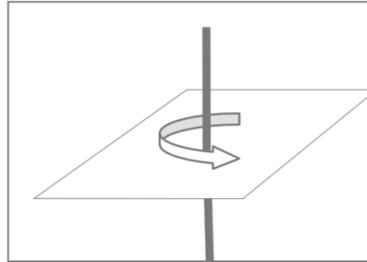
Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

**b. Planos de movimiento**

Todos los movimientos del cuerpo pueden reducirse a tres planos y quedan determinados por las modificaciones de la magnitud de los ángulos articulares. (11)

- El Plano transversal corta al cuerpo horizontalmente en dos partes, una superior (o cefálica) y otra inferior (o caudal). (11) sobre el cual se producen los movimientos de rotación que son vistos desde arriba o desde abajo. (12)

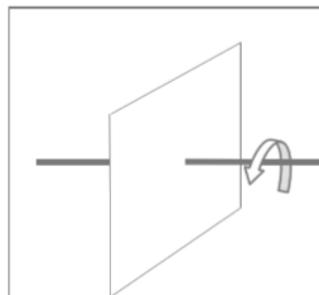
**Figura 5 Plano transversal.**



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

- a. El Plano sagital es el que divide al cuerpo en dos mitades simétricas una izquierda y otra derecha. (11) Sobre el que se producen los movimientos de flexión y extensión, visibles en la persona de perfil. (12)

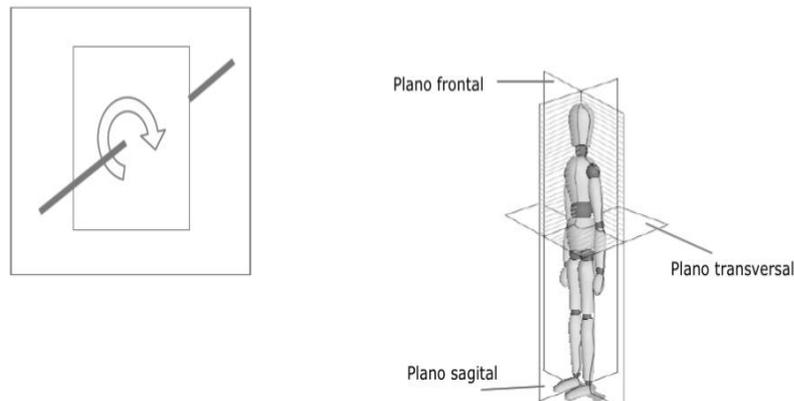
**Figura 6 Plano sagital**



Fuente: <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

- El Plano frontal divide al cuerpo en dos partes, una posterior y otra anterior, forma con el sagital un ángulo de 90 grados (11) sobre el cual se producen los movimientos de abducción y aducción, visibles en la persona de frente. (12)

**Figura 7 Plano frontal.**



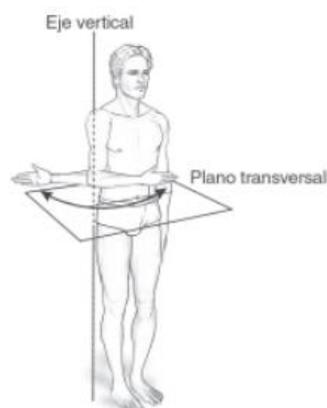
Fuente: <https://ebookcentralproquestcom.ezproxy.unbosque.edu.co/lib/bibliobosquesp/detail.action?docID=4626847>.

### c. Movimiento

El movimiento es la esencia del trabajo y se define por el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de sus segmentos, planos o ejes anatómicos.

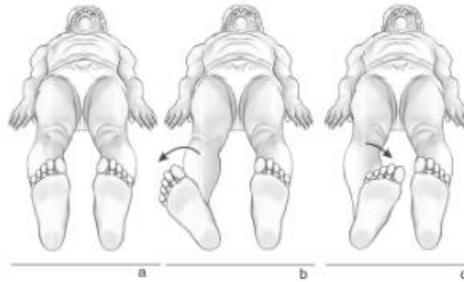
- Rotación interna y externa: El movimiento en el plano transversal que desplaza una parte del cuerpo hacia fuera se llama rotación externa, en cambio, cuando la desplaza hacia dentro, se denomina rotación interna. (12)

**Figura 8 Movimientos de rotación del hombro**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

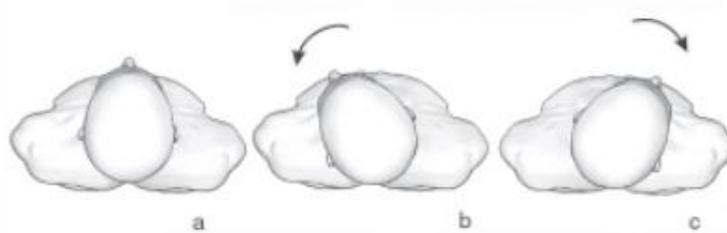
**Figura 9 Rotación de cadera derecha.**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- Rotación derecha e izquierda: En el raquis, las rotaciones se denominan derecha e izquierda respecto del eje medio del cuerpo.

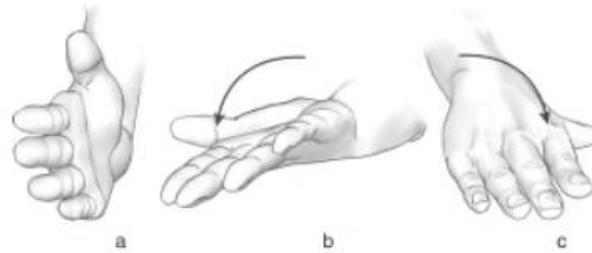
**Figura 10 Rotación de columna cervical**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- Pronación-supinación: En el antebrazo, se observa un movimiento de rotación denominado pronación-supinación. En la pronación, el antebrazo gira hacia dentro llevando la palma de la mano hacia abajo, y en la supinación, gira hacia fuera llevando la palma de la mano hacia arriba. (12)

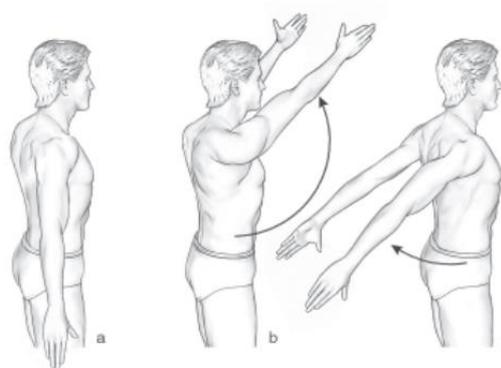
### **Figura 11 Movimiento de pronación-supinación en el antebrazo**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- **Flexión:** Es todo movimiento en el plano sagital que desplaza una parte del cuerpo hacia delante de la posición anatómica. (12)
- **Extensión:** Es todo movimiento en el plano sagital que desplaza una parte del cuerpo hacia atrás de la posición anatómica. (12)

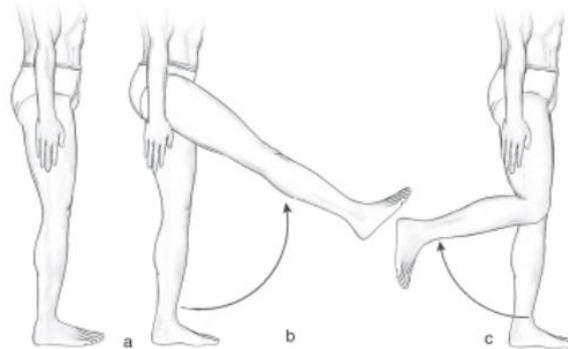
### **Figura 12 Flexión-extensión del hombro derecho**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- **Excepciones:** A nivel de la rodilla, se denomina paradójicamente, extensión al movimiento que lleva la pierna hacia delante de la posición neutra, y flexión, al movimiento que la lleva hacia atrás. (12)

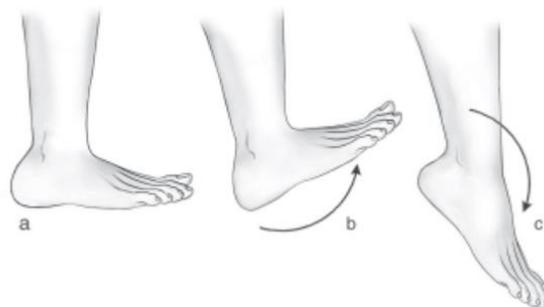
**Figura 13 Flexión-extensión de rodilla**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

A nivel del tobillo, se denomina paradójicamente, extensión al movimiento que lleva el segmento distal (pie) hacia delante, y flexión, cuando lo lleva hacia atrás. (12)

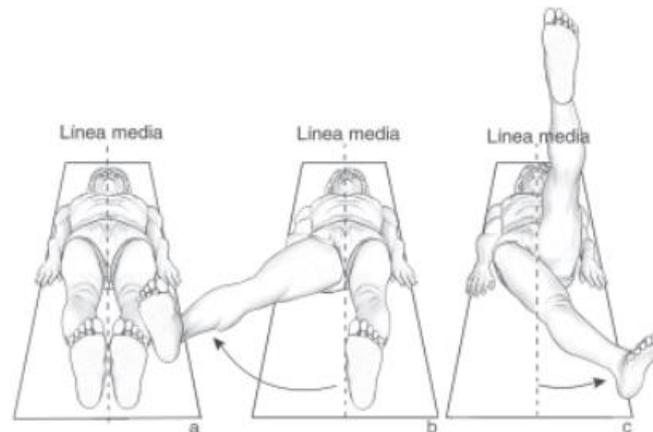
**Figura 14 Flexión-extensión de tobillo**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- **Abducción:** Es todo movimiento en el plano frontal que aleja una parte del cuerpo de la línea media. (12)
- **Aducción** Es todo movimiento que en el plano frontal acerca una parte del cuerpo a la línea media. (12)

**Figura 15 Abducción-aducción de la cadera derecha**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- Abducción y aducción de los dedos de la mano: Para los dedos de la mano, la línea media corresponde a la línea media del tercer dedo. Cuando los dedos se acercan a este eje, se denomina aducción, y cuando se alejan, abducción. (12)

**Figura 16 Abducción-aducción de los dedos de la mano**



Fuente: Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- **Aducción y abducción de los dedos del pie** Para los dedos del pie, la línea media corresponde a la línea media del segundo dedo. Cuando los dedos se acercan a esta línea, se denomina aducción, y cuando se alejan, abducción. (12)

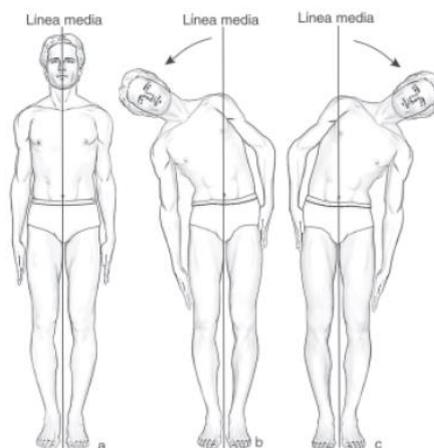
**Figura 17 Aducción y abducción de los dedos del pie**



**Fuente:** Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- **Inclinación lateral del raquis:** En el raquis, los movimientos en el plano frontal se denominan inclinación lateral derecha e izquierda respecto de la línea media del cuerpo. (12)

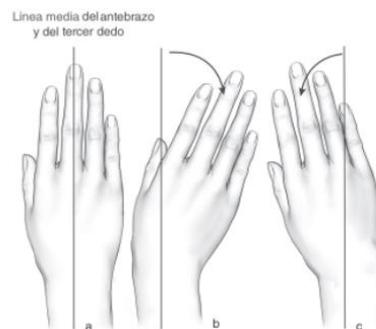
**Figura 18 Inclinación lateral del raquis**



**Fuente:** Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

- Desviación radial y cubital de la muñeca: En la muñeca, la línea media corresponde a la prolongación de la línea media del tercer dedo con la línea media del antebrazo. Cuando la mano se desplaza hacia la apófisis estiloides del radio, se denomina desviación radial, y cuando lo hace hacia la apófisis estiloides del cúbito, desviación cubital. (12)

**Figura 19 Desviación radial y cubital de la muñeca**



**Fuente:** Disponible en <https://docplayer.es/11893722-Goniometria-claudio-h-taboadela-una-herramienta-para-la-evaluacion-de-las-incapacidades-laborales-indice.html>

Ahora vamos a definir todos los aspectos relacionados a posturas, teniendo en cuenta que es uno de los factores de riesgo objeto de estudio para la presente investigación.

### 2.2.7 La postura

Se define como las posiciones del cuerpo en relación espacial entre las diferentes partes o segmentos que lo conforman. La postura no es solo una estructura estática y rígida; sino que, también puede ser un “balance” en el sentido de optimizar la relación entre el individuo y su entorno. (13)

#### a. Métodos de evaluación postural

Existen diversos métodos que permiten la evaluación del riesgo asociado a la carga postural, diferenciándose por el ámbito de aplicación, la evaluación de posturas individuales o por conjuntos de posturas, los condicionantes para su aplicación o por las

partes del cuerpo evaluadas o consideradas para su evaluación. (14)

- Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

RULA es un método de estudio desarrollado para ser usado en investigaciones ergonómicas de puestos de trabajo, donde existe la posibilidad de producirse lesiones por esfuerzos repetitivos en miembros superiores. Este método fue desarrollado por Mc Atamney y Corlett (1993) para investigar la exposición de los trabajadores a los factores de riesgo asociados con el desarrollo de Desórdenes Traumáticos Acumulativos. Para evaluar la exposición a factores de riesgo, el método utiliza diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar y cuantificar las posturas adoptadas. Los factores de riesgo evaluados en este método son:

- Repetición de movimientos
- Trabajos musculares estáticos
- Fuerzas – Posturas de trabajo.

Una vez obtenido el valor RULA éste se sitúa entre uno de los cuatro niveles posibles de acción:

Nivel 1. Una puntuación de 1 o 2, indica que la postura es aceptable.

Nivel 2. Una puntuación de 3 o 4 significa que se requiere realizar una investigación más detallada.

Nivel 3. Una puntuación de 5 o 6 indica que nuevas investigaciones y cambios deben realizarse pronto.

Nivel 4. Una puntuación de 7 indica que las nuevas investigaciones y los cambios deben ser inmediatos. (14)

- Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Este método fue desarrollado en Nottingham en el año 2000 por Hignett y Mc Atamney para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo. Es un método de reciente aparición y está en fase de validación. Se trata de un nuevo sistema de análisis, que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción carga-persona y un nuevo concepto que tiene en cuenta lo que denomina “gravedad asistida” para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores. El método REBA pretende:

- Desarrollar un sistema de análisis postural para riesgos músculo-esqueléticos en diferentes tareas.
- Dividir el cuerpo humano en diferentes segmentos según los planos de movimiento.
- Suministrar un método de puntuación para la actividad muscular, generado mediante posturas estáticas, dinámicas, inestables o por cambios rápidos de la posición. – Reflejar la interacción o conexión entre la persona y la carga. (14)

- El método OWAS (*Ovako Working Analysis System*)

El método OWAS es un método observacional, es decir, parte de la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea a intervalos regulares. Las posturas observadas son clasificadas en 252 posibles combinaciones según la posición de la espalda, los brazos, y las piernas del trabajador, además de la magnitud de la carga que manipula mientras adopta la postura.

Cada postura observada es clasificada asignándole un código de postura. A partir del código de cada postura se obtiene una valoración del riesgo o incomodidad que supone su adopción asignándole una Categoría de riesgo (OWAS distingue cuatro Niveles o Categorías de riesgo para cada postura).

Además, se establecerá el periodo de observación necesario para el registro de posturas considerando que la muestra de posturas recogidas debe ser representativa del total de posturas adoptadas por el trabajador. Esto implica que, en puestos de ciclo de

trabajo corto, en los que las actividades se repiten en periodos breves, será necesario un tiempo de observación menor que en puestos de tareas muy diversas y sin ciclos definidos. En general serán necesarios entre 20 y 40 minutos de observación.

Se determinaría la frecuencia de muestreo, es decir, la frecuencia con la que se anotarán las posturas adoptadas. Las posturas deben recogerse a intervalos regulares de tiempo, habitualmente entre 30 y 60 segundos. La frecuencia de observación dependerá de la frecuencia con la que el trabajador cambia de postura y de la variedad de posturas adoptadas. En general, a mayor frecuencia de cambio y diversidad de posturas será necesaria una mayor frecuencia de muestreo y registro de posturas. En cualquier caso, debe considerarse que el número de observaciones realizadas debe ser suficiente e influirá en la precisión de la valoración obtenida. Debe considerarse que la verdadera proporción de tiempo en cada postura se estima a partir de las posturas observadas, por lo tanto, el error de estimación aumenta a medida que el número total de observaciones disminuye. Estudios previos han encontrado que el límite superior de este error (con 95 % de probabilidad) cuando se realizan 100 observaciones es del 10 %. El límite de error basado en 200, 300 y 400 observaciones son 7 %, 6 % y 5 % respectivamente.

Definidas las fases, el periodo de observación y la frecuencia de muestreo se observará la tarea durante el periodo de observación definido y se registrarán las posturas a la frecuencia de muestreo. Esto puede realizarse mediante la observación in situ del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad. (14)

- Método EPR (Evaluación Postural Rápida)

La adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo genera fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético. Esta carga estática o postural es uno de los factores a tener en cuenta en la evaluación de las condiciones de trabajo, y su reducción es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos.

Para la evaluación del riesgo asociado a esta carga postural en un determinado puesto se han desarrollado diversos métodos, cada uno con un ámbito de aplicación y

aporte de resultados diferente. EPR no es en sí un método que permita conocer los factores de riesgo asociados a la carga postural, si no, más bien, una herramienta que permite realizar una primera y somera valoración de las posturas adoptadas por el trabajador a lo largo de la jornada. Si un estudio EPR proporciona un nivel de carga estática elevado el evaluador debería realizar un estudio más profundo del puesto mediante métodos de evaluación postural más específicos como RULA, OWAS o REBA.

El método mide la carga estática considerando el tipo de posturas que adopta el trabajador y el tiempo que las mantiene, proporcionando un valor numérico proporcional al nivel de carga. A partir del valor de la carga estática el método propone un Nivel de Actuación entre 1 y 5.

EPR emplea el sistema de valoración de la carga estática del método LEST, desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence. (14).

#### b. Tipos de software para análisis de posturas

- Ergoniza - ToolBox

Es un software para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo que permite la gestión de toda la información derivada. Con Ergoniza dispones de una potente herramienta de apoyo en la gestión y evaluación ergonómica de puestos de trabajo.

Puedes evaluar puestos para detectar la presencia de factores de riesgo ergonómico y obtener recomendaciones de rediseño. Ergoniza permite realizar la evaluación inicial de riesgos y llevar a cabo evaluaciones de nivel avanzado de factores de riesgo como la manipulación manual de cargas, la repetitividad de movimientos, el ambiente térmico o la carga postural mediante los métodos de evaluación ergonómica más difundidos y contrastados. Para cada factor de riesgo se dispone de multitud de métodos y herramientas de evaluación: carga postural (OWAS, REBA, RULA), repetitividad de movimientos (Check List OCRA, JSI), manipulación manual de carga (NIOSH, Tablas de Snook y Ciriello, Guía de levantamiento de carga del INSHT),

confort térmico (FANGER), evaluación global (LEST), evaluación biomecánica, etc.

Con Ergoniza podrás generar informes detallados y configurables de tus evaluaciones visibles en formato "doc" y "pdf", insertar imágenes, vídeos y comentarios de las tareas evaluadas, anexar todo tipo de información en cualquier formato y conservarla junto a tus evaluaciones.

Es un software diseñado especialmente para asistir al personal de las empresas dedicado a la evaluación, diseño y rediseño ergonómico de puestos de trabajo empleando el método Evaluación del Riesgo Individual (ERIN).

Permite cargar y almacenar imágenes logrando minimizar los errores en el análisis de la postura. Muestra los cambios de forma instantánea en las puntuaciones de riesgo por variable, permitiendo al usuario probar varias combinaciones con su correspondiente nivel de exposición a factores de riesgo.

Incorpora un módulo para asistir al evaluador en las acciones que deben realizarse para disminuir el riesgo de exposición por variable para cada evaluación realizada.

Mostrar de manera gráfica el comportamiento global por nivel de exposición a factores de riesgo de los puestos de trabajo de la empresa.

- Comparar los niveles de exposición a factores de riesgo entre áreas.
- Exportar la información de las evaluaciones en formato pdf para su impresión o almacenamiento digital (14)

- Ergo/IBV

Es un software de Evaluación de Riesgos y Recomendaciones de diseño Ofrecer herramientas de apoyo al diseño y al rediseño del puesto de trabajo. Entre otras, un módulo de diseño antropométrico del puesto de trabajo, o una herramienta interactiva para identificar las variables prioritarias a modificar en una Manipulación de Cargas, o incluso una base de datos de soluciones que el IBV ha aplicado en diferentes sectores

para reducir los riesgos asociados a los puestos de trabajo. (15)

- RULER - Medición de ángulos en fotografías - Ángulos entre segmentos corporales.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicará el software RULER, el cual se emplea en la medición de ángulos entre diferentes miembros del cuerpo sobre fotografías.

¿Cómo se usa RULER?

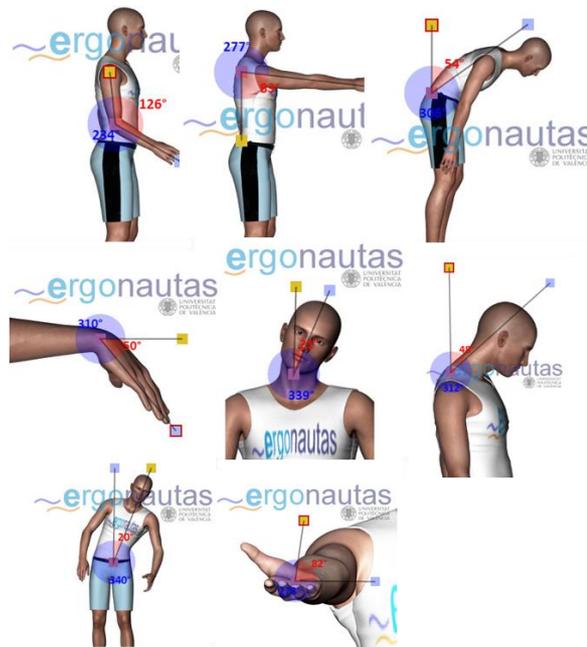
1. Comienza arrastrando el archivo de la fotografía del trabajador sobre el recuadro azul marcado con el símbolo imagen. También puedes hacer click sobre él recuadro para escoger el archivo.
2. Ajusta la imagen como desees mediante los botones de zoom y desplazamiento.
3. Usa el mouse para colocar los cuadrados del medidor sobre los puntos convenientes. El cuadrado rojo debe colocarse sobre la articulación (Fulcro) que se desea medir. El cuadrado amarillo y el cuadrado azul debes colocarlos sobre los ejes (Móvil y fijo) de los dos miembros adyacentes a la articulación.
4. Una vez colocado el medidor de la forma adecuada puedes leer el ángulo buscado bajo la imagen. (14).

**Figura 20 Medición de ángulos entre segmentos corporales en verdadera**



Fuente: Disponible en <https://www.ergonauta.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>

**Figura 21 Ejemplos de mediciones habituales usando RULER**



Fuente: Disponible en <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>

### 2.2.8 Diseño.

Después de haber abordado la ergonomía desde el punto de vista anatómico, ahora se contemplará desde el diseño.

Diseñar hace referencia a un proceso iterativo y estructurado que consta de diversos pasos y que da como resultado un diseño nuevo o una modificación del ya existente. Este proceso se lleva mejor a cabo si lo realiza un equipo multidisciplinar, lo cual es válido para cualquiera de las fases de que consta el proceso. En las diferentes etapas del proceso se desarrollan actividades de análisis, síntesis, simulación y evaluación. (16)

#### a. Diseño Industrial.

Existen muchas definiciones, se puede considerar que la mayoría son acertadas, de todas ellas podemos sacar factores comunes: es una actividad de estudio previo de la fabricación y mercadeo de un objeto que llenará las expectativas de un grupo de

adquisidores; considera factores que lo llevan a configurar productos con nuevos beneficios funcionales, de uso, de producción, estéticos, ambientales y psicosociales.

El diseño industrial es indispensable y obligatorio para empresas que manejen proyectos de producción industrial. Siendo el objetivo de la empresa satisfacer un mercado previsto con un producto apetecible, el estudio previo a su producción, deberá estar supeditado a los aspectos socioeconómicos, geográficos y temporales impuestos por el grupo al cual está dirigido el proyecto, así como a las condiciones relativas a la empresa. (17)

#### b. Diseño Ergonómico.

Todas las personas tenemos derecho a tener un nivel de vida digno, en el cual se asegure el bienestar, la vivienda, el vestido, esto dicho por la declaración de los derechos humanos. A esto también se le suma el trato digno y el derecho sin sometimiento refiriéndose a la esclavitud o a el servicio, entendiendo que esta relación no solo tiene inclusión en el trato entre personas sino también en la relación persona/objeto, ya que muchos objetos no están diseñados para la persona o tarea específica y tienen que ser forzados los usuarios a una adaptación nociva para generar un desempeño frente a una obligación previamente establecida, sin tener en cuenta que no todos los objetos creados por el hombre potencializan los valores ni favorecen el bienestar del mismo.

No se debe caer en el error de pensar que los objetos únicamente están hechos para la ejecución de una tarea, esto es solo una parte del sistema en el cual el diseñador debe pensar, ya que el entorno, el usuario, la interacción el ambiente, los tiempos de exposición, entre muchas otras cosas son variables determinantes para la realización de un prototipo que solucione y optimice una tarea. Por esta razón desde el diseño ergonómico se toma en cuenta de manera decisiva al ser humano, siendo este el centro de la ecuación, el inicio y el final pues debe velar por su seguridad y evitar el riesgo de adquisición e patologías o patologías asociadas con DME por actividades derivadas a el abuso de instrumentos, máquinas o herramientas de trabajo que vayan en

contra de las buenas prácticas laborales. (18)

Los puestos de trabajo deben estar diseñados para evitar accidentes y enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo, (13) con lo que coincide la Norma Técnica Colombiana NTC 5655 El diseño ergonómico del sistema de trabajo busca evitar los efectos adversos de la tensión del trabajo y promover los efectos beneficiosos de la misma. La actividad humana, cuando está exenta de inconvenientes, mejorará, a menudo, la eficiencia y la eficacia del sistema, contribuyendo, de esta manera, a alcanzar otro importante objetivo de este diseño. (20)

Para el proceso de diseño ergonómico de un sistema dentro de las clínicas odontológicas se utilizarán términos como:

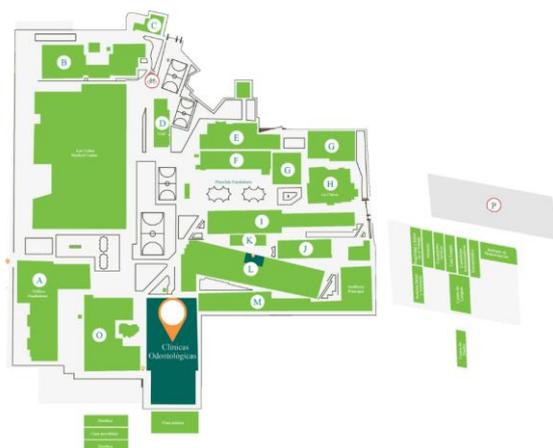
- Población objeto de estudio, este se determina a través de la actividad, dentro de un rango preestablecido de características entre las cuales se pueden ubicar sexo, edad, rango o tarea entre otros, esto se delimita según los percentiles necesarios para el estudio.
- Trabajo, secuencia en tiempo dentro de un espacio que determina la cantidad de tareas desarrolladas por un individuo o un conjunto en un sistema de trabajo.
- Trabajo sistemático o sistema de trabajo, comprende a un individuo o a un conjunto en el desarrollo de una actividad específica sobre unas condiciones preestablecidas dentro de una línea de producción.

### 2.3 Marco contextual

La clínica odontológica de la Universidad El Bosque se encuentra dentro del campus universitario, de uso netamente práctico puesto que el uso de este espacio es dado para el aprendizaje de los estudiantes de sexto, séptimo, octavo y décimo semestre del programa de odontología, en algunos momentos del semestre también son utilizados para consulta externa por los estudiantes de noveno semestre y algunas especialidades. Los estudiantes cuentan con un cronograma específico, el cual se programa desde el inicio del semestre en donde cada estudiante tiene un espacio de tres horas por turno en un horario de 7:00 am a 6:00 pm, en este espacio deberá atender de uno a dos pacientes máximo, ya sean programados por el estudiante o particulares.

Cada semestre cuenta con días específicos de práctica en la clínica odontológica, los lunes y viernes se encuentran los estudiantes de sexto y octavo semestre, los martes y jueves séptimo semestre, y finalmente los estudiantes de décimo los días martes y viernes. Como se menciona anteriormente los estudiantes de noveno semestre realizan rotaciones externas en hospitales y clínicas dentro del convenio universitario que tenga el programa de odontología y solo van a el complejo odontológico cuando necesitan hacer algunas consultas externas, esto dentro de los días que no se encuentra programado algún otro grupo, acompañado también de los estudiantes de las especialidades (horario semestre 3, año 2018).

**Figura 22 Ubicación Clínica odontológica**



Fuente: <https://www.uelbosque.edu.co/nuestro-bosque/infraestructura>

## 2.4 Marco Legal

### 2.4.1 Normatividad vigente relacionada con instituciones prestadoras de salud

**Tabla 1 Normatividad relacionada con instituciones prestadoras de salud**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Resolución 4445 de 1995	Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares (21)
Resolución 2003 de 2014	Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de instituciones prestadoras de salud y la habilitación de servicio. 2.3.2.1 Todos los servicios. 2.3.2.3 Consulta Externa

Fuente: autoría propia

## 2.4.2 Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo

**Tabla 2 Marco Legal de Seguridad y Salud en el Trabajo**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Decreto 614 de 1984	Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país. (22)
Decreto 1295 de 1994	Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencias del trabajo que desarrollan. (23)
Ley 9 de 1979	Artículo 84.-Obligaciones de los empleadores, literal d) Adoptar medidas efectivas para proteger y promover la salud de los trabajadores, mediante la instalación, operación y mantenimiento, en forma eficiente, de los sistemas y equipos de control necesarios para prevenir enfermedades y accidentes en los lugares de trabajo (24)
Resolución 2400 de 1979	Título III PARÁGRAFO 1o. determina que la distancia entre máquinas, aparatos, equipos, etc., será la necesaria para que el trabajador pueda realizar su labor sin dificultad o incomodidad, evitando los posibles accidentes por falta de espacio, no será menor en ningún caso, de 0,80 metros.(25)

<p>Resolución 2844 De 2007</p>	<p>Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. En el artículo 1, parágrafo menciona que “Las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional que se adoptan mediante la presente resolución serán de obligatoria referencia.(26)</p>
<p>Resolución 1016 de 1989</p>	<p>Artículo 10 hace referencia a las principales Actividades de los subprogramas de Medicina preventiva y del trabajo que de acuerdo al numeral 2 se deben desarrollar actividades de vigilancia epidemiológica, conjuntamente con los subprogramas de higiene y seguridad industrial. El numeral 4 menciona la investigación y análisis de las enfermedades ocurridas, la obligación a determinar sus causas y establecer las medidas preventivas y correctivas que sean necesarias, de acuerdo al numeral 11 se deben diseñar y ejecutar programas para la prevención, detección y control de enfermedades relacionadas o agravadas por el trabajo.(27)</p>
<p>Ley 1562 de 2012</p>	<p>El cual entra a modificar algunos artículos del Decreto 1295 de 1994 hace mención en el artículo 11, dentro de sus objetivos menciona que se deben fortalecer las actividades mínimas de promoción y prevención en el sistema General de Riesgos y el control de los agentes de riesgo Ocupacionales; adicional a esto, en el artículo 4 de la misma define enfermedad Laboral.(10)</p>
<p>Decreto 1443 de julio de 2014</p>	<p>artículo 2 numeral 10 enmarca los Sistemas de Vigilancia Epidemiológico bajo el ciclo PHVA (28)</p>

Decreto 1477 de agosto de 2014	Por la cual se establece la nueva tabla de enfermedades laborales. (29)
Decreto 1072 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, libro 2 título 4 -5. (30)
Resolución 1111 de 2017	Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes (31)
Resolución 0312 de 2019	Por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (32)

Fuente: autoría propia

### 2.4.3 Normas técnicas colombianas (NTC)

**Tabla 3 Normas técnicas colombianas (NTC)**

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
NTC 5723:2007	Evaluación de posturas de trabajo estáticas(33)
NTC 5448:2010	Odontología. Unidades dentales(34)
NTC 5831:2010	Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con videoterminal (vdt) (monitores). parte 5: concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales(35)
NTC 5655:2008	Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo(36)
NTC 5649:2008	Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales (37)
NTC 5654	Requisitos generales para el establecimiento de una base de datos antropométricos(38)

Fuente: autoría propia

### **3. Problema de investigación**

La odontología es la ciencia encargada de la salud oral del ser humano, va desde la prevención hasta el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades; a través de la historia, ha centrado sus esfuerzos en el paciente y en la búsqueda de avances tecnológicos que permiten realizar procedimientos menos dolorosos (39), pero ha dejado a un lado la prevención de enfermedades en profesionales y la importancia de la carga postural a la hora desarrollar su labor. Esta Actividad se ha mantenido en el tiempo, sin importar la evolución formal de los instrumentos, herramientas y máquinas, (9) quedando en evidencia el bajo nivel de conocimiento sobre posturas odontológicas ergonómicas y obligando a los profesionales a la adopción de posturas anti gravitacionales fuera de los ángulos de confort; además de favorecer la aparición de sintomatología asociada a Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) y en la mala disposición de un sistema laboral. (1)(5)(6)

En la Universidad El Bosque se realizaron dos estudios específicos acerca de DME en odontólogos de la clínica de la universidad, dichos estudios indican que las malas posturas al realizar un procediendo odontológico generan diferentes tipos de sintomatologías y patologías asociadas a este desorden, el primero de ellos se realizó en el 2009 el cual evidenció que la mayor sintomatología se encontraba en cuello (62%) y hombros con el (47%) (3), el segundo estudio se realizó cuatro años después, es decir, en el 2012, este estudio corroboró que la sintomatología continuaba presente en cuello (70%) y hombros (49%) (4) poniendo en evidencia la prolongación de varias condiciones de riesgo al interior de la clínica, favoreciendo la aparición de dicha sintomatología. Pero este tipo de constante no solo se presenta dentro del gremio odontológico, ni en la clínica odontológica de la Universidad El Bosque, ya que es muy común dentro de algunos sistemas laborales la readecuación o adaptación de las áreas de trabajo según los factores tiempo y dinero, determinando así las condiciones con las que se cumplirán las tareas de un usuario sin tener idea alguna de la secuencia natural de la actividad ni sus variables, esta interacción puede llegar a ser nociva no sólo para el sistema de producción sino también para el usuario, ya que según los sistemas ergonómicos se debe entender al Hombre, a la máquina y a su entorno (40) y de esta

manera poder lograr productos que se ajusten a espacios con características particulares, y a las limitantes y las capacidades de los usuarios que los van a operar, pues el objetivo del diseño ergonómico es su facilidad de uso, entendiendo la secuencia de lógica y natural de la actividad, proyectándose dentro de la estructura formal, la funcionalidad y su usabilidad. (41)

De acuerdo con un estudio realizado por María Virginia Moreno acerca del diseño ergonómico, se especifica que el espacio ideal en un consultorio dental debe oscilar entre 3m.x 4 m. o 4 m. x 4 m. de forma cuadradas o rectangulares, ya que espacios muy pequeños resultan incómodos, pero los espacios muy grandes deben evitarse ya que alargan sin necesidad el recorrido a través de la sala clínica(7), colocando a las unidades odontológicas de la clínica es una condición de apiñamiento ya que se encuentran debajo del rango con medidas de menos de 2 m por lado en forma cuadrada sin espacios de circulación internos, lo que dificulta la movilización de varios elementos dentro de la actividad, particularmente para la mesa auxiliar instrumental, de evolución y almacenamiento de la clínica odontológica El Bosque, ya que el espacio no es el ideal para su desplazamiento, convirtiéndola en un sistema suelto, sin lugar de ubicación específico, sin profundidad de planos de trabajo para el desarrollo de evoluciones clínicas (15), ni cumplimiento de parámetros normativos de ergonomía, que de acuerdo a lo establecido en artículo de factores de riesgo profesional en estomatología establece que los equipo, mobiliario e instrumental que el odontólogo que se utilicen durante el trabajo contemplen los requisitos antropométricos necesario para evitar los vicios de posiciones, así como garantizar secuencias de movimientos lógicos y evitar la pérdida innecesaria de tiempo.(42)

Todos los aspectos anteriormente mencionados hacen que los estímulos exteriores entren en conflicto con el sujeto (odontólogo) (43) ya que un solo factor puede llegar a afectar un sistema entero, pues este se compone de un conjunto de elementos en donde el comportamiento de uno afecta todo el sistema, provocando respuestas negativas al tener que hacer una serie de adaptaciones posturales por la exigencia de la tarea dentro de periodos largos de exposición. (44)

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente y siguiendo el “principio fundamental de la ergonomía que consiste en adaptar la actividad a las limitaciones y capacidades de los trabajadores, y no a la inversa; es decir, adaptar al usuario a la máquina, equipos, espacios de trabajo e instalaciones en general, como ocurre en la mayoría de los casos” (8). Surge la necesidad de diseñar un sistema para la mesa auxiliar instrumental, de evolución y almacenamiento de la clínica odontológica El Bosque que permita disminuir la carga postural de los estudiantes de la clínica odontológica.

**Pregunta de Investigación:**

¿Cuál es el diseño de mesa auxiliar o sistema multifuncional que favorece la disminución de carga postural en los estudiantes de pregrado en periodo de práctica dentro de la clínica odontológica de la Universidad El Bosque?

#### **4. Justificación**

El ser humano se caracteriza por tener dentro de su capacidad física, un equilibrio dinámico sobre los procesos de interacción que ocurren fuera y dentro de su entorno, lo que se traduce como posturas, estas interpretan la actitud y distribución de los miembros del cuerpo durante el movimiento y que a lo largo de la vida varían como respuestas a las demandas de una actividad, (34) pero cuando los procesos no son coherentes con la cadena cinética del movimiento (12), ni con la carga postural, el ser humano se ve expuesto a sufrir enfermedades asociadas a DME. Estas patologías tienden a empeorar cuando se agregan factores como un espacio limitado de trabajo, por ejemplo, la cavidad bucal, dentro del gremio odontológico.

En el 2012 en la ciudad de Valparaíso, un grupo de enfermeros de la Universidad de Sonora, realizaron un estudio de DME en odontólogos en una clínica dental en Hermosillo, donde se pudo evidenciar que durante la práctica odontológica, aparecía sintomatología en cuello (70%), región dorsal o lumbar (63,3 %), hombros (46,7%), el lado derecho presenta más alteraciones (36,7%), manos o muñecas (46,7 %) y mayor frecuencia en mano o muñeca derecha (33,3 %), en codos o antebrazos la mayoría señala no tener molestia (90%)”.(5)

Otro estudio realizado en el 2012 en la Universidad Católica de Cuenca identificó el riesgo en estudiantes de odontología de desarrollar enfermedades de origen laboral, siendo el riesgo medio que predominó con un 61,6 % y el 37,6 % un riesgo bajo y tan solo el 0,8 % no posee ningún riesgo (6)

Según con el Ministerio de educación dentro de su plataforma de Observatorio Laboral arroja que para el año 2017 la Universidad El Bosque certificó a el 4,5% del total de los graduados en Colombia en odontología, tanto de pregrado como de posgrado, (45) siendo este, el porcentaje de profesionales que con el tiempo irá

aumentando, pues aún no cuentan con una medida de intervención en la clínica donde desarrollan sus prácticas, lo que continuará desarrollando sintomatología dolorosa a nivel osteomuscular a largo plazo. Resulta alarmante, puesto que ya se han realizado estudios a la población dentro de la clínica odontológica El bosque y a pesar de su variabilidad de usuarios dentro de las rotaciones semestrales, arroja sintomatologías y patologías asociadas a DME similares; Los estudios realizados en 2009 (3) y en 2012 (4) arrojaron como resultado que el mayor porcentaje en sintomatología se encuentra en el cuello con (66%) y en hombros con (48%), de esta manera se evidencia que en la clínica odontológica Universidad El Bosque existen varias condiciones que obligan a los estudiantes a adquirir posturas y movimientos que contribuyen a la aparición de DME.

Una de las condiciones dentro de la clínica odontológica Universidad El Bosque es el apiñamiento en los espacios de circulación, lo que dificulta la movilización de varios elementos dentro de la actividad, particularmente para la mesa auxiliar instrumental, de evolución y almacenamiento, ya que no cuenta con un espacio ideal para su desplazamiento (7) además de obstaculizar el desarrollo óptimo de la actividad, pues el trabajador necesita un entorno y unas herramientas coherentes que respondan a la tarea asignada, en donde su espacio postural no se vea afectado en el momento de ejecución del trabajo y tenga control dentro de la manipulación de los elementos. (43)

Con la presente investigación se busca proponer un diseño de un sistema multifuncional que se ajuste a los requerimientos ergonómicos, y requisitos antropométricos de acuerdo a estudios de dimensiones humanas realizados en Colombia, de esta manera se logrará prevenir que la población objeto de estudio incluyendo futuras promociones, no adopten posturas forzadas durante su labor, evitando la aparición de problemas músculo esqueléticos.

## **5. Objetivos**

### *a. Objetivo general*

Diseñar un sistema auxiliar multifuncional para los profesionales de odontología en la clínica odontológica de la Universidad El Bosque, en el primer semestre del 2019

### *b. Objetivos específicos*

- Caracterizar la población objeto de estudio.
- Identificar las actividades rutinarias en la ejecución de las tareas de los estudiantes de odontología.
- Identificar los ángulos de movimiento durante la ejecución de la actividad.
- Identificar la distribución de las unidades odontológicas y validar la información con la normativa legal vigente
- Proponer un diseño de prototipo a escala de un sistema para el soporte del instrumental.

## **6. Propósito**

Prevenir que la población objeto de estudio incluyendo futuras promociones, no adopten posturas forzadas durante su labor, evitando la aparición de problemas músculo esqueléticos, mediante el diseño de un sistema auxiliar multifuncional que cumpla con aspectos ergonómicos y antropométricos.

## **7. Aspectos Metodológicos**

*7.1 Tipo de estudio:* Diseño de un sistema con un enfoque descriptivo

*7.2 Población de referencia:* Estudiantes de odontología de la Universidad El Bosque.

Para la selección de la población se tuvo en cuenta en primera instancia el tipo de interacción con el objeto en conflicto, que en este caso es la mesa de instrumentación, evolución y almacenamiento auxiliar, ubicada dentro de cada una de las cabinas de los procedimientos dentro de las clínicas odontológicas de la universidad de El Bosque, para reconocer los diferentes sistemas internos de la actividad que hace que este objeto entre en conflicto con su entorno y para identificarlo con claridad debemos entender cómo funcionan los flujos y sus distintas temporalidades dentro de los procedimientos además de su importancia y trascendencia dentro del área de trabajo.

*7.3 Población objeto de estudio:* Estudiantes de odontología que realizan la práctica en la clínica odontológica de la universidad del bosque y que cumplan con los criterios de selección.

### **Criterios de selección:**

#### *Criterios de inclusión*

Metodología

- Estudiantes de 6, 7, 8, 9 y 10 semestres de pregrado que realicen prácticas dentro de la clínica odontológica de la Universidad El Bosque

*Criterios de Exclusión:*

- Docentes del programa de odontología que estén asignados la clínica odontológica Universidad El Bosque
- Auxiliares de servicios generales y personal de la clínica que tenga contacto con las áreas de procedimientos.
- Estudiantes de las especialidades odontológicas que realicen sus prácticas en la clínica odontológica de la Universidad El Bosque.

**Muestra:** para la aplicación de la encuesta a los estudiantes se realizó un muestreo utilizando el software Open Epi para realizar el cálculo:

$$\text{Sample size } n = [\text{DEFF} * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p * (1-p))]$$

Para un total de 222 estudiantes y con un nivel de confianza del 95% se tomó una muestra de 140 estudiantes que fueron seleccionados al azar durante su jornada de trabajo.

#### 7.4 Variables:

**Tabla 4 Matriz de operacionalización de variables población objeto**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Codificación</b>
<b>Género</b>	Referente a la construcción de un rol social en el cual se desenvuelve un individuo	Cualitativa	Cantidad hombre, mujer y no definido.	Femenino= F Masculino=M
<b>Edad</b>	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Cuantitativa	Años cumplidos en el momento de la intervención.	N° de años cumplidos
<b>Peso</b>	Fuerza con que la tierra atrae un cuerpo, por acción de la gravedad.	Cuantitativa	Kilogramo de peso.	Kilogramos = Kg
<b>Talla</b>	Medida de la estatura del cuerpo humano desde el calcáneo hasta el vertex del cráneo.	Cuantitativa	Se expresa en centímetros y metros, viene definida por factores genéticos y del entorno	Centímetros= Cm
<b>Antigüedad</b>	La cantidad de tiempo en días o meses que una persona lleva en un puesto de trabajo o en una	Cuantitativa	Tiempo( días o meses) en el puesto de trabajo	

	tarea.			
<b>Semestre</b>	Se emplea dentro de lo que es el sector universitario para referirse a las dos partes en las que se divide el curso y el tiempo cursado de un programa.	Cualitativa	semestre que actualmente cursa el usuario	6to 7mo 8vo 9no 10mo
<b>No de pacientes atendidos</b>	Pacientes atendidos durante una jornada de práctica	Cuantitativa	No de pacientes	
<b>Tiempo de atención por paciente</b>	Tiempo empleado en la atención de un paciente	Cuantitativa	Minutos	
<b>Angulo de confort</b>	Carga estática determinada por la exigencia de la tarea del odontólogo	Cualitativa	Prolongada Mantenida Forzada Antigravitacionales	P M F A
<b>Dimensiones de la estación de trabajo</b>	Define el área total de espacio dónde el trabajador desempeña su labor	Cuantitativa	Metros cuadrados	Área total de la estación de trabajo m2
<b>Ancho de la mesa auxiliar</b>	La distancia horizontal de un lado a otro de un	Cuantitativa	Centímetros	Cm

	objeto			
<b>Largo de la mesa auxiliar</b>	La distancia vertical de un objeto no plano	Cuantitativa	Centímetros	Cm
<b>Alto de la mesa auxiliar</b>	Distancia de una dimensión geométrica.	Cuantitativa	Centímetros	Cm
<b>Planimetría</b>	Representación de los elementos sobre un plano horizontal.	Cuantitativa	Metros	Mt

Fuente: autoría propia

### *7.5 Técnicas de recolección de la información*

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron las siguientes técnicas:

- La encuesta para la recolección de la información de los trabajadores
- Registros fotográficos y video para posterior análisis de tareas, ángulos y movimientos.
- Software RULER
- Rhino para levantamiento de planos y modelado 3d
- Adobe Illustrator y Photoshop para ilustración, diagramación, intervención fotográfica y retoque digital.

## **8. Materiales y Métodos**

### *8.1 Caracterización de la población*

- Para efectuar la caracterización de la población objeto de estudio, se realizó la socialización del objetivo de la presente investigación a estudiantes de diferentes semestres y de esta manera determinar si se deseaba o no participar en él, y proceder al diligenciamiento de consentimiento informado (Ver anexo 1) para posteriormente recolectar información básica de datos personales y profesionales a través de la aplicación de una encuesta diseñada para tal fin (Ver anexo 2). la aplicación de la encuesta se realizó a 140 estudiantes durante 3 días en jornadas de 8 horas, los cuales fueron registrados en una base de datos en Excel. (Ver nexos 3).

### *8.2 Identificación de las tareas rutinarias*

- Para la identificación y reconocimiento de las áreas se realizó el levantamiento del plano estructural de la clínica teniendo en cuenta las diferentes modulaciones de áreas, contemplando la codificación y la disposición de las unidades dentro del espacio, con el fin de encontrar la unidad con la distribución espacial menos óptima ( $M^2$ ), a la cual se le asignó el nombre de unidad objeto de estudio.
- A esta unidad objeto de estudio se le realizó un levantamiento de plano independiente para el reconocimiento de área, esto con el fin de poder realizar posteriormente una simulación documentada en fotografía y video de las tareas de los sistemas de trabajo realizando un reconocimiento de la secuencia de la actividad dentro de una línea de tiempos, esta intervención estuvo acompañada por una entrevista realizada a tres estudiantes de decimo semestre de la clínica con su respectivo consentimiento informado. (Anexo 4)
- A partir del análisis de la información recolectada durante todo el proceso de investigación se procede a realizar el mapa de trayectoria o storyboard (Anexo 4)

5) en donde por medio de tomas en plano superior y lateral, se tomó registro de la tarea objeto de estudio, la cual se examinó por medio de escenas fotográficas organizadas cronológicamente sobre una línea de tiempo en donde se puede observar lo que sucede dentro de esta tarea paso a paso, cada escena circunstancialmente transcendental dentro de la tarea fue intervenida para efectuar una verificación del proceso de desarrollo, evolución y si se está llevando a cabo de manera óptima.

Las imágenes tomadas fueron registradas dentro de una simulación con el apoyo de una estudiante de sexto semestre previo a la aceptación a través de consentimiento informado (ver anexo 6), en la cual se encuentran diferentes tareas que realizan los estudiantes a diario en varios procedimientos mostrando los múltiples obstáculos que tienen que afrontar dentro de sus prácticas en la clínica.

### *8.3 Identificación de los ángulos que adoptan los estudiantes de odontología en la atención pacientes y la interacción con la mesa auxiliar*

- En paralelo al proceso de análisis de la tarea desde el storyboard y dentro de la línea de tiempo se tomaron escenas de video y fotografía, en las cuales se analizó por medio del software RULER los diferentes ángulos de movimiento. (Ver anexo 7).

### *8.4. Identificación de la distribución de las unidades odontológicas y validación de la información con la normativa legal vigente*

- Se realizaron mediciones del área total de cada unidad odontológica en la cual los estudiantes de pregrado realizan sus prácticas con el fin de verificar el cumplimiento a través de cuadro comparativo con criterios encontrados en la normatividad nacional vigente. (Ver Anexo 8).

### *8.5. Diseño de prototipo a escala de un sistema para el soporte del instrumental.*

- Se realiza un cuadro de determinantes y requerimientos para determinar las características de uso, función y forma teniendo en cuenta el cumplimiento de

los requisitos obtenidos con los objetivos anteriormente cumplidos y los resultados de las verificaciones.

- Se procede a plantear el nuevo espacio dentro de un mapa en donde se aplica la normatividad y plantea la disposición del espacio.
- Finalmente se procede a realizar una simulación del espacio en 3d para representar la propuesta final por medio de imágenes en render.

**Tabla 5 Requerimientos y determinantes**

<b>Requerimientos</b>	<b>Determinantes</b>
<p>1. Adecuación (ampliación del espacio)</p> <p>Artículo 32, resolución 4445 de 1996</p> <p>El área mínima por consultorio deberá ser de 10.00 m<sup>2</sup> (lado mínimo: 2.50 m)</p> <p>2. Las áreas de circulación/evacuación deben estar libres de obstaculización</p> <p>3. Barrera física móvil o fija entre unidades.</p> <p>4. Mínimo un lavamanos por tres unidades.</p> <p>5. Para el soporte de evoluciones clínicas se tendrá en cuenta de la NTC 5831 (Bioteminales)</p> <p>Bordes redondeados (Chaflanados) y diez centímetros entre el equipo y el borde de la superficie mate.</p>	<p>1.El rediseño de la mesa de mayo</p> <p>2.Definir alturas de acuerdo con las edades y tallas arrojadas por la muestra (19 a 25) dentro de los Ps. 5, 50 y 95</p> <p>Graduable</p> <p>3. Lateralidad dominante: derecha.</p> <p>4.Dos superficies:</p> <p>Una para elementos quirúrgicos de odontología (entre 5 y 100 según procedimiento) en acero inoxidable.</p> <p>Una para evoluciones clínicas y soporte auxiliar para estuches del instrumental y objetos personales</p>

Fuente: autoría propia.

## 9. Plan de análisis

Para la caracterización de la población se calcularon las frecuencias absolutas y relativas a las variables cualitativas como género, lateralidad y a la variable cuantitativa como la edad se le calculó las medidas de tendencia central y dispersión, los resultados se muestran en tablas y gráficas.

Las actividades rutinarias en la ejecución de las tareas se identificaron a través de entrevista aplicada a tres estudiantes de décimo semestre, seleccionadas de manera aleatoria teniendo en cuenta que es el semestre con más antigüedad dentro de la clínica con amplio conocimiento de los procedimientos que allí se desarrollan los cuales no se encuentran documentados de acuerdo a información suministrada por la dirección de la clínica.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la medición de los ángulos posturales se determina si las posturas asumidas por los estudiantes se encuentran o no dentro de los rangos de confort teniendo en cuenta las tablas de las puntuaciones. (Tabla 5).

**Tabla 6 Rango ángulos de confort**

<b>Segmento corporal</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Rango de confort</b>
Codo	Flexión	$15^{\circ} < 100^{\circ}$
Cuello	Inclinación	$0^{\circ} < 20^{\circ}$
Cuello	Flexión	$0^{\circ} < 30^{\circ}$

Cuello	Rotación	$0^\circ < 15^\circ$
Hombro	Abducción	$0^\circ < 30^\circ$
Hombro	Abducción	$0^\circ < 30^\circ$
Hombro	Flexión	$15^\circ < 35^\circ$
Hombro	Rotación externa	$0^\circ < 40^\circ$
Cadera	Flexión	$0^\circ < 70^\circ$

Fuente: autoría propia

La validación de la información de las unidades odontológicas con la normativa legal vigente se realiza mediante una comparación de cumplimiento de medidas, de condiciones, presentadas en una tabla.

**Tabla 7 Criterios normativos para evaluar cumplimiento**

<b>Norma</b>	<b>Artículo</b>	<b>Descripción</b>
Resolución 4445 de 1996	Artículo 32	El área mínima por consultorio deberá ser de 10.00 m <sup>2</sup> (lado mínimo: 2.50 m).

<p>Resolución 2003 de 2014 “Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud</p>	<p>2.3.2.1 Todos los servicios.</p>	<p>Las áreas de circulación deben estar libres de obstáculos de manera que permitan la circulación y movilización de pacientes, usuarios y personal asistencial.</p>
<p>Resolución 2003 de 2014 “Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud</p>	<p>2.3.2.3 Consulta Externa</p>	<p>Barrera física fija o móvil entre las unidades.</p>
<p>Resolución 2003 de 2014 “Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud</p>	<p>2.3.2.3 Consulta Externa</p>	<p>Lavamanos (mínimo uno por cada tres unidades odontológicas).</p>

<p>Resolución 2003 de 2014 “Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud</p>	<p>2.3.2.3 Consulta Externa</p>	<p>El área alrededor de la mesa de procedimientos permite la instalación y movilización de equipos y personal necesarios para la atención del paciente en condiciones de rutina o de emergencia.</p>
---	---	--

Fuente: autoría propia

## **10. Consideraciones éticas**

Teniendo en cuenta la resolución 8430 de 1993 emitida por el Ministerio de Salud de Colombia, se informa que la investigación y las pruebas realizadas dentro de este proyecto están catalogadas “sin riesgo”(46) ya que es un estudio en el que no se realizará ninguna intervención o modificación dentro de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales, entre los que se consideran: Entrevistas, cuestionarios, registro fotográfico, entre otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta.

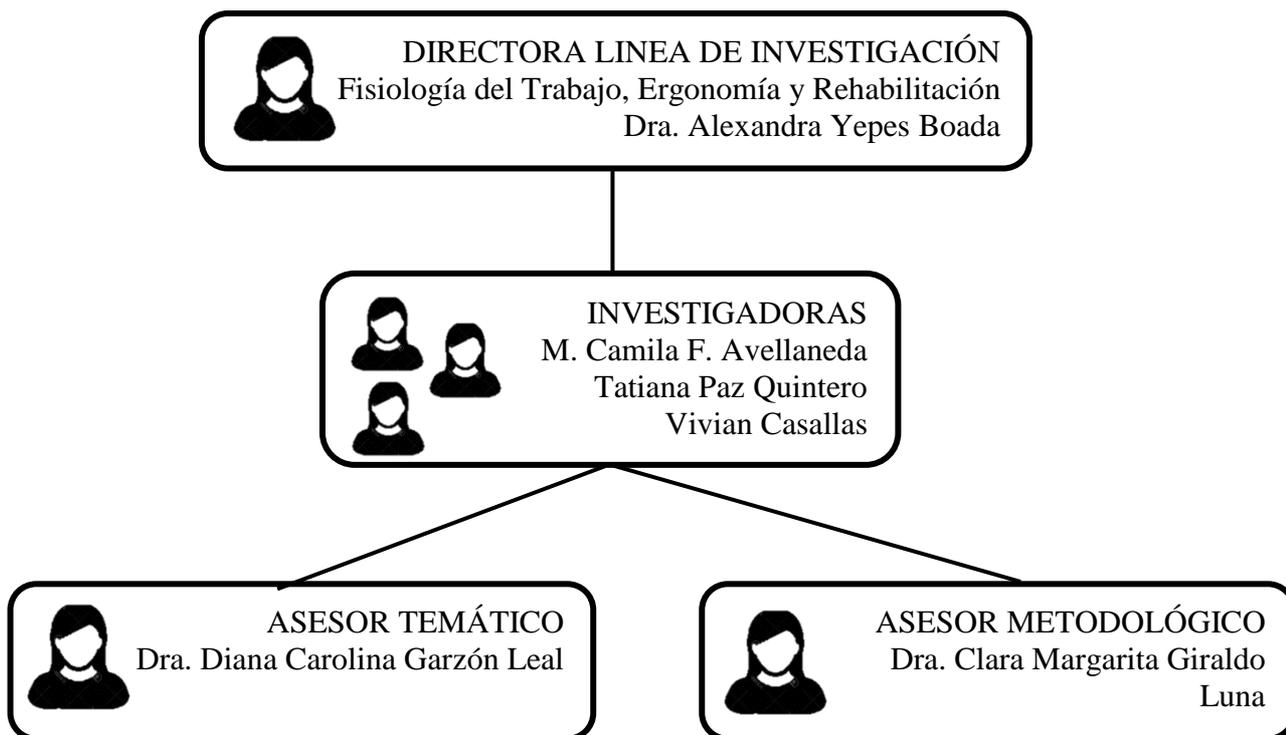
Se le entregó un consentimiento informado escrito a cada persona objeto de estudio, esto con el fin de autorizar su participación en la investigación, en pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, el consentimiento informado se ejecutó de acuerdo con las pautas CIOMS. El cual está constituido por tres principios éticos:

1. El respeto por la vida humana (respeto por su integridad física y psicológica en pro de la protección de las personas)
2. Conveniencia (promover el beneficio mitigando el daño)
3. Equidad (Proteger los intereses, otorgando a cada persona el derecho de tener un trato justo y apropiado siendo equitativos)

Para el proceso de recolección de información con el fin de velar por el derecho a la privacidad, se omitirá datos personales como números de identificación y nombres dando un código a cada sujeto de estudio.

## 11. Organigrama

El recurso humano que participó en el desarrollo del presente trabajo de investigación estuvo organizado de la siguiente manera:



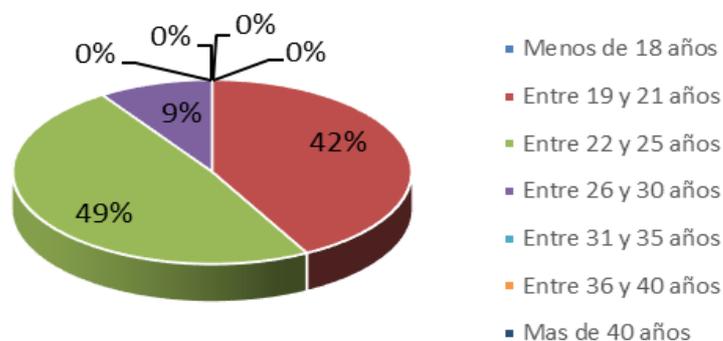
Fuente: autoría propia

## 12. Resultados

A continuación, se describen los hallazgos encontrados luego de la aplicación de la encuesta de caracterización de la población de la población objeto de estudio.

### 12.1 Caracterización de la población

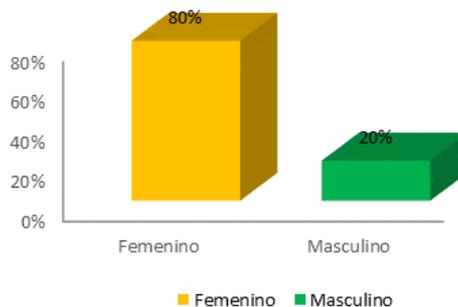
**Figura 23 Distribución de población por rango de edad.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

El promedio de edad de los estudiantes es de 22 años. En cuanto a la distribución por edades, el 91 % de la población objeto de estudio se encuentra entre los 19 y 25 años, mientras el 9 % de la población se encuentra entre los 26 y 30 años

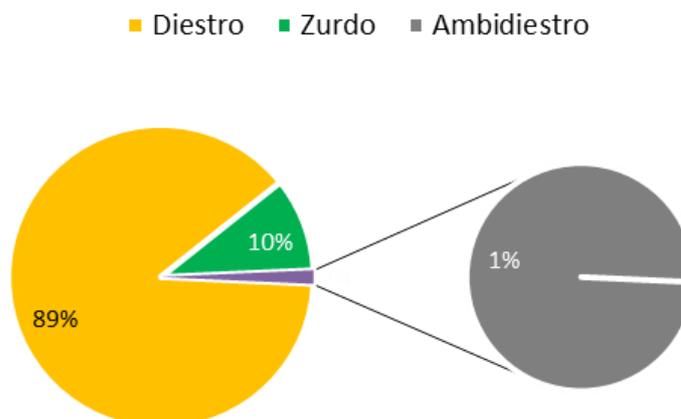
**Figura 24 Distribución de población por género.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

Del total de los estudiantes encuestados predomina el sexo femenino.

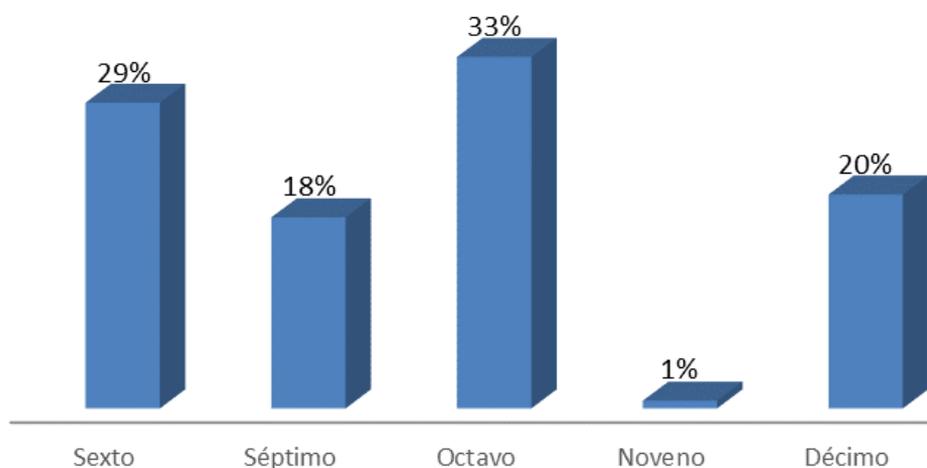
**Figura 25 Distribución de población por lateralidad.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

De la población objeto de estudio se evidencio que el 89% de los estudiantes son diestros, el 10% zurdos y el 1% ambidiestro.

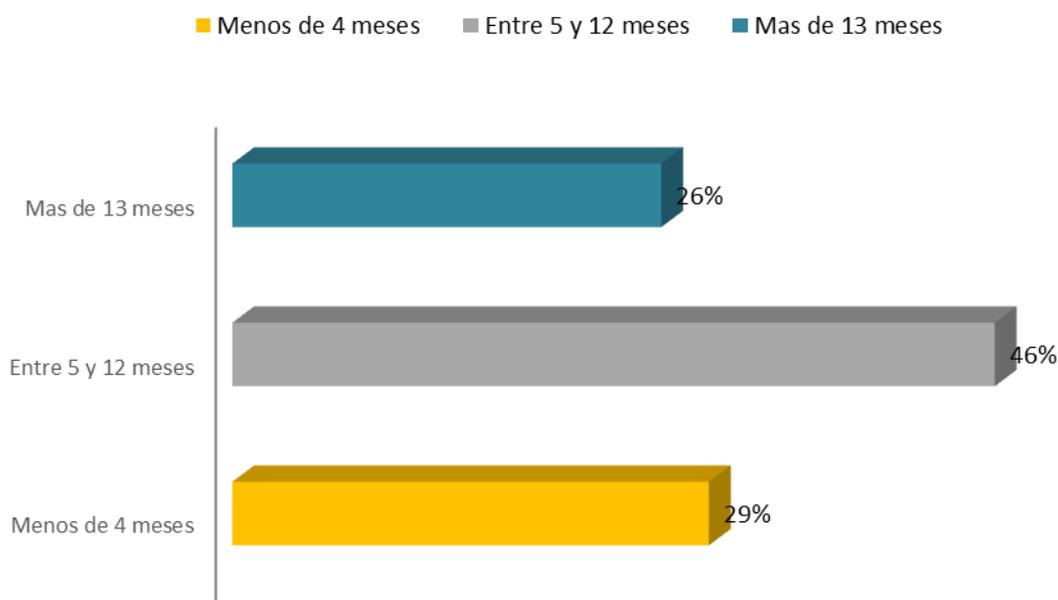
**Figura 26 Distribución de población por semestre.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

Del total de población encuestada el 33 % pertenesces octavo semestre, el 29 % sexto semestre, el 20 %decimo semestre, el 18% séptimo semestre y el 1 % noveno semestre.

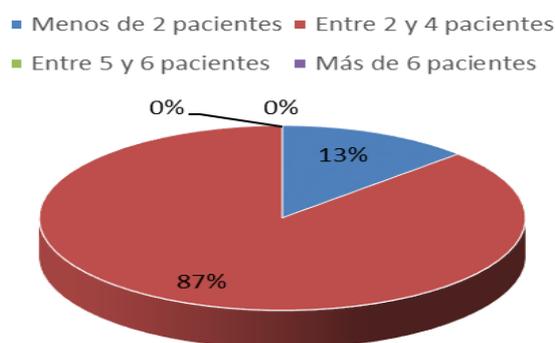
**Figura 27 Distribución de población por antigüedad.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

El 46 % de los estudiantes cuentan con una antigüedad en la clínica entre 5 y 12 meses, el 29% menos de 4 meses y el 26 % más de 13 meses.

**Figura 28 Distribución de población por número de pacientes atendidos por jornada.**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

Los estudiantes de la clínica odontológica atienden entre 1 y 4 pacientes durante la jornada, el 87% entre 2 y 4 y el 13% restante menos de 2 pacientes.

## *12.2 Identificación de las actividades rutinarias en la ejecución de las tareas de los estudiantes de odontología.*

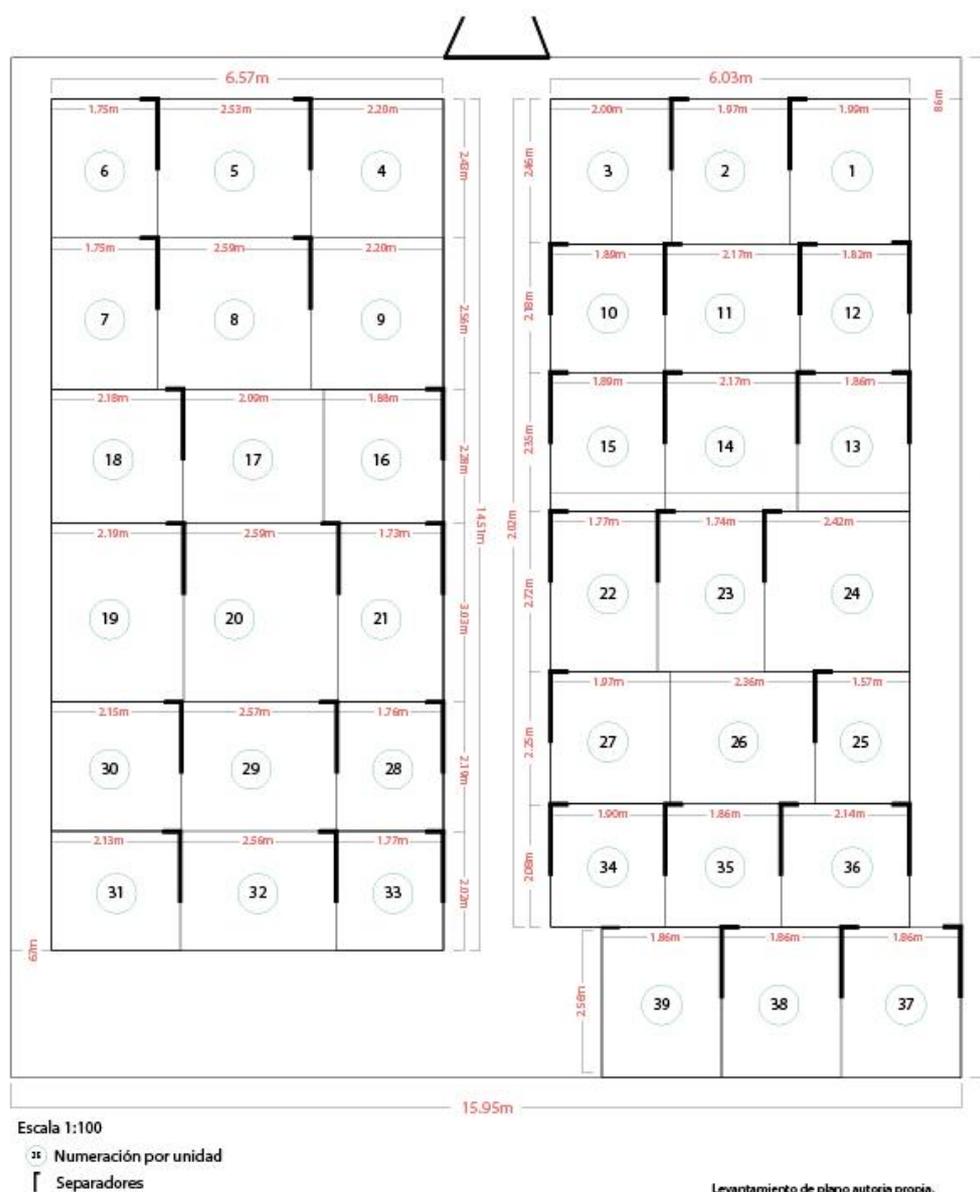
Se establece a como unidad objeto de estudio al cubículo 25 ya que esta unidad cuenta con menos de 250 cm en su lado menor, a pesar de contar con las barreras divisorias fijas la parte frontal está invadida por la unidad que se encuentra delante de esta. Las áreas de circulación son muy angostas para el paso o se encuentran obstaculizadas por la misma unidad imposibilitando el paso y bloqueando la salida en caso de emergencia.

A esta unidad objeto de estudio se le realizó un levantamiento de plano independiente para el reconocimiento de área, esto con el fin de poder realizar posteriormente una simulación documentada en fotografía y video de las tareas de los sistemas de trabajo realizando un reconocimiento de la secuencia de la actividad dentro de una línea de tiempos, esta intervención estuvo acompañada por una entrevista realizada a tres estudiantes de decimo semestre, lo que determinó que los procedimientos más rutinarios son: las limpiezas dentales con un uso promedio de 5 elementos (kit básico de odontología) y resinas con un uso promedio de 35 elementos. El procedimiento de mayor complejidad por su gran cantidad de instrumental es la endodoncia, con un aproximado de 100 elementos entre accesorios, instrumentos, herramientas y máquinas.

### 12.3 Distribución de las unidades odontológicas y validación de la normatividad vigente

Una vez realizadas las mediciones del área total de cada unidad odontológica en la cual los estudiantes de pregrado realizan sus prácticas, se evidenció que ninguna de ellas cumple en su totalidad con los criterios establecidos en la normatividad nacional vigente tales como: área mínima, áreas de circulación, área alrededor de la mesa de procedimientos, barreras físicas entre unidades

**Figura 29 Plano clínica odontológica (pregrado)**



Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

Las unidades odontológicas que más criterios cumplen son las unidades: 5, 8, 9, 14, 20, 21, 24, 26, 29, 32, mientras que las unidades que menos cumplen son: 3, 6, 7, 12, 13, 16, 17, 18, 27, 27,28, 30, 31, 36,37, 39.

En promedio las unidades odontológicas cumplen con un criterio de cinco criterios establecidos en diferentes normas, lo que significa que cada unidad alcanza solo el 17 % de cumplimiento (ver anexo 8)

EL 59 % de las unidades odontológicas, es decir, 23 de 40, cumplen con el criterio número 3 que define la obligatoriedad de contar con barreras fijas o móviles entre unidades, los criterios donde ninguna de las unidades odontológicas cumple son los criterios número 2, 4 y 5, los criterios 2 y 5 están relacionados con los espacios de circulación, mientras el número 4 establece el número de lavamanos por cada 3 unidades.

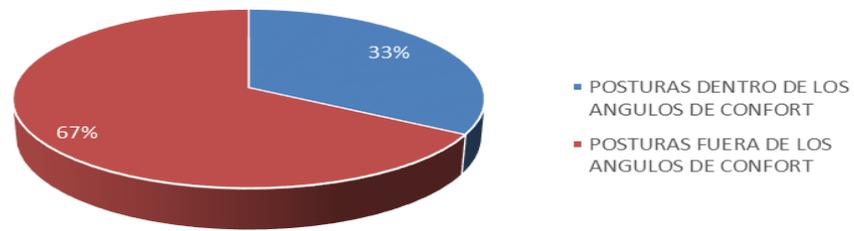
#### *12.4 Análisis postural a través de software RULER*

En paralelo al proceso de análisis de la tarea desde el storyboard y dentro de la línea de tiempo se tomaron escenas de video y fotografía, en las cuales se analizó por medio del software RULER los diferentes ángulos posturales en miembros superiores, que adoptan los estudiantes en la ejecución de las actividades propias de las practicas dentro de la clínica.

De nueve posturas analizadas el 67%, es decir, cinco posturas se encuentran fuera de los ángulos de confort, mientras el 33% que corresponde a cuatro posturas, se encuentra en una condición de confort que permite disminuir el nivel de tensión que se produce a nivel osteomuscular debido a la carga postural.

Los movimientos que más se alejan de los ángulos de confort son: la flexión de codo, la flexión y rotación de cuello y la abducción de hombro, lo que aumenta el nivel de riesgo de sufrir DME en estos segmentos corporales.

**Figura 30. Resultados de aplicación RULER**



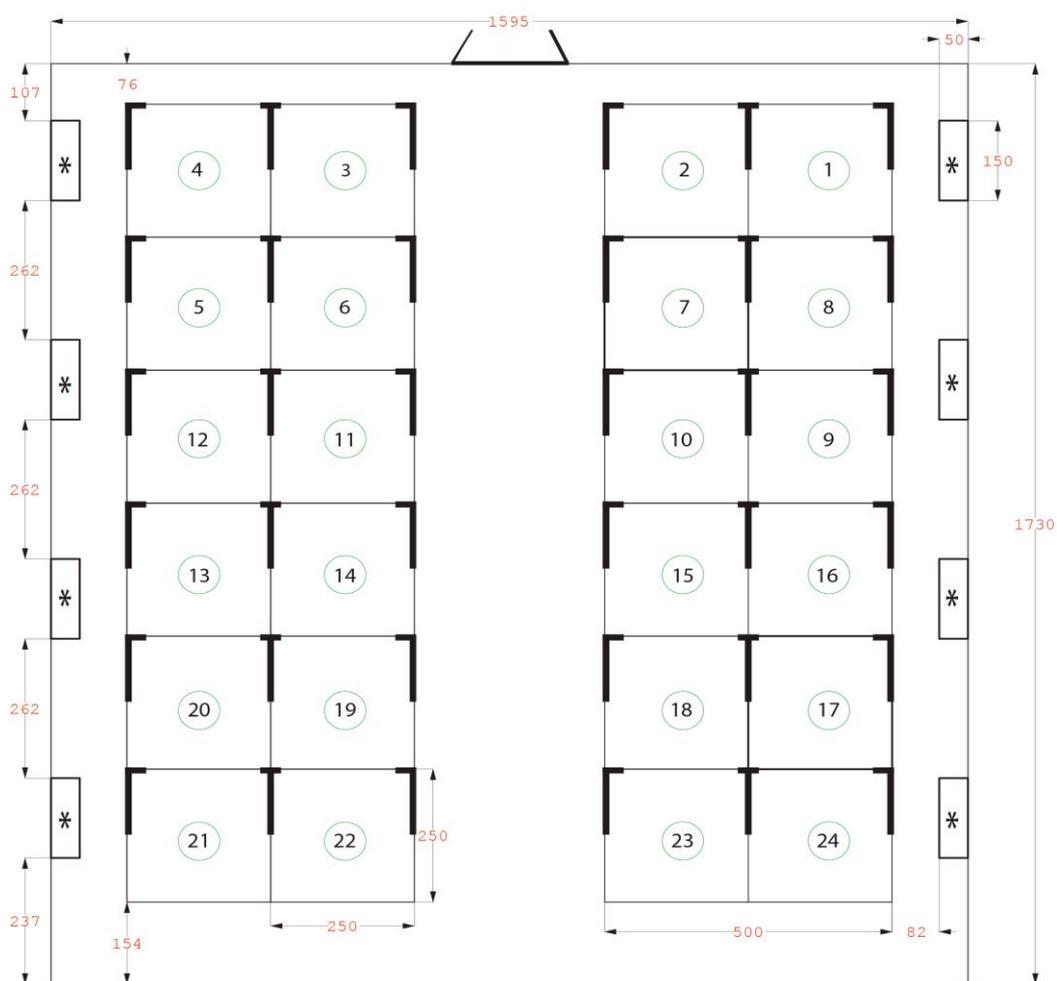
Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

### 12.5 Diseño de prototipo

Teniendo en cuenta todas las indicaciones de la norma, se realiza la propuesta del plano de la clínica odontológica y de una unidad odontológica.

**Figura 31 Propuesta de plano para la Clínica**

Plano propuesta Clínica Odontológica Universidad El Bosque



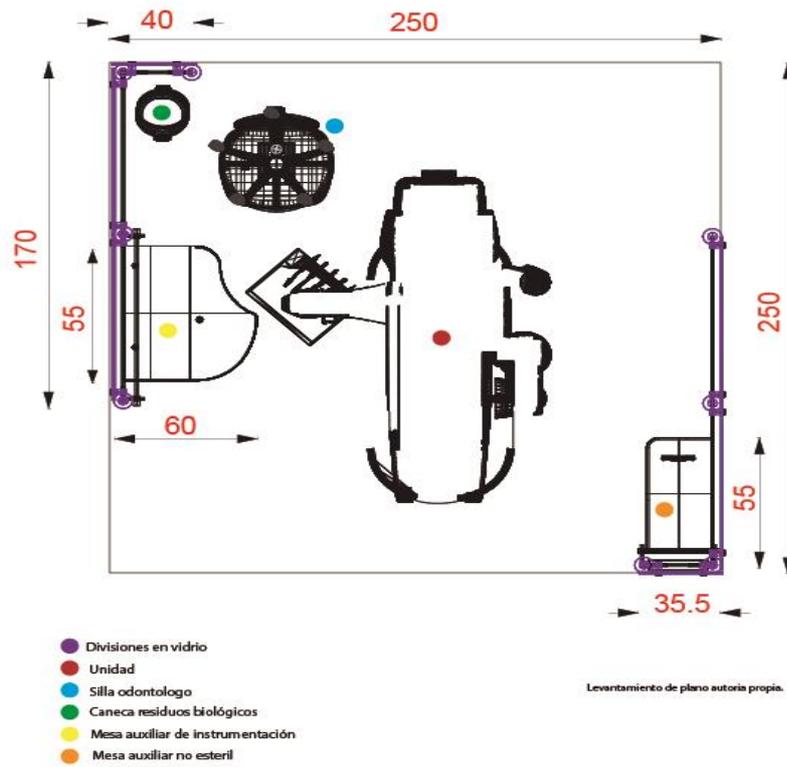
- ②④ Numeración por unidad
- ┃ Separadores
- \* Lavamanos dobles

Levantamiento de plano autoría propia.

Fuente: Resultados de investigación. Elaborado por autores.

**Figura 32 Propuesta de plano de una unidad odontológica para la clínica El Bosque**

Plano propuesta Clínica Odontológica Universidad El Bosque



Fuente: Elaborado por autores.

**Figura 33 Simulación 3d prototipo sistema**



Fuente: Elaborado por autores.

Para la realización de la simulación de tomaron uno a uno los requerimientos y las determinantes para de esta manera tener como resultado un espacio óptimo para la ejecución de prácticas en la clínica odontológica, realizando un sistema con elementos abatibles y graduables que permiten a los usuarios llevar sus actividades acabo en un espacio pensado para su bienestar.

**Figura 34 Simulación 3d prototipo sistema**



Fuente: Elaborado por autores.

El sistema está compuesto por dos divisiones de 8 postes cada una en acero inoxidable con vidrio templado Frost, con el fin de dar a cada una de las unidades la privacidad necesaria para la atención de los pacientes, también cuenta en una de sus divisiones con un soporte en acero inoxidable para instrumental, dando la posibilidad de graduarlo para corresponder a las diferentes tallas dentro de la muestra (P 5, 50 y 95).

**Figura 35 soporte P 5, soporte P 50 y soporte P 95**



Fuente: Elaborado por autores.

Para definir las alturas de cada una de las graduaciones se realizó un cálculo en donde se promedió la talla del percentil en hombre y mujeres y se promedió, además de esto también se tomaron en cuenta medidas como: altura piso a fosa poplíteica con altura silla a codo y alcance brazo frontal dando como resultado: Altura mesa P 5. 560mm, P 50. 641 mm y P 95. 721mm. Alcance brazo frontal P 50. 550 mm (39)

**Figura 36 Simulación 3d prototipo sistema A plegado y desplegado**



Fuente: Elaborado por autores.

El soporte cuenta con un tope de caucho antideslizante en la pata evitando deslizamientos.

**Figura 37 Simulación 3d prototipo sistema B**



Fuente: Elaborado por autores.

El segundo sistema está compuesto por una superficie abatible (al igual que la anterior) la cual está pensada para la evolución de historia clínicas. Cuenta con un compartimiento lateral para el almacenamiento del equipo portátil, que al momento de plegar nuevamente la unidad queda completamente aislada y bloqueada.

**Figura 38 Simulación 3d prototipo sistema B plegado y desplegado**



Fuente: Elaborado por autores.

El soporte cuenta con un tope de caucho antideslizante en la pata evitando deslizamientos y se utilizó la altura estándar para mesas (700mm) con bordes chaflanados a 10°.

**Figura 39 Simulación de la mesa de mayo actual**



Fuente: Elaborado por autores.

La actual mesa de mayo es utilizada mayormente para depositar el instrumental contaminado en la primera bandeja, la evolución de historias clínicas (extensión del cajón en donde se encuentra el equipo) y el almacenamiento de elementos personales en la bandeja inferior.

**Figura 40 Simulación 3d prototipo sistema A vista superior**



Fuente: Elaborado por autores.

**Figura 41 Simulación 3d prototipo sistema B vista superior.**



Fuente: Elaborado por autores.

**Tabla 8 Ficha Técnica instalación**

Producto	Especificación	Cantidad
Vidrio templado	Tipo Frost A: 1050 mm*930mm B: 1050mm*240mm	A: 4 B: 2
Poste sencillo	Poste 1200 mm con soporte de piso en acero inoxidable	4
Poste con alma	Poste con alma para ajuste de mecanismos abatibles y graduaciones	4
Soporte superficie	Soportes para instrumental y evolución de paciente en acero inoxidable	2
Patas	Patas para superficies con topes en caucho	2
Caja almacenamiento	Caja de 300mm*240mm*5mm soldado a postes	1

Fuente: Elaborado por autores.

Costos suministros e instalación \$450.000 COP

### **13. Discusión**

El análisis realizado en el artículo las “Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores”(48), evidencia la importancia de gestionar u organizar áreas con distancias y longitudes adecuadas para las unidades odontológicas, con el propósito de que tanto odontólogo, ayudante, equipo y paciente generen una interacción eficiente en la prestación de los servicios en estas áreas de trabajo; se advierte a su vez la importancia de mantener unas distancias y/o medidas antropométricas, dado que el servicio prestado en estas unidades requiere de movimientos repetitivos, e incluso posturas prolongadas, que por la necesidad de esta interacción con las herramientas requieren un análisis de la capacidad para poder identificar la secuencia óptima para poder realizar la atención de pacientes en cuanto a tiempos/movimiento.

Así mismo, se menciona que existe una relación de medidas básicas en cuanto a la distancia de interacción entre la silla del odontólogo, la silla del paciente y el equipo instrumental, que según esto deben mantener prácticamente alturas y distancias recíprocas para que se pueda ejercer la labor de manera óptima y eficiente; sin olvidar que dicha área de trabajo incluye también una serie de elementos adicionales como lo son escaparates, armarios de pared y mobiliario de almacenamiento, que de una u otra manera también requieren de una descripción de acuerdo a su funcionamiento y la clasificación de importancia según el caso sugerido por parte de los profesionales en la unidad odontológica, por lo que la relación de distancia-altura también se debe tener en cuenta.

Los resultados de nuestro estudio realizado, en la Clínica Odontológica para el periodo 2019, está enfocada en poder organizar los parámetros de medidas básicas con respecto a la normativa colombiana e investigaciones realizadas previamente, dado que hay relación directa entre el odontólogo, paciente y equipo instrumental, pero que para la Unidad Odontológica los espacios de trabajo no son los apropiados para la ubicación

y desplazamiento de la mesa auxiliar que contenga el equipo instrumental, contrario a lo que menciona el artículo “Dimensiones Humanas en Espacios Interiores”, por cuanto a que estos mismos carecen de medidas estandarizadas y amplias “Dimensiones Humanas en Espacios Interiores”.(47)

Ahora, teniendo en cuenta lo mencionado dentro del artículo, “Salud dental para todos – Concepto de ergonomía en la consulta dental”, se menciona el tratar de ser eficaces en el lugar de trabajo, esto encaminado directamente al ejercicio de las labores propias del profesional y su asistente, lo que arroja como resultado que las tareas, labores u oficios reduzcan sus tiempos de atención y a su vez a mejorar condiciones de salud laboral, aumento la atención a pacientes, disminución de fatigas y tensiones en el personal y otro tipo de condiciones adversas de salud.(48)

Así mismo, la relación entre el artículo “Ergonomía, una ciencia que aporta al bienestar Odontológico” y lo observado en la Unidad Odontológica difiere en cierto grado, toda vez que la ergonomía en el ejercicio de la odontología hace énfasis en la importancia de tener presente los siguientes criterios: diseño ergonómico del consultorio, organización del trabajo y posiciones corporales durante la atención del paciente. Durante el desarrollo de las actividades profesionales el odontólogo se somete a presiones algunas de ellas físicas que afectan su salud y desempeño laboral, la mayoría de las actividades desarrolladas generan gran demanda en los servicios de la Clínica Odontológica y exigen al profesional mayor eficacia y un esfuerzo físico considerable.

La Ergonomía aplicada a esta profesión reduciría las tensiones, dificultades físicas, fatigas y demás durante los procedimientos tanto del profesional como del personal auxiliar, la ejecución de movimientos incorrectos, posturas defectuosas y la reacomodación de la visión por cambios constantes durante el ejercicio profesional generan al odontólogo fatiga física y mental que le afecta a la hora de atender al paciente, igualmente se producen patologías del sistema músculo esquelético y vascular como: afecciones en columna vertebral; probablemente las más frecuentes: dolores de

espalda, nervio ciático, hernia discal y otras. Podemos concluir afirmando que los principios ergonómicos aplicados al ejercicio de la profesión odontológica son esenciales a la hora de mejorar y mantener las condiciones de salud del odontólogo y por consiguiente la del paciente. “Ergonomía, una ciencia que aporta al bienestar Odontológico”. (49)

A manera de coadyuvar lo mencionado, se cita el artículo “Diseño Ergonómico de la Clínica Dental” teniendo en cuenta que igualmente aporta en gran medida a este documento, pero que hace énfasis importante en poder mejorar condiciones laborales y de espacios de acuerdo a lo que ya existe o se encuentra estructurado, combinando un espacio con lo que quiere el odontólogo o personal adscrito y lo que él mismo necesita, teniendo en cuenta factores como: adaptabilidad, funcionalidad de uso, seguridad e higiene de uso, simplicidad de uso, aspecto estético, entornos (urbanístico, arquitectónico) y otro aspecto importante, comunicación con el usuario, la cual debe ser cordial, respetuosa, orientada a calidad en el servicio. “Diseño Ergonómico de la Clínica Dental” (50)

Por lo que es importante que cada personal que desempeña sus funciones en el área de trabajo adquiera unas posiciones apropiadas en el ejercicio de sus labores, con el fin de evitar DME, es importante tener en cuenta que durante el desarrollo de la presente investigación se aplicó el software RULER, el cual arrojó como resultado que los estudiantes adoptan posturas forzadas y fuera de los ángulos de confort, lo que se relacionaría con el padecimiento de DME, pero que en ningún caso fue expuesto por parte de los practicantes.

A su vez, con base en los artículos de apoyo mencionados se logra parametrizar unas condiciones físicas de ciertos elementos como las sillas del odontólogo y silla del paciente, las cuales en la Unidad Odontológica de la Clínica Universidad el Bosque, cumplen dichas medidas de funcionalidad, como altura, posición, graduación y diseño.

Todos los aspectos mencionados y los artículos consultados que apoyaron en gran totalidad el presente documento hacen que las apropiaciones al interior de la Unidad Odontológica sean de gran aporte, con enfoques claros, con el ánimo de poder aumentar la calidad de trabajo en el centro odontológico orientado a la calidad en la prestación de servicios, cuidado de espacios, calidad de vida laboral, mejora en salud ocupacional y demás.

Lo anterior, claramente debe aplicarse al interior de la Unidad Odontológica, con el objetivo de ejercer buenas prácticas en salud y seguridad en el trabajo, por lo que hay clara relación entre la investigación y los artículos que se han consultado; pero que en su totalidad al interior de las áreas de trabajo no se cumplen, al evidenciarse desechos corto punzante, elementos contaminados y exposición a químicos, a su vez por ruido e iluminación deficiente, estos dos últimos indicados por algunos de los estudiantes.

Que cada profesional vinculado en prácticas y labores se apropie de cada aspecto esencial para obtener mejores resultados de cuidado, calidad de servicio y calidad de vida laboral y como igualmente lo indica el artículo “ergonomía en la práctica odontológica, revisión de literatura” un centro odontológico y en nuestro caso por la investigación adelantada, la Unidad Odontológica debe promover un ambiente cómodo donde se minimice el esfuerzo del profesional durante su ejercicio, la posición de trabajo, conciencia en los riesgos de salud, esto incluye que también todo el equipo que ejerce sus labores deban realizar estiramientos musculares y pequeñas pausas de reposo a fin de que todo su organismo se encuentre en condiciones óptimas liberando tensiones y fatigas musculares. “ergonomía en la práctica odontológica, revisión de literatura” (7)

## **14. Conclusiones**

Las entrevistas aplicadas a la población objeto, permite concluir que es una población joven con un intervalo de edad entre 19 y 25 años, estatura promedio de 1,64 mt, donde existe prevalencia del género femenino y cuya lateralidad predominante es la diestra.

Atienden entre 1 y 2 pacientes por jornada, donde el tiempo de exposición es equivalente a 8 horas semanales.

La información suministrada por estudiantes a través de entrevista permitió identificar que los procedimientos que realizan con mayor frecuencia son limpieza dental y las resinas; el procedimiento con mayor complejidad es endodoncia.

A través de la aplicación de storyboard se identificó que la movilización de la mesa se convierten una tarea dispendiosa, ya que el estudiante además de tener que acomodar todos los elementos de manera estratégica para evitar la contaminación cruzada de los múltiples elementos que se encuentran dentro de esta, deben pasar por pasillos estrechos y llenos de obstáculos.

Con la aplicación del software RULER se determinó que en el estudiante de nueve movimientos evaluados el 67 % se encuentran fuera de los ángulos de confort.

Los movimientos que presentan mayor nivel de riesgo por estar más alejado de dichos ángulos son: la flexión de codo donde se aumentan en un 31° fuera del ángulo de confort, seguido de la abducción de hombro donde la diferencia en el ángulo es de 37°, este último se presenta en la interacción estudiante mesa auxiliar, dichos datos concluyeron que estos movimientos se presentan de manera repetitiva en el estudiantes soportando estudios realizados anteriormente al interior de la clínica cuya sintomatología se encuentra estrechamente relacionado con dichos movimientos.

De acuerdo a la normatividad nacional vigente aplicable a servicios de salud y odontología, se identificó que, las unidades odontológicas de la clínica solo cumplen

con un (1) criterio de cinco (5) identificados, es decir que en promedio las unidades cumplen con el 17% de la evaluación

EL 59 % de las unidades odontológicas que corresponden a 23 de 40, cumplen con el criterio número 3 que define la obligatoriedad de contar con barreras fijas o móviles entre unidades, los criterios donde ninguna de las unidades odontológicas cumple son los criterios número 2, 4 y 5, los criterios 2 y 5 están relacionados con los espacios de circulación, mientras el número 4 establece el número de lavamanos por cada 3 unidades.

El incumplimiento de estos criterios normativos se ve reflejado en los hallazgos del storyboard donde se evidenció como la falta de áreas de circulación generaron en el estudiante dificultad para ejecutar las actividades.

Para la implementación del presente diseño se hace necesario brindar espacios que garanticen el cumplimiento mínimo establecido en la normatividad vigente, contemplados en el plano propuesto en la presente investigación.

Se realiza un diseño según las especificaciones resultantes en los requerimientos y determinantes, el cual plantea una mejora dentro del espacio de trabajo, garantizando su realización bajo la normativa y los resultados de los análisis realizados por el grupo de investigación durante el desarrollo del proyecto.

La presente propuesta contempla los desplazamientos dentro de la actividad, proporcionando soporte auxiliar al instrumental, al equipo de evolución de historias clínicas y los objetos personales en diferentes zonas evitando la contaminación cruzada, las limitaciones en el desarrollo de la actividad y riesgos por sobre carga del elemento (mesa de Mayo actual).

El sistema abatible permite recoger y extender la superficie según su necesidad y el sistema ajustable proporciona tres configuraciones diferentes ya que la talla de la población dentro de los rangos de edades siempre es variable.

Se deberán implementar dos sistemas fijos e independientes que eliminen la

## aparición de contaminación cruzada

Los materiales implementados según el tipo de actividad (acero inoxidable y vidrio templado) garantizando que el entorno estará libre de materiales porosos que generen contaminación intrínseca, superficies absorbentes de difícil limpieza y compuestos frágiles que pongan en riesgo la integridad física de los usuarios.

## **15. Recomendaciones**

### **Recomendaciones para la clínica:**

Brindar espacios óptimos para el desarrollo de las actividades, que contemple los requisitos establecidos por la normatividad nacional vigente aplicables a servicios de salud y/o odontología, evaluando la posibilidad de disminuir el número de unidades dentro de la clínica o la reubicación de la misma.

Realizar instalación de lavamanos que garantice el cubrimiento total de las unidades que se encuentran en funcionamiento de acuerdo a lo establecido por la norma.

Implementar la realización de los procedimientos a cuatro manos en todos los semestres, favoreciendo a la disminución de los movimientos repetidos y la disminución de número de unidades, lo que garantiza cumplir con los parámetros de dimensión por unidad, y la cobertura de prácticas de todos los estudiantes.

Formar a los estudiantes en el uso adecuado del sistema auxiliar producto de la presente investigación.

### **Recomendaciones para los estudiantes**

Implementar buenos hábitos de higiene postural durante sus actividades pedagógicas que permitan la prevención de DME desde la academia.

Evitar hacer rotación en el mismo eje del tronco, este movimiento se debe realizar con el cuerpo completo haciendo uso de la silla

Alternar las posturas, es decir, de sedente a bípeda y viceversa cuando el

procedimiento lo permita, para de esta manera evitar las posturas prolongadas que favorecen a la aparición de DME

Aplicar normas de bioseguridad en todas las actividades propias de las prácticas odontológicas realizadas dentro de la clínica

Hacer uso adecuado del sistema auxiliar producto de la presente investigación.

Reportar al área encargada las condiciones inseguras identificadas en las herramientas, equipos utilizados y/o locativos.

### **Recomendaciones para futuras investigaciones:**

Documentar y estandarizar los procedimientos que se llevan a cabo dentro de la clínica, que permitan identificar las actividades que realizan los estudiantes

Contemplar desde la formación en el aula temas propios de Seguridad y salud en el trabajo como higiene postural, prevención temprana de DME, Bioseguridad.

Sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de la adquisición de buenos hábitos posturales en la interacción con su entorno de trabajo, equipos y herramientas.

Implementar de Programa de Riesgo Biomecánico.

## **15. Referencias Bibliográficas**

- (1) Bendezú Aguirre N, Valencia Tapia E, Aguilar Mendoza L, Vélez Fonseca C. Correlación entre nivel de conocimientos sobre posturas odontológicas ergonómicas, posturas de trabajo y dolor postural según zonas de respuesta, durante las prácticas clínicas de estudiantes en una Facultad de Estomatología. 2006.
- (2) Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral basada en la evidencia para desórdenes musculoesqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (síndrome de túnel carpiano, epicondilitis y enfermedad de de quervain) (GATI- DME). Bogotá: Ministerio de la Protección Social; 2006. Artículo 1562. Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 2012
- (3) Gutiérrez Strauss, A., Rodríguez Gutiérrez, M., Ramirez, L., Mora, E., Sánchez, K. and Trujillo, L. (2014). Work conditions related with upper extremity- musculoskeletal disorders in dentist residents, Universidad del Bosque. Bogotá, D. C. (Colombia). Salud Uninorte.
- (4) Jaraba Ramírez J. Patologías músculo-esqueléticas en estudiantes de pregrado de la facultad de odontología en la Universidad El Bosque: estudio transversal y de prevalencia [Pregrado]. Universidad El Bosque; 2012
- (5) Fimbres Salazar K, García Puga J, Tinajero González R, Salazar Rubial R, Quintana Zavala M. Trastornos musculoesqueléticos en odontólogos. Benessere Revista de Enfermería. 2016;1(1)
- (6) Acevedo Vallejo C, Aristizábal López J, Osorio González L, Ríos Valencia D. Los factores de riesgo biomecánico y los desórdenes musculoesqueléticos [Especialización]. Universidad católica de Manizales; 2017
- (7) Moreno M. ERGONOMÍA EN LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA. Revenncyt. 2016;(1):2. (8) Obregón Sánchez M. Fundamentos de ergonomía. Distrito Federal: Grupo Editorial Patria; 2016.
- (9) Ergosourcing. Ergonomía en movimiento. 1st ed. Bogotá (Colombia):

Unilever; 2001.

(10) Ley 1562. Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 2012

(11) Ayuso Gallardo JL. Anatomía funcional del aparato locomotor. Sevilla: Wanceulen Editorial; 2008

(12) Taboadela C. Goniometría: una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. 1ª ed. Buenos Aires: Asociart ART; 2007

(13) Osborne D. Ergonomía en acción la adaptación del medio de trabajo al hombre. 2nd ed. México: Trillas; 1987.

(14) Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 16-03-2019]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

(15) Software de evaluación de riesgos ergonómicos | Ergo/IBV [Internet]. Ergo/IBV. 2019 [cited 18 March 2019]. Available from: <http://www.ergoibv.com/>

(16) Bustamente A. DISEÑO ERGONÓMICO EN LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD LABORAL. 3rd ed. Madrid: Diaz Santos S.A.; 1995.

(17) Cruz G J, Garnica Gaitan G. Ergonomía aplicada. 4th ed. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones; 2015.

(18) Montañez Estupiñan J. Diseño ergonómico de interfases visuales [Especialización]. El Bosque; 2009.

(20) Norma Técnica Colombiana NTC 5655. Bogotá, D.C.: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2008

(21) Resolución 4445. Bogotá, D.C: Ministerio de salud; 1995

(22) Decreto 614. Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 1984

(23) Decreto 1295. Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 1994

- (24) Ley 9.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;1979
- (25) Resolución 2400.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;1979
- (26) Resolución 2844.Bogotá, D.C: Ministerio de protección Social;2007
- (27) Resolución 1016.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social; 1989
- (28) Decreto 1443.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;2014
- (29) Decreto 1477.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;2014
- (30) Decreto 1072.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;2015
- (31) Decreto 1111.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;2017
- (32) Resolución 0312.Bogotá, D.C: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social;2019
- (33) Norma Técnica Colombiana NTC 5723. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2007
- (34) Norma Técnica Colombiana NTC 5448. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2010
- (35) Norma Técnica Colombiana NTC 5831. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2010
- (36) Norma Técnica Colombiana NTC 5655. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2008
- (37) Norma Técnica Colombiana NTC 5649. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2008
- (38) Norma Técnica Colombiana NTC 5654. Bogotá, D.C: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC); 2016
- (39) Leal Fonseca A, Hernández Molinar Y. Evolución de la odontología.

Universidad Autónoma de Nuevo León. 2016;1(1).

(40) Rodríguez Jouvencel M. Ergonomía básica. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 1994.

(41) Flores C, Avila Chaurand R, Espinoza Sánchez M, Cárcamo E, Gonzáles Muñoz E, Gamboa Rodríguez F. Diseño y usuario. Aplicaciones de la ergonomía. 8th ed. México: Designio; 2015.

(42) Nápoles N, Travieso Gutiérrez Y, Martínez Padilla S, Puig Ravinal L. Factores de riesgo profesional en estomatología. Revista Archivo Médico de Camagüey. 2002;1(1).

(43) Mondelo PR, Gregori Torada E, Blasco Busquets J. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya; 2013.

(44) García Acosta G. La ergonomía desde la visión sistemática. 1st ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2002.

(45) Perfil Nacional - eportal [Internet]. Bi.mineduccion.gov.co. 2019 [cited 2 jan 2019]. Available from: <http://bi.mineduccion.gov.co:8380/eportal/web/men-observatorio-laboral/ubicacion-geografica> .

(46) Resolución 8430. Bogotá, D.C: Ministerio de Salud; 1993

(47) Julios Panero M. Las dimensiones humanas en espacios interiores. 7th ed. México D.F.: Gustavo Gili, S.A.; 1996.

(48) Concepto de ergonomía en la consulta dental [Internet]. Sdpt.net. 2019 [cited 10 June 2019]. Available from: <https://www.sdpt.net/par/cuatromanos.htm>

(49) ROMERO H. Ergonomía, una ciencia que aporta al bienestar odontológico. 11th ed. 2017. p. 2.

(50) Álvarez Quesada C, Calatayud Sierra J, Eduardo T. Diseño ergonómico de la clínica dental. 4th ed. Prof. Dent; 2001. p. 4.