

**CAMBIOS BIOMECÁNICOS, PERCEPCIÓN DEL GRADO DE CONFORT Y  
DESORDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN MIEMBRO SUPERIOR  
ASOCIADOS AL USO DE DIFERENTES TIPOS DE MOUSE. REVISION  
SISTEMATICA**

**LINA FRAISURY LERMA MUÑOZ  
LUISA FERNANDA TAMAYO BOHORQUEZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
MAESTRÍA SALUD OCUPACIONAL  
SANTIAGO DE CALI  
2016**

**PRESENCIA DE FACTORES DE RIESGO BIOMECÁNICOS, DISCONFORT Y  
DESARROLLO DE DESORDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN MIEMBRO  
SUPERIOR ASOCIADOS AL USO DE DIFERENTES TIPOS DE MOUSE.  
REVISION SISTEMICA**

**LINA FRAISURY LERMA MUÑOZ  
LUISA FERNANDA TAMAYO BOHORQUEZ**

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar el título de  
Magíster en Salud Ocupacional**

**Director metodológico y disciplinar:  
ARMANDO LUCUMI MORENO Ph.D**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
MAESTRÍA SALUD OCUPACIONAL  
SANTIAGO DE CALI**

**2016**

**NOTA DE ACEPTACIÓN:**

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

*Santiago de Cali, Valle del Cauca, \_\_\_\_\_ de 2016*

## CONTENIDO

LISTA DE TABLAS .....	6
LISTA DE GRAFICAS .....	7
ANEXOS. ....	9
ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	10
RESUMEN.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos .....	16
3. MARCO TEORICO .....	17
3.1 Anatomía y Biomecánica de la mano.....	17
3.2 Confort.....	21
3.2.1 Modelo teórico .....	22
3.3 Teorías de los desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral. ....	24
3.4 MARCO CONCEPTUAL.....	25
3.4.1 Ergonomía: .....	25
3.4.2 Mouse.....	25
3.4.3 Electromiografía: .....	30
3.4.3.1 ELECTROMIOGRAMA NORMAL: .....	31
3.4.3.2 ELECTROMIOGRAMA PATOLOGICO:.....	31
4. MÉTODOLOGIA.....	33
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	33
4.2 BUSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	33
4.3 POBLACION Y MUESTRA.....	33
4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	33
4.5 RECOPIACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN .....	34

4.6 DEFINICION OPERACIONAL.....	35
5. RESULTADOS.....	36
6. DISCUSIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	47
7. CONCLUSIONES.....	51
8. RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS .....	59

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Factores subyacentes del confort o discomfort. ....	22
Tabla 2. Definición categorías de análisis .....	35

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Tipos de mouse utilizados para las investigaciones. ....	37
Grafica 2. Tipo de apoyo utilizado para usar el mouse .....	37
Grafica 3. Músculos evaluados en las investigaciones. ....	38
Grafica 4. Instrumentos de medición para postura de mano y antebrazo. ....	39
Grafica 5. Movimientos y posturas dadas por el uso de diferente tipo de mouse ..	40
Grafica 6. Movimientos afectados con el apoyo del antebrazo y de la muñeca.....	41
Grafica 7. Instrumentos de medición de movimiento /activación muscular usados. .....	41
Grafica 8. Distribución de utilización muscular de acuerdo al tipo de mouse. ....	42
Grafica 9. Distribución de utilización muscular de acuerdo con el tipo de apoyo...	43
Grafica 10. Métodos/instrumentos para la evaluación del confort.....	44
Grafica 11. Nivel de confort de acuerdo al tipo de mouse .....	45
Grafica 12. Distribución de frecuencia de los DME .....	46

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1 Mouse con inclinación a la derecha .....	26
Imagen 2 Mouse con variación de pesos.....	27
Imagen 3 Mouse horizontal.....	27
Imagen 4 Mouse curvo. ....	28
Imagen 5 Mouse curvo más grande.....	28
Imagen 6 Mouse con giba trasera.....	28
Imagen 7 Mouse vertical.....	29
Imagen 8 Mouse Touch Less.....	29
Imagen 9 Mouse Trackball.....	30



## ANEXOS.

	Pág.
ANEXO 1. Matriz de recopilación bibliográfica.....	59
ANEXO 2. Matriz de clasificación/conteo.....	60

## **ABREVIATURAS Y SIGLAS**

**DME**  
**OMS**

Desordenes Musculo Esqueléticos  
Organización Mundial de la Salud

## RESUMEN

**Introducción:** en este estudio se realiza una revisión bibliográfica sobre el uso del mouse teniendo en cuenta la biomecánica del miembro superior, el disconfort y los posibles desordenes musculoesqueléticos (DME) reportados por el uso de este dispositivo. **Objetivo:** describir los factores de riesgo biomecánicos, la percepción de disconfort y el desarrollo de desórdenes musculoesqueléticos en miembro superior asociados al uso de diferentes tipos de mouse. **Materiales y métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica sobre biomecánica, confort/disconfort, lesiones osteomusculares o DME en miembro superior relacionadas con el uso de diversos diseños de mouse, búsqueda sistemática realizada en bases de datos como medline, Pubmed y Scielo. Después de la revisión y clasificación de cada una, se tomaron 41 artículos relacionados con los temas de interés y que cumplieran con los criterios de inclusión. **Resultados:** se encontró que en el 41% de los estudios el mouse más usados es el convencional, en los artículos que evaluaron biomecánica el 76% evaluaron los 3 grupos musculares implicados en la utilización del mouse (flexores del carpo y los dedos, extensores del carpo y los dedos, trapecio). En 16 artículos se tuvo en cuenta el apoyo en muñeca y antebrazo. En la evaluación de confort el 27% escogió el mouse horizontal/convencional con más confortable independiente del método usado para evaluar confort. **Conclusión:** el mouse inclinado hacia de derecha y el mouse vertical, ofrecen posiciones de la extremidad superior biomecánicamente más adecuadas. El mouse convencional, al producir pronación del antebrazo insista a la abducción del hombro lo que podría generar molestias en el hombro y el cuello, pero al ser el diseño de mouse más utilizado por los trabajadores de oficina, ha creado un hábito que es percibido como confortable o cómodo por los participantes. El cuestionario ISO 9241-9 para cuantificar confort, electromiografía para actividad muscular y electrogoniómetro para posturas y movimientos, fueron los instrumentos de medición más utilizados en las investigaciones.

**Palabras clave:** mouse, confort, desordenes musculoesqueléticos, lesiones osteomusculares, biomecánica.

## SUMMARY

**Introduction:** this study A literature review on the use of the mouse taking into account the biomechanics of the upper limb, the discomfort and possible musculoskeletal disorders reported (DME) for the use of device is made. **Objective:** to describe the biomechanical risk factors, perception of discomfort and Development of musculoskeletal disorders is higher member associated with the use of different types of mouse. **Materials and Methods:** A literature search on biomechanics, comfort / discomfort, musculoskeletal injuries or DME is a member related to higher use of various mouse designs, Systematic search conducted databases such as MEDLINE, PubMed and SciELO. After review and classification of each, 41 related to the topics of interest and met the inclusion criteria items were taken. **Results:** we found that in 41% of the studies USED MORE mouse is conventional, in the articles evaluated Biomechanics 76% evaluated 3 muscle groups in the use of the mouse (flexor carpi and fingers extensors carpus and fingers, Trapeze). Is 16 items did consider the Support wrist and forearm. The evaluation of comfort in 27% chose the mouse horizontal / Conventional more independent Reservations Comfortable used to evaluate comfort v Method. **Conclusion:** mouse Tilt and continues right vertical mouse, provide Positions biomechanically more suitable Upper Extremity. The conventional mouse, to produce forearm pronation insist to shoulder abduction which could cause discomfort in the shoulder and neck, but being and the design mouse More used by office workers, has created a habit that is perceived comfortable or by participants. The ISO 9241-9 Questionnaire to quantify comfort, paragraph electromyography muscle activity, and paragraph electrogoniometer postures and movements, Were the more Measuring Instruments used in research.

**Keywords:** mouse, comfort, musculoskeletal disorders, musculoskeletal injuries, Biomechanics.

## INTRODUCCIÓN

El uso del computador está muy extendido en el lugar de trabajo y en el hogar, el 25 % de las personas reportó usar su computador más del 50 % de su jornada de trabajo. Durante la última década, ha habido un rápido aumento del uso de la computadora, con el ordenador personal en todo el mundo, el uso se duplicó de 25 millones en 1990 a 57 millones en millones en 1995 (1).

La prevalencia de los síntomas asociados con el uso de la computadora se ha incrementado rápidamente en la década pasada. En los Estados Unidos, el número anual de nuevos casos de trastornos músculo-esqueléticos entre los trabajadores de oficina aumentaron 10 veces entre 1985 y 1990 (1).

Mucho se ha hablado de esta relación causal entre el uso de la computadora (mouse, teclado) y la aparición de desórdenes musculoesqueléticos (DME) por fatiga muscular, trauma acumulativo, tiempo de exposición, alteración de los ángulos de confort articular con el uso de estos dispositivos y la percepción de comodidad de los usuarios. De aquí surgen diversas opciones de mouse en el mercado, ofertados como reductores del riesgo biomecánico, con la consecuente aparición de estudios que pretenden demostrar cuál de ellos es el más adecuado y biomecánicamente correcto durante su uso. Llama la atención que el interés no es sólo a los beneficios físicos de estos nuevos dispositivos, sino también el confort que pueda experimentar el trabajador al cambiar la posición de la mano y el antebrazo con el manejo de diferentes diseños que pueden variar ampliamente del diseño convencional.

En vista de la diferencia en los resultados de estudios similares y de la gran variedad de mouse existentes en el momento, nace la propuesta de realizar una revisión bibliográfica con el fin de encontrar, según los artículos revisados, cuál sería el tipo de mouse recomendado por sus beneficios biomecánicos, el confort que brinda a sus usuarios y la reducción del riesgo de DME asociados a su uso frecuente.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) precisa que las lesiones osteomusculares hacen parte de un grupo de condiciones relacionadas con el trabajo, porque ellas pueden ser causadas tanto por exposiciones ocupacionales como por exposiciones no ocupacionales. (2) Lo cual lleva a que existan muchos tipos de trastornos osteomusculares, con diferentes denominaciones entre las que se encuentran los desórdenes musculo esqueléticos, que se refieren a los trastornos musculares crónicos, en los tendones y alteraciones en los nervios causados por los esfuerzos repetidos los movimientos rápidos (hacer grandes fuerzas, por estrés de contacto, posturas extremas, la vibración y/o temperaturas bajas). Otros términos utilizados generalmente para designar a los trastornos musculo esqueléticos son los trastornos por trauma acumulativo, enfermedad por movimientos repetidos y daños por esfuerzos repetidos. Algunos de estos trastornos se ajustan a criterios de diagnóstico establecidos como el síndrome del túnel carpiano o la tendinitis. Otros trastornos musculo esqueléticos pueden manifestarse con dolor inespecífico. Algunos trastornos pasajeros son normales como consecuencia del trabajo y son inevitables, pero los trastornos que persisten día tras día o interfieren con las actividades del trabajo o permanecen diariamente, no deben considerarse como consecuencia aceptable del trabajo. (3)

En una revisión de 56 estudios epidemiológicos relacionados con el uso de la computadora, concluyeron que no había una relación directa causal entre usar el ordenador y trastornos de la mano/muñeca. Se encontró una asociación entre el uso de la computadora y trastornos de cuello/hombro. (1)

Por otro lado, en el informe del 2010 de la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, se señala que los DME son la principal causa de enfermedad profesional en los países de la Unión Europea, y representan cerca del 40 % de la totalidad de las patologías profesionales reconocidas en esta comunidad, y solo los DME de miembros superiores conducen a un coste de entre el 0,5 % y el 2 % del PIB. Adicionalmente, la Oficina de Estadísticas Laborales del Departamento de Trabajo de los Estados Unidos refiere que en el 2008 los DME representaron en promedio el 25,3 % de todas las lesiones y enfermedades que requirieron ausencia laboral, tanto en la industria privada como en el gobierno nacional y local.(5)

En Colombia según estadísticas de Fasecolda, el síndrome del túnel carpiano es la primera causa de morbilidad profesional en el régimen contributivo. Dicha patología pasó de representar el 30% de todos los diagnósticos en el año 2010, a representar el 40% de los diagnósticos realizados durante el año 2011. Junto con esta patología, otras 2 merecen destacarse por su tendencia continua al incremento durante los años 2002 a 2004, la epicondilitis y tenosinovitis del estiloides radial (De Quervain). (5)

Con el propósito de minimizar los DME asociados con el uso del mouse de computadora, en el mercado han aparecido un sin número de diseños que ofertan disminuir el riesgo postural y la fatiga asociada al mouse horizontal. Es así como aparecen entre las opciones los mouse de tipo vertical, con curvas, con giba, inclinados, entre otros, y las opciones de apoyo durante su uso, es decir, con apoyo de la muñeca en el pad mouse o el apoyo del antebrazo como tal. Cada prototipo es diseñado con el fin de proporcionar a los usuarios posiciones biomecánicamente más correctas, que brinden confort posicional a la mano, el antebrazo, el hombro y el cuello, y que por lo tanto disminuyan el riesgo de DME asociados al uso de mouse convencional.

Debido a las consecuencias que implica el trabajo con este dispositivo, se realiza esta revisión bibliográfica en busca de los resultados de estudios cuyo objetivo es describir los cambios biomecánicos en miembro superior generados durante el uso de diferentes tipos mouse, el grado de confort y las alteraciones musculoesqueléticas que pueden derivar de ello.

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuáles son los cambios biomecánicos, grado de percepción de confort y los desórdenes musculoesqueléticos de miembro superior asociados al uso de diferentes tipos de mouse?

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Describir los cambios biomecánicos, el grado de percepción de confort y los desórdenes musculoesqueléticos, en miembro superior asociados al uso de diferentes tipos de mouse.

### **Objetivos específicos**

Describir los cambios biomecánicos de la miembro superior de acuerdo al tipo de mouse utilizado.

Describir el grado de percepción de confort durante el uso de los diferentes tipos de mouse.

Describir los desórdenes musculoesqueléticos asociados al uso de diferentes tipos de mouse.



### 3. MARCO TEORICO

Es de importancia conocer las teorías relacionadas con los objetivos de esta revisión bibliográfica, a continuación se citan las más relevantes:

#### 3.1 Anatomía y Biomecánica de la mano.

La articulación radiocarpiana está formada por la extremidad distal del radio y el disco articular de la articulación radiocubital inferior, y la fila proximal del carpo. La curvatura de los huesos proximales del carpo forma una superficie convexa de forma elipsoide, que encaja en la cavidad transversalmente alargada del radio y el disco articular.(6) La cápsula articular encierra a la articulación, quedando reforzada por los ligamentos radiocarpianos dorsal y palmar y ligamentos colaterales radial y cubital. También encontramos el ligamento cúbito-carpiano palmar. Las articulaciones intercarpianas son artrodiales (artrodias). (7) Sus superficies articulares se coaptan respectivamente, quedando solidarizadas por los ligamentos. Los ligamentos que refuerzan la cápsula articular intercarpiana son los intercarpianos dorsales y palmares, y dentro de la cavidad articular los ligamentos interóseos.(6) Los ligamentos superficiales de la fila proximal generalmente tienen dirección transversal, del escafoides al semilunar y del semilunar al piramidal.(6) Del mismo modo en la hilera distal los ligamentos intercarpianos dorsales y palmares, unen el trapecio al trapecoide, el trapecoide al hueso grande y el grande al ganchoso. Los ligamentos intercarpianos interóseos de la hilera proximal, unen los bordes proximales de estos huesos y completan el límite distal de la articulación radiocarpiana, extendiéndose a través de los intervalos intercarpianos totalmente, y por tanto el espacio sinovial intercarpiano es contínuo alrededor y entre esos huesos. Los ligamentos colaterales cortos están situados en los bordes radial y cubital de las articulaciones intercarpianas; el ligamento radial une el escafoides y el trapecio, y el cubital une al piramidal con el ganchoso. Estos ligamentos se continúan con los ligamentos colaterales de la articulación de la muñeca. (8)

Respecto a la movilidad encontramos que, los movimientos de la articulación radiocarpiana son flexión y extensión, abducción y aducción y circunducción. En esta articulación no hay movimientos de rotación. Los

límites máximos son, para la abducción 15° y para la aducción 40° y están limitados por las apófisis estiloides del cúbito y el radio. La flexión de la muñeca (flexión volar) es más libre que la extensión (flexión dorsal) debido a la gran contribución de las articulaciones intercarpianas a este movimiento, siendo la articulación radiocarpiana más libre por sí misma en extensión (7). En cuanto a los movimientos de las articulaciones intercarpianas, interesa decir que éstos suceden simultáneamente y aumentan los movimientos de la articulación radiocarpiana. La zona más importante en el movimiento intercarpiano, la constituye la articulación mediocarpiana (la cabeza del hueso grande y el vértice del hueso ganchoso encajan en la cavidad en forma de copa de escafoides del semilunar, disposición de encaje esférico). Los movimientos de ésta, al igual que los de los huesos a cada lado, contribuyen considerablemente a la flexión y a la abducción de la mano. La articulación mediocarpiana y las demás articulaciones intercarpianas aumentan la capacidad de presión de la mano, con ligeros movimientos de rotación y deslizamiento entre los huesos. (7) La extensión es más libre en la articulación radiocarpiana, mientras que la flexión lo es en la articulación mediocarpiana. Cabe destacar que entre el piramidal y el pisiforme existe una cápsula articular delgada, pero muy fuerte, que los mantiene unidos. El pisiforme está unido al gancho del ganchoso y a la base del 5° metacarpiano por los ligamentos pisiganchoso y pisimetacarpiano, que resisten la tracción del músculo flexor cubitales del carpo y forman parte de su inserción. (8)

Los movimientos de las articulaciones que conforman la muñeca (articulaciones radiocarpianas, mediocarpianas e intercarpianas) forman un conjunto de movimientos simultáneos, activados por los mismos músculos.(6) La flexión (movimiento de inclinación de la palma de la mano hacia la cara anterior del antebrazo) es de unos 70°, variando según sexo o edad, y algo mayor con la muñeca en pronación. Los músculos que intervienen son: palmar mayor, cubital anterior, abductor del pulgar y también los flexores de los dedos, con éstos en extensión. La flexión es la aproximación de la cara dorsal de la mano hacia el dorso del antebrazo. Aquí interviene más la articulación radiocarpiana que la mediocarpiana, ya que la cara articular del radio se extiende dorsalmente más que las caras articulares distales del semilunar y escafoides. Tiene un arco de movilidad de unos 70°. También es mayor con la muñeca en pronación. Los músculos extensores son: los radiales (longus y brevis), el cubital posterior y los extensores de los dedos, estando éstos flexionados.(8) La abducción es el movimiento de la aproximación del borde radial de la mano hacia el borde radial del antebrazo (inclinación radial). En la abducción el borde cubital de la mano se acerca al borde cubital del antebrazo (inclinación cubital), El eje

principal del movimiento de abducción-adducción, de dirección anteroposterior, se encuentra en la cabeza del hueso grande. Alrededor del mismo se desplazan los demás huesos del carpo en los movimientos de lateralidad radial o cubital. (6) La articulación radiocarpiana se adapta muy bien a estos movimientos de lateralidad (abducción-adducción), debido a su morfología. El "cóndilo" del carpo se desliza lateralmente sobre la "glenoides" radial. En la abducción el escafoides y el semilunar se desplaza medialmente, llegando este último a articularse con el ligamento triangular interóseo. La amplitud de la abducción está entre los 15 y 25 ° con la muñeca en supinación. Los músculos abductores son: Abductor del pulgar, extensor corto y parcialmente los músculos extensores de los dedos. La abducción oscila entre los 20 y 60°, ya que la estiloides cubital es más corta que la radial. (8).

Funcionalmente hablando, la muñeca realiza siempre movimientos combinados. Esta se mueve en extensión-abducción y en flexión-abducción. Ello se produce por la acción de la musculatura ya que los músculos flexores del carpo son abductores y los extensores son adductores. Hoy en día el carpo se entiende mejor, en su actividad funcional, explicado como tres columnas verticales: Columna central o de flexo-extensión, formada por el semilunar, hueso grande y ganchoso, a la que añadimos el trapecio y trapezoide. Columna lateral formada por el escafoides, móvil y con independencia. Columna medial, con movilidad rotatoria, formada por el piramidal, hueso que pivota sobre el resto del carpo. (8) Así pues, el escafoides y el piramidal contribuyen a estabilizar la columna central del carpo, sobre la que recae flexo-extensión y la abducción-adducción de la muñeca. Pero además, estos tienen su movilidad propia; el escafoides varía de posición con flexo-extensión y el piramidal realiza movimientos de rotación en la pronosupinación del carpo. Con la muñeca en hiperextensión el escafoides se encuentra en situación longitudinal paralela al eje del radio ajustado (posición de auto-atornillamiento del carpo) al semilunar y a la carilla articular trapecio-trapezoidea. En esta posición, el carpo es una sólida estructura, que, con los dedos flexionados dentro de la mano, constituye un importante objeto contundente. Con la muñeca en hiperflexión, el escafoides se coloca perpendicular respecto al eje longitudinal del radio. La articulación radiocarpiana queda aflojada y la hilera distal del carpo se desplaza radialmente, merced al movimiento de rotación de este hueso, que actúa como una biela de deslizamiento, manteniendo a la vez estabilizado el carpo. Por medio de estos mecanismos, la articulación de la muñeca consigue posiciones funcionales especiales que le conceden gran calidad en la ejecución de todo tipo de movimientos: hiperextensión con abducción en

pronación del carpo, siendo este movimiento automático, e hiperextensión con abducción en supinación del carpo, siendo este movimiento forzado y voluntario, así como posiciones en hiperflexión con movimiento de abducción asociado. (8)

Como parte del miembro superior encontramos el antebrazo formado por los huesos ulna y radio, unidos por la membrana interósea que mantiene la alineación de los cuerpos óseos y presta origen a los músculos profundos del antebrazo.(9). La articulación radioulnar distal se sitúa entre la circunferencia articular de la cabeza de la ulna y la incisura ulnar del radio. Posee el fibrocartilago triangular que se interpone entre la ulna y el carpo y su cara inferior pertenece a la articulación radiocarpiana, con cubrimiento de la capsula articular y la membrana sinovial. (9). Otras 3 articulaciones son formadas por la ulna o cubito: humero ulnar, entre la tróclea humeral y la incisura troclear de la ulna, la humero radial, entre el capitulo humeral y la cúpula de la cabeza del radio y radioulnar proximal entre la cabeza del radio y la incisura radial de la ulna, adaptada a movimientos de prono-supinación. A todo este paquete lo recubre una misma capsula articular y un paquete de ligamentos en común (ligamento colateral ulnar, colateral radial, anular del radio y cuadrado). Siguiendo la estructura articular, nos encontramos con el humero, que como ya se mencionó, forma articulación con el radio y la ulna principalmente para dar origen al codo. En su parte proximal, forma la articulación glenohumeral, entre la cavidad glenoidea de la escapula y la cabeza del humero, articulación esferoidea muy móvil, poco profunda, pero aumentada por el labro glenoideo, fibrocartilago que recibe fibras de la cabeza larga del bíceps por arriba y del tríceps por abajo. Posee el ligamento coracohumeral extendido transversalmente entre el proceso coracoideo y el tubérculo mayor del humero. (9). el ligamento humeral transversal, entre los tubérculos mayor y menor del humero para formar el surco por donde se desliza el tendón de la cabeza larga del bíceps, y tres ligamentos glenohumerales extendidos entre el reborde glenoideo, el labro y el cuello del humero. (9)

Para interés de nuestra revisión, y por ser un músculo evaluado principalmente durante el uso del mouse, hablaremos del trapecio, que forma parte del grupo muscular posterior del hombro, está situado superficial, de forma triangular, se extiende sobre la nuca y parte superior del tórax, se origina en el occipital, se inserta en la clavícula, el acromion y la espina de la escapula, es rotador superior y elevador de la escapula, rotador inferior y depresor de la escapula y extensor del cuello y la cabeza (acción inversa).(9). El músculo deltoides ha despertado menor interés en los investigadores, pues ha sido poco estudiado con EMG u otro dispositivo de análisis durante las tareas manuales con el uso del mouse.

### 3.2 Confort

Se define como una comodidad agradable, estado de armonía fisiológica, psicológica y física entre un ser humano y su entorno (10). También se define como la comodidad es un estado de una persona que implica un sentido de bienestar subjetivo, en reacción a un entorno o situación (11). En general, se podría decir que la comodidad no está todavía claramente definida, cuestiones que no son objeto de debate son: la comodidad es una construcción subjetivamente definida del carácter personal; la comodidad es afectada por factores de diversa naturaleza (física, fisiológica, psicológica); y la comodidad es una reacción con el medio ambiente (12).

El debate en la literatura se concentra en la diferencias entre la comodidad (confort) y el malestar (disconfort). Varios investigadores han conceptualizado la comodidad como dos estados discretos: presencia de comodidad y ausencia de confort, donde el confort simplemente se define como la ausencia de molestias y viceversa. Esto implica que la comodidad no implica necesariamente un resultado positivo de un efecto.(11)

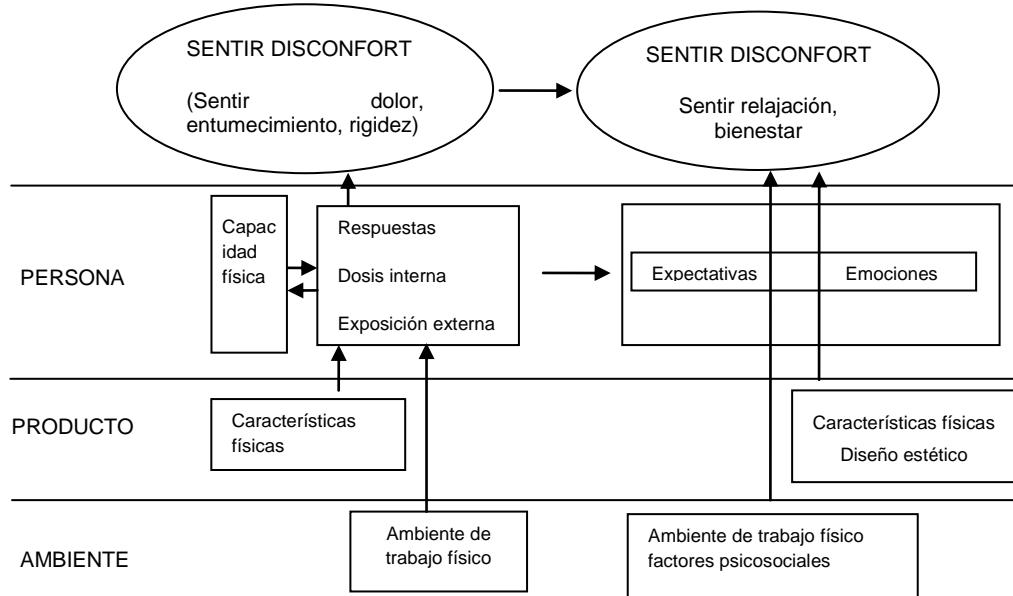
En contraste con el concepto de dos estados discretos, muchos investigadores y médicos creen que el confort y el disconfort son dos contrarios en una escala continua, que van desde la incomodidad extrema a través de un estado neutral para una comodidad extrema. Esto se debe al hecho, de que la gente con frecuencia y de forma natural distingue niveles ordenados de sus respuestas subjetivas a través de toda la transición de la fuertemente positiva a fuertemente negativa. (11)

Los sentimientos de incomodidad se asocian principalmente con el dolor, cansancio, dolor y entumecimiento. Estos sentimientos se supone que son impuestas por las limitaciones físicas y mediada por factores físicos como los ángulos de las articulaciones, la presión del tejido y el bloqueo de circulación. Confort, por el contrario, se asocia con sensaciones de relajación y bienestar. (12)

### 3.2.1 Modelo teórico

Los diferentes factores subyacentes de sentir disconfort o confort pueden ser como se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Factores subyacentes del confort o disconfort. (10)**



**Fuente:** De looze, michiel p., kuyt-evers, lottie f. M. And van dieën, jaap (2003) sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures.

La parte izquierda de este modelo teórico son preocupaciones o molestias. Los procesos físicos subyacen malestar. Al igual que en los modelos anteriores sobre la etiología de los síntomas físicos relacionados con el trabajo, los autores consideran "exposición", "dosis", "respuesta" y "capacidad" como los principales problemas. La exposición se refiere a los factores externos que producen una alteración del estado (dosis) interno de un individuo. (13)

La dosis puede provocar una cascada de respuestas mecánicas, bioquímicas o fisiológicas. La medida en que la exposición externa conduce

a una dosis interna y las respuestas depende de la capacidad física de la persona. Con respecto a sentarse, se podría decir que las características físicas (por ejemplo, forma, suavidad), el medio ambiente (por ejemplo, altura de la mesa) y la tarea (por ejemplo, la realización de actividades de PVD) exponen a una persona sentada a factores de carga, que pueda afectar a las fuerzas y presiones del asiento en el cuerpo y ángulos de las articulaciones. (11)

Estas cargas externas pueden producir una dosis interna en términos de activación muscular, fuerza interna, presión intradiscal, los nervios y la inclusión de circulación, el aumento de la temperatura de la piel y corporal, lo que provoca respuestas químicas, fisiológicas y biomecánicas. Por mecano-receptores (estímulos procedentes de los sensores de la piel), propioceptores (estímulos de sensores en los husos musculares, tendones y articulaciones), termo-receptores (estímulos de sistemas de órganos internos) y nociceptores (estímulos de sensores del dolor), podría establecerse la percepción de malestar.(11)

La parte derecha del modelo se refiere a la comodidad, es decir, los sentimientos de relajación y bienestar. De nuevo, los factores influyentes son presentados en una silla, y el nivel de contexto humano. (11)

A un nivel de contexto, no sólo las características físicas se supone que desempeñan un papel, sino también los factores psicosociales como la satisfacción laboral y el apoyo social. A un nivel de seguridad, el diseño estético de un asiento además de las características físicas puede afectar las sensaciones de bienestar. A nivel humano, los factores influyentes se supone que son las expectativas individuales y otras sensaciones o emociones individuales. El factor dominante de incomodidad, se ilustra por las flechas horizontales que apuntan desde la izquierda (malestar) a la parte derecha (confort). A partir de este modelo se puede esperar que para el malestar las relaciones de medidas objetivas con incomodidad sería más fuerte que para la comodidad, como la relación entre la incomodidad medidas objetivas de la exposición física Relaciones de medidas objetivas para comodidad e incomodidad. (11)

### 3.3 Teorías de los desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral.

Las teorías se centraron en mecanismos biomecánicos y psicológicos.

Modelo sobre el desarrollo de DME a nivel del tendón, músculo y nervios en el cuello y las extremidades superiores (14).

**3.3.1 Modelo dosis-respuesta:** está definido por 4 variables de interacción: exposición, dosis, capacidad y respuesta. La exposición está relacionada con factores externos que producen sobre el individuo respuestas internas (dosis), esa exposición puede provenir de fuerzas o posturas asociadas con determinadas tasas de repetición, duración y magnitud; *Dosis* se refiere a un factor que afecta el estado interno de los tejidos, puede ser de naturaleza mecánica o fisiológica y capacidad se refiere a la habilidad para resistir los efectos de las dosis. Un factor central de este modelo es la idea de una relación en cascada entre las variables mencionadas, la respuesta de un tejido a una exposición, puede convertirse en la dosis de otro tejido que produce otra respuesta. (14)

**3.3.2 Modelo ecológico:** los tres componentes principales de este modelo son el psicosocial, biomecánico y cognitivo, este último es el elemento diferencial en relación con los modelos propuestos anteriormente. En este modelo, las herramientas de trabajo, tecnologías disponibles y la naturaleza del trabajo impactan tanto a los factores organizacionales como a las demandas físicas del trabajo de la siguiente manera: los factores organizacionales del trabajo afectan directamente a las exigencias físicas y la tensión psicológica, e indirectamente la tensión biomecánica a través de los efectos de la demanda física y psicológica. Además, la organización del trabajo puede impactar indirectamente la tensión biomecánica afectando por ejemplo, la postura (exigencias físicas) o la tensión muscular, causada por la tensión psicológica. El efecto de la tensión biomecánica en el desarrollo de DME asociados al trabajo es mediado por el componente cognitivo del modelo, que está a su vez involucrado con la detección de las patologías y los factores asociados con su desarrollo.(14)

Por otra parte se reconoce la participación de varios factores que pueden modificar el curso del modelo en el contexto laboral. Los factores individuales, por ejemplo, podrán modificar la respuesta ante las exigencias físicas y la tensión biomecánica, reduciendo así el impacto de la organización sobre la tensión psicológica. Un aspecto adicional, de gran importancia en el modelo, es la retroalimentación sobre los DME para impactar sobre los factores organizacionales y psicológicos.(14)



**3.3.3** Entre las teorías de los desórdenes musculoesqueléticos hay otras cuatro teorías diferentes, las cuales podrían operar simultáneamente dentro de un individuo, concluye que todos los desórdenes musculo esqueléticos tienen una base biomecánica en su origen y presenta cuatro teorías: (15)

**3.3.3.1 Teoría de Acción Multi-variada:** donde expone que el trastorno mecánico de un sistema biológico depende de componentes individuales y sus propiedades mecánicas, los cuales son causalmente afectados por la genética, características morfológicas, aspectos psicosocial y riesgos laborales. (15)

**3.3.3.2 Teoría de fatiga diferencial:** las lesiones se explican por desequilibrio y asimetría en actividades laborales creando fatigas diferenciales y de ese modo desequilibrio cinético y cinemático que precipita la aparición de lesiones. (15)

**3.3.3.3 Teoría de Carga acumulativa:** que sugiere un rango de carga y un producto de repetición más alto que no permite la recuperación de los tejidos dejando carga residual que precipita a lesiones.(15)

**3.3.3.4 Teoría del Sobre-esfuerzo:** afirma que el exceso de esfuerzo precipita al límite de tolerancia de los tejidos y ocasiona las lesiones laborales locomotoras. Las cuales explican el origen de la lesión en primera instancia, en la ruptura traumática de los tejidos, con signos de inflamación; el proceso traumático en este momento sufre una alteración de la integridad de los tejidos y del orden mecánico, que sumado a la alteración de las propiedades visco-elástica de los tejidos, desencadena la lesión (15).

## **3.4 MARCO CONCEPTUAL.**

**3.4.1 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 categoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema. (16)

**3.4.2 Mouse:** dispositivo que permite desplazar el cursor de manera práctica y sencilla por la pantalla del computador. Existen con dos o tres pulsadores. Los pulsadores hacen la función de teclas, ya que permiten accionar la opción escogida, adentro del mouse se encuentra una bola, que al girar por roce con

alguna superficie plana, mueve al mismo tiempo el puntero visible en la pantalla. En la actualidad hay diversidad de marcas, modelos y tamaños. Hace tres décadas, Douglas Engelbart, desarrolló el primer mouse, construido de madera en forma muy rustica, en lugar de una bola, tenía dos ruedas metálicas que movían dos ejes, pero el mecanismo era idéntico al actual: uno de esos ejes controlaba el movimiento vertical del cursor en la pantalla y el otro, los desplazamientos horizontales. Además tenía un botón rojo encima para hacer clic. Desde el principio empezó a llamársele mouse, el primer mouse fue presentado en diciembre de 1968, en el auditorio cívico de San Francisco, California.(16)

Después de esto, tuvieron que pasar muchos años para que fuera implementado en una marca registrada, en 1984 fue incorporado a la Machintosh de Apple.(16)

Tipos de mouse de acuerdo a su diseño los tipos que existen son:

- a. Mecánicos
- b. Ópticos
- c. Laser
- d. Inalámbricos(16)

A continuación, se hace mención de los diferentes tipos y diseños de mouse utilizados en los estudios usados para esta revisión bibliográfica:

#### **3.4.2.1 Mouse ergonómico o inclinado.(38)**

Este diseño permite menor pronación del antebrazo llevando la extremidad a posiciones más cercanas a la neutra.

**Imagen 1** Mouse con inclinación a la derecha



**Fuente:** Kang jw, et al. (2012) Contact Pressure in the Wrist during Computer Mouse Work. (38)

### 3.4.2.2 Mouse de diferentes pesos.(22)

Variando los pesos de cada mouse entre 70, 100, 130, 160, y 190 gramos, buscan limitar el movimiento pero consecuentemente la fuerza ejercida para desplazar el cursor debe ser mayor.

**Imagen 2** Mouse con variación de pesos.

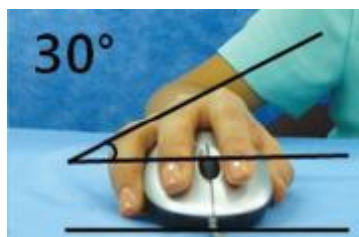


**Fuente:** Chen h-m, et al. (2007) The effect on forearm and shoulder muscle activity in using different slanted computer mice.(22)

### 3.4.2.3 Mouse convencional u horizontal.(38)

Este tipo de mouse es el más comúnmente utilizado por los trabajadores de oficina, coloca el antebrazo en posición prono y permite deslizamientos laterales favoreciendo las desviaciones de la muñeca y el apoyo se da en la zona tenar e hipotenar.

**Imagen 3** Mouse horizontal.



**Fuente:** Kang jw, et al. (2012) Contact Pressure in the Wrist during Computer Mouse Work. (38)

### 3.4.2.4 Mouse curvo.(18,32)

Este tipo de mouse busca generar menor desviación ulnar durante su uso.

**Imagen 5** Mouse curvo más grande



**Imagen 4** Mouse curvo.



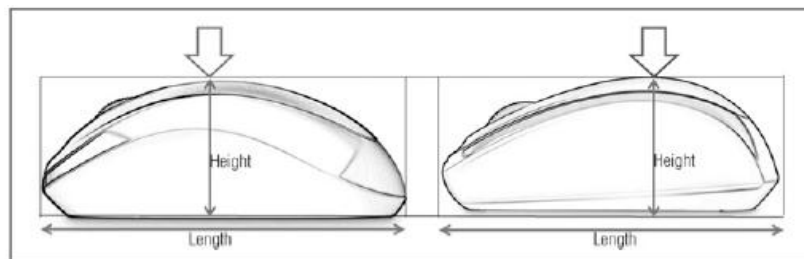
**Fuente:** Hedge alan at al (1999). Estudio comparativo en dos diseños de mouse (18)

Keir pj, et al.(1999). Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure ergonomics (33)

### 3.4.2.5 Mouse con giba trasera.(31)

Pensado en llevar la muñeca a una flexión más pronunciada, sin necesidad de utilizar pad mouse, relajando las estructuras de los dedos y minimizando la extensión de muñeca propia del mouse convencional.

**Imagen 6** Mouse con giba trasera

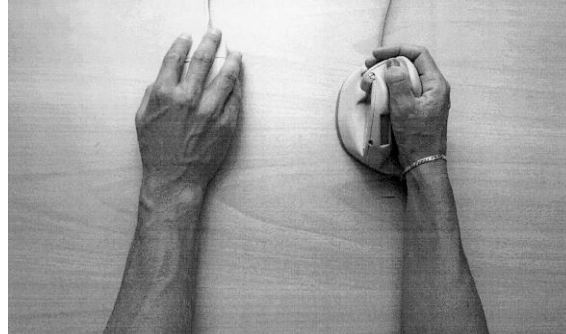


**Fuente:** Liu, C.-H., & Fan, S.-C. (2014). Ergonomic design of a computer mouse for clients with wrist splints (31)

### 3.4.2.6 Mouse vertical o neutral.(23)

Este mouse fue diseñado con el fin de dar una posición neutra a la mano y el antebrazo, pues anatómica y biomecánicamente sería considerada la posición correcta por brindar ángulos de confort durante la realización de tareas manuales.

**Imagen 7** Mouse vertical.



**Fuente:** Gustafsson, e., hagberg,(2003) Computer mouse use in two different hand positions: exposure, comfort, exertion and productivity. (23)

### 3.4.2.7 Mouse Touch Less.(22)

Con el Touch Less buscan que sean posibles los desplazamientos del cursor o apuntador sin necesidad de realizar contacto directo con el dispositivo, por ejemplo en aquellos trabajos donde por contaminación o suciedad de las manos sea inadecuado maniobrar el mouse directamente.

**Imagen 8** Mouse Touch Less



**Fuente:** Chen h-m, leung c-t (2007) The effect on forearm and shoulder muscle activity in using different slanted computer mice.(22)

### 3.4.2.8 Mouse Trackball.(44)

Este diseño permite desplazar el cursor movilizándolo con el pulgar la esfera que se encuentra ubicada en la parte superior del mouse (en la parte inferior en el mouse horizontal convencional).

**Imagen 9** Mouse Trackball



**Fuente:** Lin m yc, young jg, dennerlein jt (2015) Evaluating the effect of four different pointing device designs on upper extremity posture and muscle activity during mousing tasks.(44)

**3.4.3 Electromiografía:** (EMG) es una técnica que permite el estudio de los potenciales de acción del músculo. Aporta información sobre el estado en que se encuentran los diferentes componentes de la unidad motora (UM). Los equipos de EMG para el registro y análisis de los potenciales de acción del músculo y nervio están compuestos por electrodos de superficie o aguja que captan la señal y una vez amplificadas y filtradas son convertidos en señal digital. Hoy en día los aparatos tienen incorporados unidades de estimulación, líneas de retraso, sistemas de almacenamiento y promediación de las señales, etc. Además de la señal digital visual, los aparatos de EMG tienen altavoces para la captación acústica de la señal analógica, cuya información es fundamental para la interpretación de ciertos hallazgos como las fibrilaciones, descargas miotónicas, potenciales polifásicos, etc. Toda esta información, una vez registrada y almacenada, puede ser visualizada en la pantalla, y posteriormente impresa en papel o guardada en la memoria. (63)

En las décadas de 1940 y 1950 las aportaciones de Buchthal y Clemensem permitieron la diferenciación entre procesos neurógenos y miógenos creando las bases para la aplicación clínica de la EMG. Buchthal fue pionero en desarrollar

una escuela para la formación de especialistas que difundieran estas técnicas para su uso clínico. (63)

**3.4.3.1 ELECTROMIOGRAMA NORMAL:** El músculo debe ser estudiado con agujas concéntricas o monopolares en situación de reposo, de máximo esfuerzo y esfuerzo ligero, analizando en un mínimo de 20 puntos distintos la información que aporta. (63)

El músculo normal en reposo no muestra actividad eléctrica alguna, excepto la presencia ocasional y breve de potenciales de inserción y de potenciales de placa cuando la aguja está en proximidad de la placa motora. (63)

El músculo a máximo esfuerzo es la expresión del número de UM funcionantes en el área estudiada. En el músculo normal aparece un trazado muy rico o interferencial que borra la línea base como consecuencia de que las UM aumentan de frecuencia de contracción y a su vez hay un mayor reclutamiento de UM. La amplitud del trazado es de 2-4 mV. También se puede utilizar el análisis automático giros/amplitud desarrollada por Stalberg et al 4 que complementa el máximo esfuerzo y permite diferenciar procesos neuropáticos de miopáticos.(63)

El estudio del músculo en actividad ligera nos permite obtener una información muy valiosa respecto a las variaciones de los potenciales de UM a través de la duración media de al menos 20 potenciales de UM distintos de cada músculo. Se consideran normales los valores estandarizados con unos márgenes de  $\pm 20\%$  para cada músculo y edad del paciente.(63)

La mayoría de los potenciales de UM tienen 2-3 fases, por lo que se consideran polifásicos aquellos potenciales de más de 4. La forma polifásica indica una desincronización dentro de la UM y se consideran normales hasta el 15 % de los mismos.El potencial de UM está formado por la contracción y sumación temporal de las fibras musculares próximas al electrodo de aguja, en un área de 2,5 de los 10 mm que tiene una UM.(63)

**3.4.3.2 ELECTROMIOGRAMA PATOLOGICO:** Con el músculo en reposo, en las neuropatías con una afectación de motoneurona o una lesión en el axón, aparecen en el músculo 1-3 semanas más tarde unos potenciales en reposo que se denominan potenciales de fibrilación y ondas positivas. Son potenciales originados por la despolarización de fibras musculares aisladas correspondientes a axones o neuronas dañadas. Su duración es de 1-4 ms y se pueden mantener durante años

en lesiones de asta anterior y radiculopatías. Disminuye su aparición con el frío y con la isquemia.(63)

Los potenciales de fibrilación y las ondas positivas no son exclusivas de las neuropatías, sino que con frecuencia aparecen en miopatías con necrosis muscular (miositis y distrofias musculares). Para considerar el electromiograma patológico tienen que aparecer en dos o más puntos.(63)

En los procesos de asta anterior y en algunas radiculopatías aparecen fasciculaciones, que son producidas por la contracción espontánea de un grupo de fibras musculares de una UM, que llegan a ser visibles a través de la piel. Su origen es desconocido, ya que también aparecen ante situaciones de tensión, fatiga o ansiedad.(62) En neuropatías y miopatías crónicas es frecuente la presencia de descargas complejas de alta frecuencia o pseudomiotónicas que reflejan la actividad espontánea de fibras musculares denervadas o en proceso de reinervación.(63)

Ante una lesión periférica localizada en el asta anterior, raíz, tronco o terminaciones nerviosas, el número de UM disminuye y en el músculo a máximo esfuerzo aparecen trazados simples o mixtos dependiendo de la intensidad de la pérdida de UM. La amplitud del trazado es normal.(63)

La duración de los potenciales de UM, que normalmente es de 3-15 ms según edad, músculo y temperatura, se incrementa en las neuropatías en relación con la reinervación que se produce en el músculo y está especialmente aumentada en procesos de asta anterior y neuropatías crónicas, en las que unidades motoras sanas reinervan a las fibras musculares denervadas aumentando la densidad de las fibras. El aumento de la duración con frecuencia se acompaña de aumento de amplitud y de potenciales de forma polifásica.(63) En las miopatías en reposo ocasionalmente se obtienen potenciales de fibrilación de tipo ditrifásico y ondas positivas especialmente en miositis y distrofias musculares; en el resto de las miopatías no hay actividad espontánea. En los procesos que cursan con miotonía (distrofia miotónica de Steinert, miotonía congénita de Thomsen, miopatías metabólicas) aparecen asociados a los hallazgos de la miopatía unas descargas de frecuencia y amplitud variable que emiten un sonido característico y que se desencadenan bien espontáneamente o con estímulos mecánicos al percutir el músculo o mover la aguja. En neuropatías y miopatías crónicas es frecuente la presencia de descargas complejas de alta frecuencia o descargas pseudomiotónicas en reposo. Con el músculo a máximo esfuerzo se observa un trazado interferencial de amplitud disminuida como consecuencia de la sumación de potenciales de UM de duración y amplitud disminuidas. La duración media de los potenciales de UM está reducida por la pérdida de fibras musculares en las UM, y su forma es, con frecuencia, polifásica y de amplitud disminuida.(63)



## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO**

Revisión sistemática, investigación de tipo observacional, con el cual se pretende recopilar una serie de estudios relacionados con el uso del mouse de computadora, y a partir del análisis de los mismos, poder concluir como influye el uso habitual de este dispositivo en la biomecánica, el confort y la aparición de DME.

### **4.2 BUSQUEDA BIBLIOGRÁFICA**

La búsqueda bibliográfica sobre los tipos de mouse, biomecánica, confort, lesiones osteomusculares o DME en miembro superior relacionadas con el uso del mouse, se realizó en las bases de datos MEDLINE, PubMed y SciELO. (17-62)

### **4.3 POBLACION Y MUESTRA**

Durante la búsqueda se encontraron 79 investigaciones relacionadas con el trabajo de oficina, después de la revisión y clasificación de cada una, se tomaron 41 artículos relacionados con los temas de interés y que cumplieran con los criterios de inclusión.

### **4.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Todos los artículos seleccionados debían estar relacionados con el uso del mouse y tener como finalidad investigar acerca de por lo menos uno de los objetivos de esta revisión ya fuera biomecánica en el uso del mouse, confort o DME

relacionados al uso del mismo. Los artículos que se excluyeron tenían alguna relación pero evaluaban teclado o pantalla del computador, dispositivos que no eran objeto de nuestra revisión.

#### **4.5 RECOPIACIÓN Y MANEJO DE LA INFORMACIÓN**

Inicialmente se definieron los objetivos y con ellos las variables a investigar. Se inició con la búsqueda exhaustiva de artículos y bibliografía publicada en las bases de datos anteriormente mencionadas, que fueran confiables y cumpliera con los criterios de inclusión, encontrándose 45 artículos, de los cuales se excluyeron 4 por que no evaluaban las variables con el mouse sino con el teclado. Una vez excluidos y seleccionados, se realizó la traducción de aquellos que se encontraban en un idioma diferente al español. Después se diseñó una matriz de recopilación bibliográfica en Excel para sustraer la información relevante e importante de cada artículo (anexo1), en la cual iba información relacionada al título, los autores, los objetivos de cada artículo, la metodología, los instrumentos que habían utilizado, la discusión y las conclusiones.

Posteriormente, se diseñó otra matriz de clasificación en Excel que contenía los 3 objetivos de esta investigación, biomecánica, confort y DME, de forma que facilitara la división de cada artículo y proporcionara un panorama general de cuáles de ellos cumplían con uno o más de los objetivos planteados (ver anexo 2). En cada casilla que correspondía a los objetivos en el orden planteado inicialmente, se describía el número del artículo que cumplía con ese o esos objetivos y se hacía un breve resumen de los métodos o instrumentos utilizados para las mediciones ya fuera de biomecánica, confort o de los posibles desordenes musculoesqueléticos relacionado al tipo de mouse empleado para la investigación y las conclusiones que arrojaron.

Paso seguido, utilizando el mismo programa informático, se realizó la codificación de la información con numeración, posibilitando la opción de filtrar, procesar los datos y realizar el conteo. Los datos arrojados fueron pasados a tablas en forma numérica y se hicieron las gráficas de barras con su respectiva interpretación., Ya teniendo las gráficas y la descripción de las mismas se hace el cruce de información, relacionando una variable con las otras para contrastarse en la discusión y de ahí obtener las conclusiones finales.

#### 4.6 DEFINICION OPERACIONAL

Tabla 2. Definición categorías de análisis (17-62)

Objetivos	Categorías	Definición	Método de medición
Describir los factores de riesgo biomecánicos de la mano de acuerdo al tipo de mouse utilizado.	Postura durante el agarre del mouse	Posición del cuerpo o un segmento en determinado momento	Datos tomados de la matriz de revisión bibliográfica
	Actividad muscular	Actividad eléctrica que produce cambio en la longitud de la fibra muscular y genera energía que puede ser captada por EMG	
Describir la percepción de Confort durante el uso de los diferentes tipos de mouse.	Confort	Comodidad y bienestar percibida por el usuario al usar los diferentes tipos de mouse	Datos tomados de la matriz de revisión bibliográfica
Describir los desórdenes musculoesqueléticos asociadas al uso del mouse.	Epicóndilitis	Inflamación de los tendones de los músculos que se insertan en el epicóndilo del humero	Datos tomados de la matriz de revisión bibliográfica
	Túnel de carpo	Atrapamiento del nervio mediano en el conducto carpiano	
	Tendinitis	Inflamación de los tendones por trauma o sobre uso	
	Cervicalgia	Dolor localizado en la zona cervical, generalmente debido a sobre carga muscular	

Fuente: autoras

## 5. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados encontrados durante la revisión de los 41 artículos sobre con la biomecánica, el confort y los DME relacionados al uso del mouse de computador.

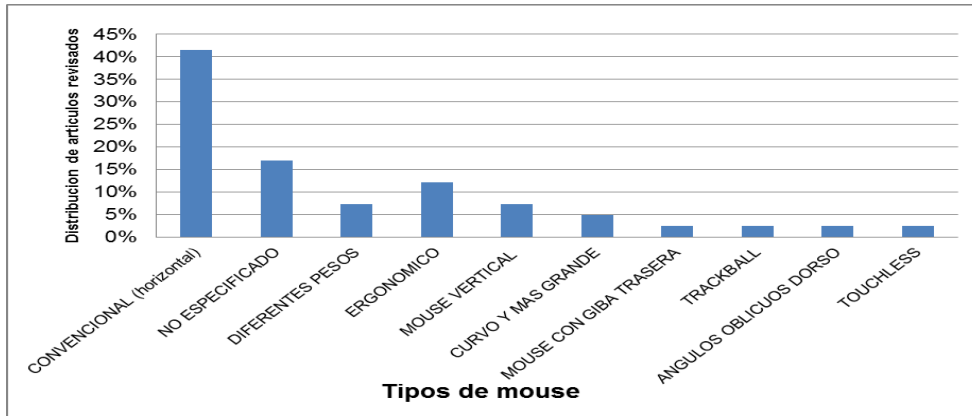
### **5.1 Biomecánica del miembro superior derecho de acuerdo al tipo de mouse utilizado.**

Para describir la Biomecánica del miembro superior derecho de acuerdo al tipo de mouse, primero se identificaron los diferentes diseños que habían sido usados, además del tipo de apoyo utilizado, las posturas, los músculos evaluados durante la tarea y los instrumentos de medición utilizados.

#### **5.1.1 Tipo de Mouse utilizados**

En los estudios de los 41 artículos revisados, 17 de ellos utilizaron el mouse convencional (horizontal) para realizar las pruebas, correspondiendo al 41%, seguido del mouse ergonómico 5 (12%), vertical y mouse que varía el peso, utilizados en 3 de los estudios (7%) cada uno. Cabe resaltar que en 7 estudios (17%) no especificaban cual era el mouse que estaban evaluando. Ver grafica 1

**Gráfica 1. Tipos de mouse utilizados para las investigaciones.**



Fuente: las autoras

### 5.1.2 Tipo de apoyo utilizado

En los estudios recopilados, 16 de ellos (39%) analizaron la variación postural utilizando apoyo de muñeca y antebrazo y en 25 estudios (61%) no consideraron este tipo de apoyo para el análisis del uso del mouse. Ver grafica 2

**Gráfica 2. Tipo de apoyo utilizado para usar el mouse**

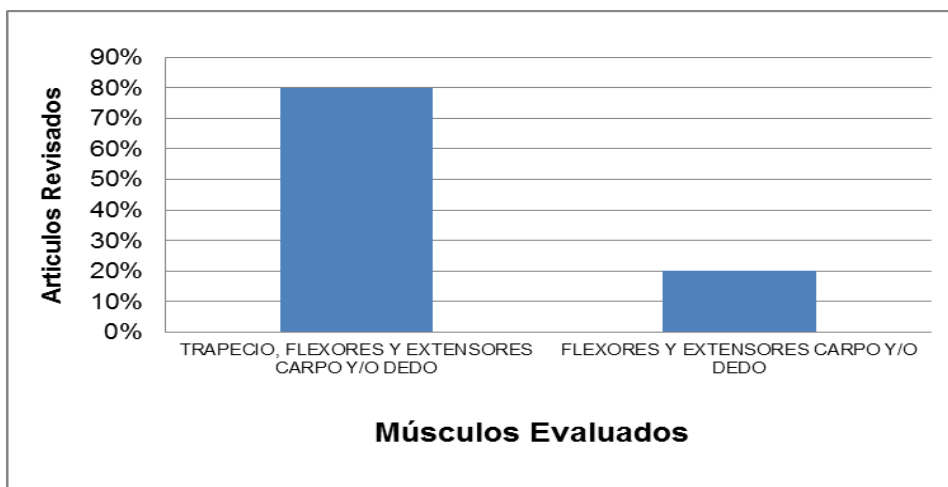


Fuente: las autoras

### 5.1.3. Tipos de músculos evaluados

En 20 artículos, que corresponde al 80%, evaluaron los 3 grupos musculares implicados en la utilización del mouse (flexores del carpo y los dedos, extensores del carpo y los dedos, trapecio). 5 artículos (20%), se centraron en la evaluación de flexores y extensores del carpo y los dedos, 16 artículos no tuvieron como objeto evaluar musculatura, siendo el 39% de ellos. Ver grafica 3

**Gráfica 3. Músculos evaluados en las investigaciones.**

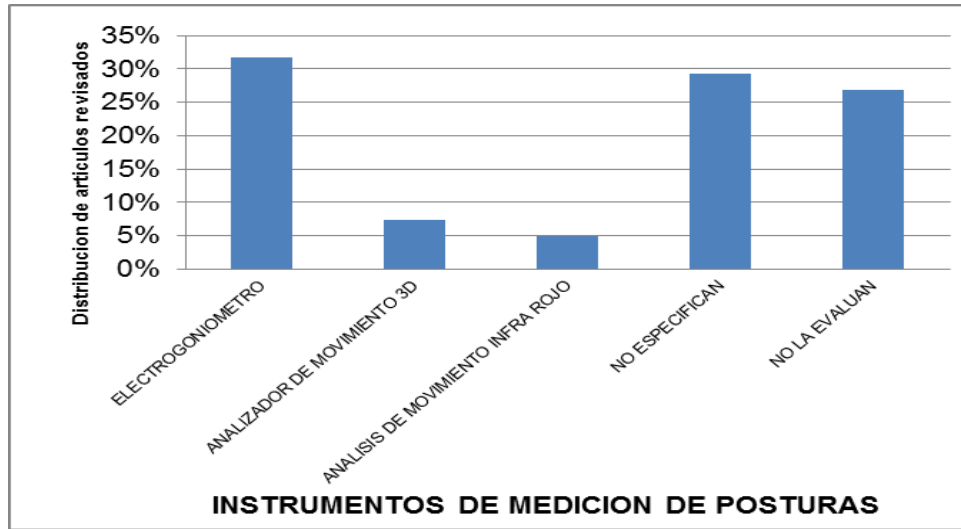


Fuente: las autoras

### 5.1.4. Instrumentos de medición para postura de antebrazo

Los instrumentos de medición de postura usados fueron: el electrogoniómetro en 13 de los casos (32%)., seguido del analizador de movimiento 3D, utilizado en 3 de las mediciones de postura (7%). En 12 artículos (29%) no especificaron que tipo de instrumento de medición usaron pero lo evaluaron y en 11 de ellos (27%) no evaluaron las posturas. Ver grafica 4

**Gráfica 4. Instrumentos de medición para postura de mano y antebrazo.**

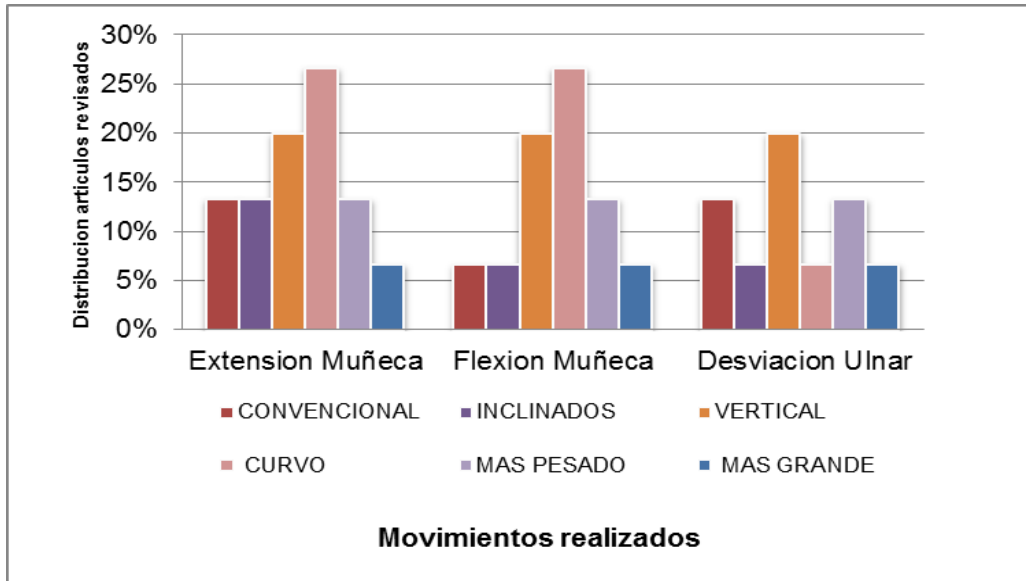


Fuente: las autoras

#### **5.1.5. Movimientos generados con el uso de diferente tipo de mouse.**

De los 15 estudios que evaluaron los movimiento producidos con el uso del mouse convencional (horizontal), se encontró que 5 (33%) concluyeron que este dispositivo genera menos arcos de movimientos en la mano en general (menor flexión y extensión de muñeca, menor desviación radial y ulnar), en contraste con este dato, los otros 5 (33%) generó más arcos de movimientos de este mismo grupo de la mano. Dos (13%) indicaron que genera sólo mayor extensión de muñeca, 2 (13%) que produce sólo aumento de la desviación ulnar y 1 artículo (7%) dice que trae con su uso mayor flexión de esta articulación. Mientras que el uso del mouse inclinado, el mouse vertical y el mouse curvo, arrojaron mejores resultados, indicando que con estos dispositivos se generan menor arco de movimientos de la muñeca con un 60% (3 artículos), un 50% (2 artículos) y 50% (2 artículos) respectivamente, para el mouse más grande el resultado es que implica menor arco de movimientos en general. Ver grafica 5

**Gráfica 5.. Movimientos generados con los diferentes tipos de mouse**



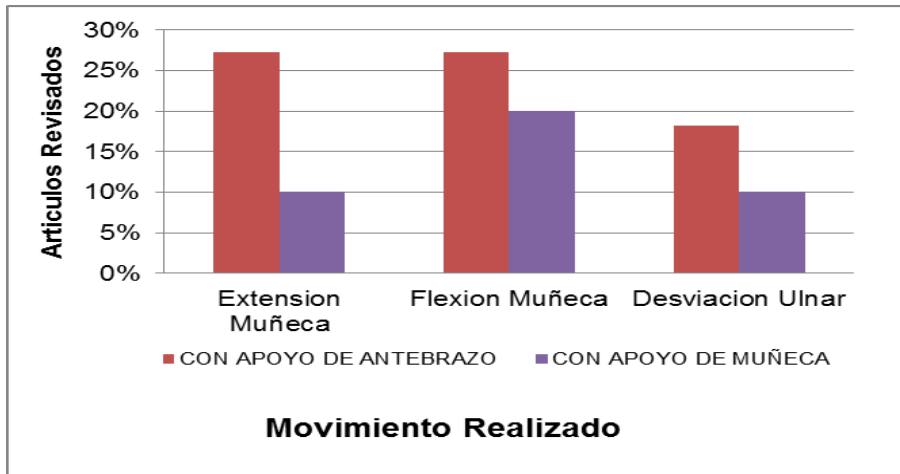
Fuente: Las autoras

### **5.1.6. Movimientos articulares generados con el apoyo del antebrazo y de la muñeca**

En los artículos que tuvieron en cuenta el apoyo de la extremidad superior, se encontró que 6 de ellos (67%) indican que el apoyo del antebrazo permite mayor arco de movimientos hacia la flexión, la extensión, y las desviaciones, mientras que con el apoyo de la muñeca en 2 artículos (40%) informaron que esta forma de apoyo permite menor arco de movimiento siendo más beneficioso. Ver grafica 6



**Gráfica 6. Movimientos generados con el apoyo del antebrazo y de la muñeca**

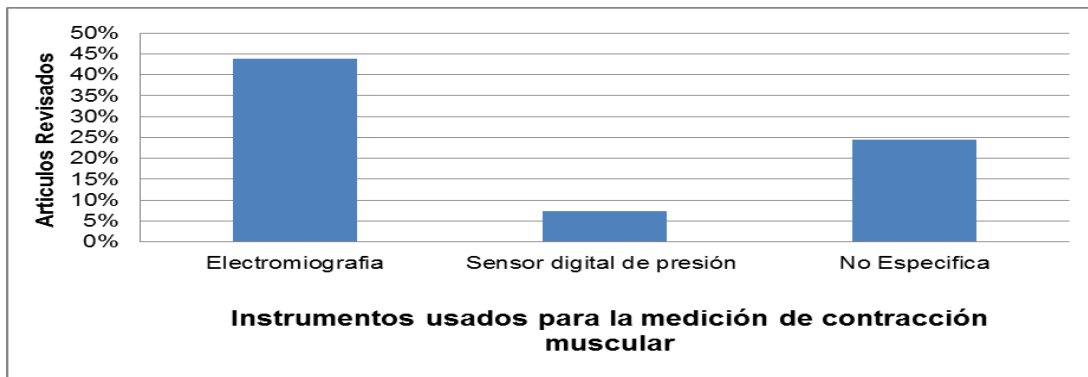


Fuente: Las autoras

**5.1.7. Instrumentos usados para la medición de contracción muscular generada durante el uso de cada mouse.**

En los 31 artículos que evaluaron la contracción muscular, se encuentra que 18 de ellos (44%) lo hicieron con electromiografía, seguido por 3 artículos (7%) que utilizaron el sensor digital de presión para medir la fuerza ejercida para accionar los botones del mouse, 10 artículos (24%) no especificaron que instrumento usaron y en 10 artículos no evaluaron contracción muscular.

**Gráfica 7. Instrumentos usados para la medición de contracción muscular generada durante el uso de cada mouse.**

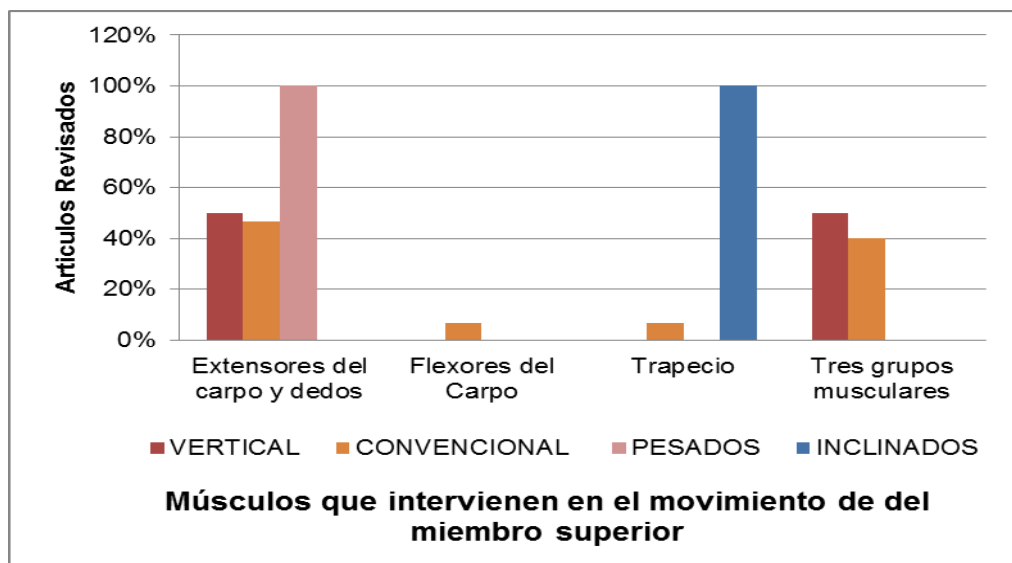


Fuente: las autoras

### 5.1.8. Músculos que intervienen en el movimiento del miembro superior de acuerdo al tipo de mouse.

De los 18 estudios que evaluaron la activación muscular con el mouse convencional, 7 de ellos (47%) encontraron que con el mouse convencional se utilizan (se activan) más los músculos extensores del carpo y los dedos y 6 de ellos (40%) dicen que conlleva a una mayor activación muscular de los 3 grupos musculares (flexores y extensores del carpo y de los dedos y trapecio). Sólo 3 artículos encontraron que el uso de este tipo de mouse disminuye la activación y el uso muscular en general. En cuanto al mouse vertical, el dato más relevante sugiere que hay menor activación de los extensores del carpo y los dedos, mayor activación de los flexores del carpo y los dedos con el 50% (3 artículos), hay menor activación del trapecio de forma aislada en 1 artículo (17%), Ver grafica 8

**Gráfica 8. Músculos que intervienen en el movimiento del miembro superior de acuerdo al tipo de mouse.**

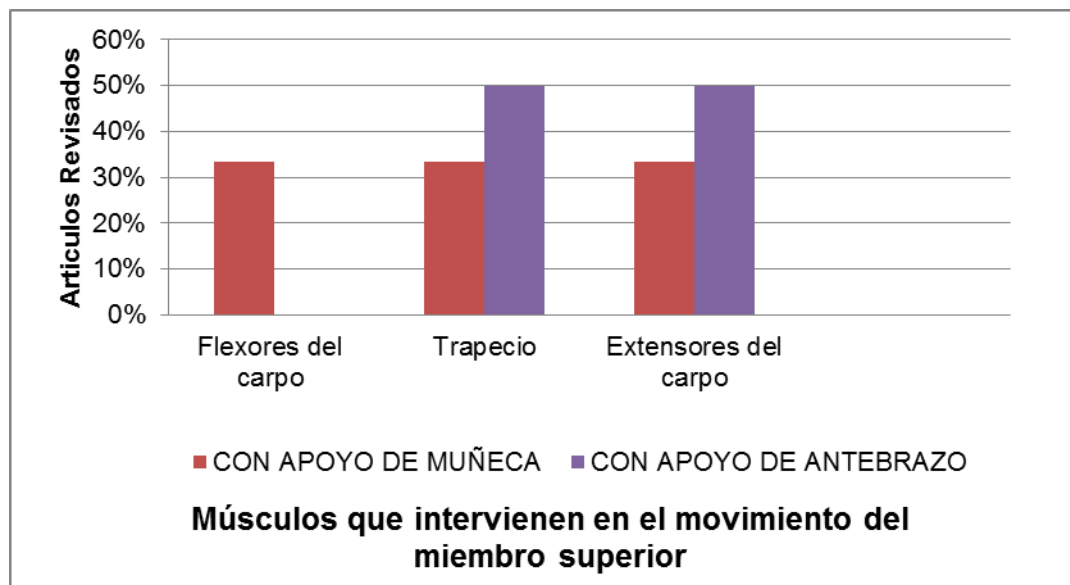


Fuente: las autoras

### 5.1.9 Músculos que intervienen en el movimiento del miembro superior de acuerdo con el tipo de apoyo

En cuanto al apoyo de la extremidad superior, se encontró que en 2 artículos (29%) con el apoyo de la muñeca se usaban más los músculos flexores del carpo y los dedos, pero en contraste otros 2 artículos encontraron que con este tipo de apoyo se activan en menor proporción los 3 grupos musculares (flexores y extensores del carpo y los dedos, trapecio). En cuanto al apoyo del antebrazo, el dato más relevante fue en 6 artículos (75%) que indican que este tipo de apoyo disminuye la activación o el uso de los 3 grupos musculares. ver grafica 9

**Gráfica 9. Músculos que intervienen en el movimiento del miembro superior de acuerdo con el tipo de apoyo**



Fuente: las autoras

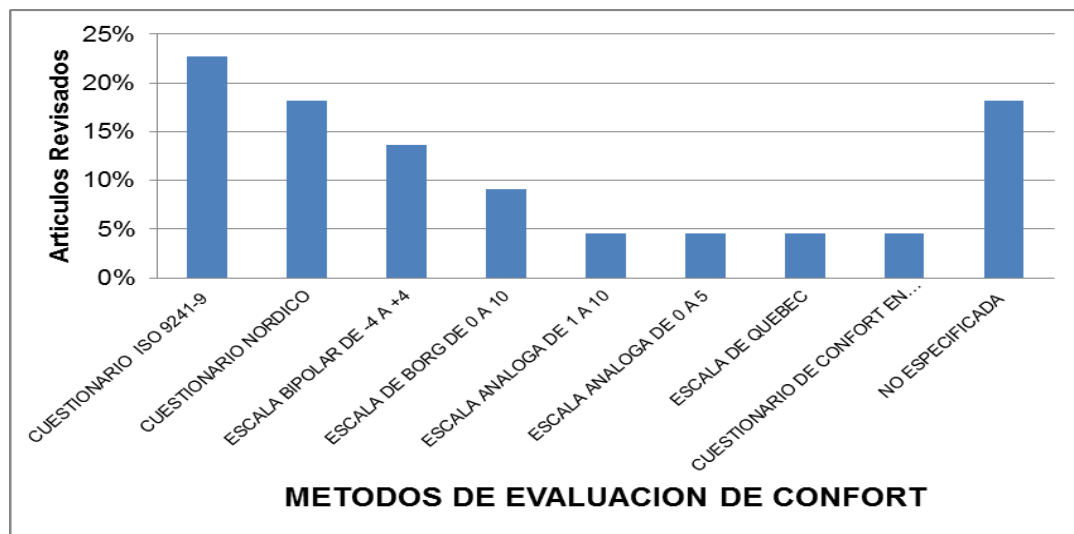
## 5.2 Percepción de Confort durante el uso de los diferentes tipos de mouse.

Para describir la percepción de Confort durante el uso de los diferentes tipos de mouse se usaron diversos métodos de evaluación cualitativos y cuantitativos. Después se reportó el nivel de confort referido por lo participantes comparando 2 o más dispositivos.

### 5.2.1 Métodos/instrumentos para la evaluación del confort.

De los 22 artículos que evaluaron confort, el 23% que corresponden a 5 artículos, usaron el cuestionario ISO 9241-9. Seguido por el cuestionario nórdico con el 18% y otro 18% de las evaluaciones no especificaron el instrumento con el cual calificaron confort. Ver grafica 10

**Gráfica 10. Métodos/instrumentos para la evaluación del confort.**

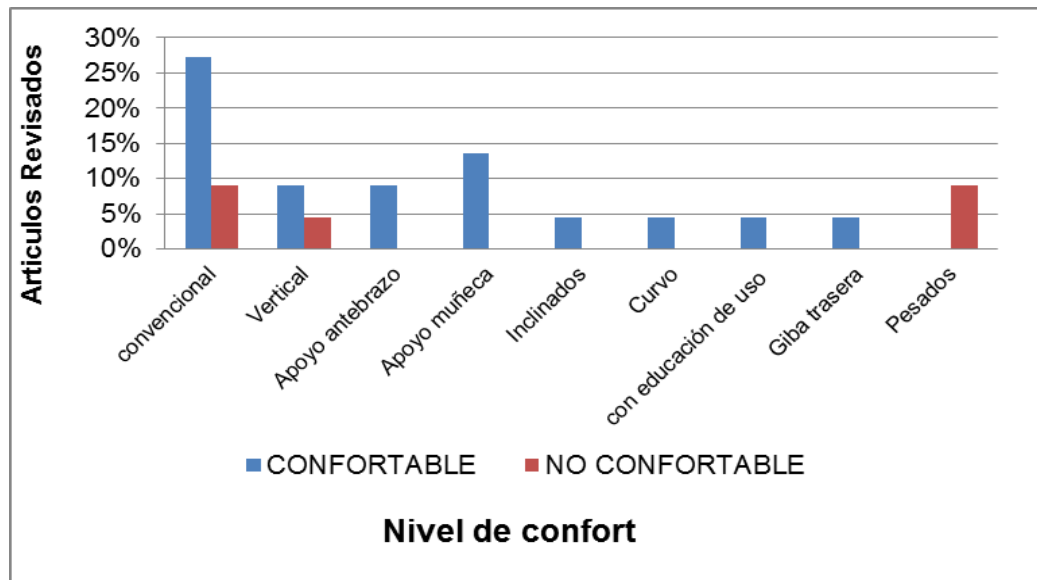


Fuente: las autoras

### 5.2.2 Nivel de confort de acuerdo al tipo de mouse

En los artículos que evaluaron el nivel de confort, el 27% (6 artículos) concluyeron que el mouse convencional es más confortable, dos de los artículos (9%) lo clasificaron como el menos confortable. El 14% de las investigaciones encontraron que el trabajo con mouse teniendo apoyo en la muñeca es confortable y que el mouse vertical es confortable sólo en 2 artículos (9%). Ver grafica 11

**Gráfica 11. Nivel de confort de acuerdo al tipo de mouse**



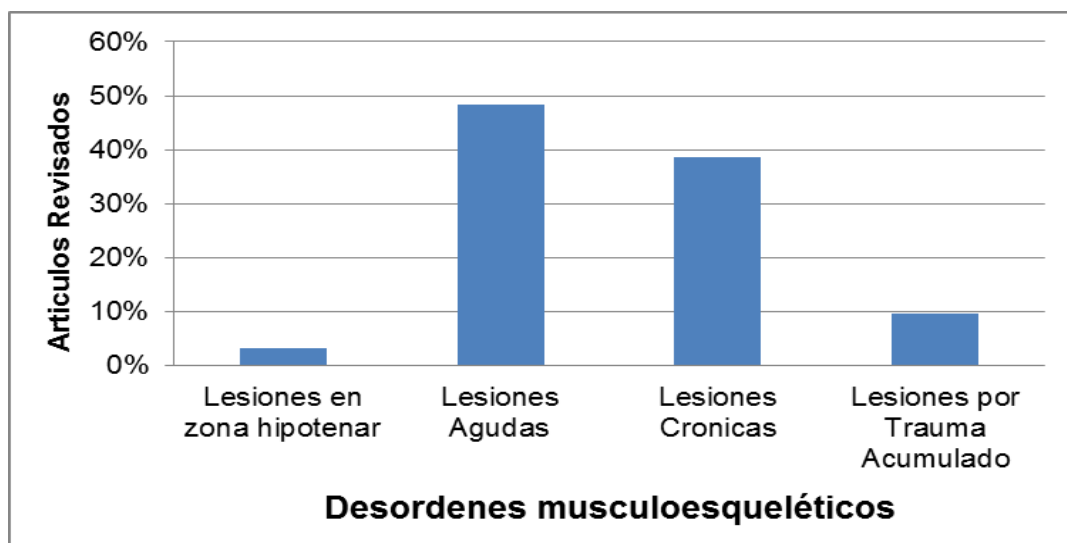
Fuente: las autoras

### 5.3 Desordenes musculoesqueléticos asociados al uso de diferentes tipos de mouse.

#### 5.3.1 Distribución de frecuencia de los DME

En los artículos que describen los desórdenes musculoesqueléticos asociados al uso del mouse, se encontró que los DME más reportados fueron las lesiones agudas como la tendinitis de miembro superior y la cervicalgia en el 51% (21 artículos), seguido de epicondilitis, tenosinovitis y túnel carpiano en el 39% (16 artículos) Ver grafica 12

**Gráfica 12. Distribución de frecuencia de los DME**



Fuente: las autoras

## 6. DISCUSIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Después de la recopilación y sistematización detallada de los artículos consultados para esta revisión, encontramos que han utilizado una variedad amplia de mouse para ser estudiados y comparados entre sí, en total 8 mouse de diseños diferentes aparecen en los artículos consultados, siendo el mouse convencional u horizontal en más utilizado de todos, como quedó documentado en la gráfica 1, utilizando principalmente como instrumentos de medición el electrogoniómetro, la EMG, y el cuestionario recomendado por la ISO 9241-9, ver gráficas 4, 7 y 10.

Respondiendo al primer objetivo de esta revisión, encontramos que la posición y el peso del mouse (47), así como también el apoyo en la muñeca o en el antebrazo, genera cambios biomecánicos en el miembro superior derecho (29,46, 61). Por ejemplo, el mouse inclinado (ergonómico) y el vertical, generan limitación en los movimientos de desviación tanto ulnar como radial por su forma y estructura, llevando la extremidad a posiciones más ergonómicas y más cercanas a los ángulos de confort, esto sustentado por el 60% de los resultados de los artículos para el mouse inclinado y 50% para el mouse vertical, pero permite mayor libertad de movimiento hacia la extensión de la muñeca durante su desplazamiento con el 20% y 25% respectivamente y produce aumento de la presión en la zona hipotenar. Contrastando con esta información, de los artículos que evaluaron la actividad eléctrica muscular durante el uso del mouse vertical, concluyen que con este dispositivo hay un menor uso de los músculos extensores. (26,33), lo cual podría ser explicado como una menor actividad muscular a pesar de mayor movimiento por la facilidad de desplazar el dispositivo, pues es liviano, ligero y da buen soporte a la mano.

De los artículos que evaluaron el mouse convencional, el 33% arrojan resultados donde se evidencia que existe disminución en todos los movimientos de la mano y la muñeca durante su uso, pero contrasta con el otro 33% que manifiestan lo contrario y señalan que con este dispositivo se realiza mayor angulación para todos los movimientos (ver gráfica 5). Esta contrariedad puede deberse a las variaciones de género, a que cada individuo es único, con antropometría diversa, han adquirido posiciones viciosas a lo largo de su actividad laboral o usan el mouse de diferente manera, lo que conlleva a variaciones amplias en las mediciones.

Por otro lado, encontramos que el mouse entre más pesado genera menores grados de movilidad en la mano y el antebrazo (47), creemos que es posiblemente debido a que el peso limita esta libertad de movimiento lo cual sería aparentemente beneficioso, pero siendo este tipo de mouse más difícil de desplazar sobre la superficie, se traduce en mayor activación muscular, aumento de la fuerza ejercida para su uso, aparición de fatiga, cansancio y discomfort para el trabajador.

Paradójicamente, en busca de dar respuesta al segundo objetivo de esta revisión, la mayoría de los estudios arrojan resultados en los que los participantes manifiestan mayor confort con los mouse convencional que con las nuevas opciones de mouse de tipo ergonómico, dicho en 6 artículos (27%) de 22 revisados que compararon ambos mouse, ver gráfica 11. Pensamos que aunque los nuevos modelos de mouse ergonómicos, evidencian mejoría en las posturas, parece no ser suficiente para ser elegidos para el trabajo diario y son considerados poco confortables, posiblemente debido a la costumbre y familiaridad de los trabajadores con el mouse convencional, pero se plantea que el uso a largo plazo de los mouse ergonómicos, puede cambiar la percepción de los sujetos con la adaptación a su uso con el tiempo. De aquí la importancia de realizar estudios con poblaciones más grandes, con mayor disponibilidad de tiempo tanto para realizar la tarea que será evaluada como para que el usuario logre adaptarse a las nuevas tendencias y pueda dar una calificación de percepción de confort más objetiva, pues la mayoría de los artículos refieren haberle permitido a sus participantes utilizar el nuevo mouse por periodos de tiempo cortos (una o media jornada laboral). Otro punto importante es que la mayoría de las evaluaciones excluyen a los trabajadores de dominancia izquierda, por lo que no es posible generalizar las conclusiones pues podríamos encontrar otros resultados ya sea con mouse adaptados para este tipo de trabajadores o utilizando los mismos diseños que usan los diestros.

Durante la revisión de los artículos se observa que algunos realizaron nuevos prototipos de mouse cambiando sus características en peso para limitar los movimientos, grados de angulación en el dorso para minimizar la extensión de muñeca y relajar las estructuras de los dedos, o la inclinación lateral para reducir la desviación ulnar, todos ellos buscando que el miembro superior y principalmente la mano y el antebrazo, permanezcan dentro de los ángulos de confort y así minimizar fatiga y posibles patologías a largo plazo, sin embargo al



momento de evaluar confort los participantes sentían más confortable el mouse convencional u horizontal (23).

También se pudo observar una tendencia de los participantes a sentir mayor comodidad en el uso de estos dispositivos, cuando tenían apoyo en la muñeca, lo cual se podría explicar por la disminución que genera en la extensión de la mano, a la menor activación muscular que requiere (los movimientos se producen desde la muñeca mientras que con el apoyo del antebrazo se producen con toda la extremidad), causando incluso abducción y rotaciones del hombro para movilizar el dispositivo, forzando mas estructuras para realizar el mismo trabajo con la consecuente aparición de dolor o molestias en hombro y cervicalgia.

De los 22 artículos que evaluaron confort, el 23% que corresponden a 5 artículos, usaron el cuestionario ISO 9241-9. Seguido por el cuestionario nórdico con el 18% y otro 18% de las evaluaciones no especificaron el instrumento con el cual calificaron confort, lo que dificulta conocer la validez de la información. Ver gráfica 10. (22,62)

En cuanto a posibles DME, que fue planteado como el tercer objetivo de esta revisión, evidenciamos que el uso de diferentes diseños de mouse puede afectar de forma positiva o negativa las estructuras óseas y los músculos implicados en esta tarea y de ahí derivarse alteraciones musculoesqueléticas que producen dolor y disminución de la funcionalidad del trabajador, lo que conlleva a menor productividad, aumenta la incapacidad laboral y por ende se afecta la economía de las empresas. Las patologías agudas como la tendinitis de cualquier parte del miembro superior y la cervicalgia en el 51% (21 artículos), seguido de epicóndilitis, tenosinovitis y túnel carpiano en el 39% (16 artículos), encontrándose en menor proporción la aparición de calcificaciones en el pisiforme por aumento de la presión en la zona hipotenar, evidenciado en 1 de los artículos (28), lo que corresponde al 2% de los estudios que evaluaron este tipo de alteraciones, ver grafica 12. También sugieren en el 7% de las investigaciones, que las patologías agudas pueden crónificarse y pasar a considerarse lesiones por trauma acumulativo teniendo en cuenta que al realizar las tareas de oficina no solo se usa el mouse hay otros equipos de oficina como el teclado las características físicas del mobiliario, sin olvidar las exigencias laborales de cada puesto. (30, 62,54)

También pudimos observar que las tareas de precisión o que implican mayores exigencias motrices, con tiempo medido (contra reloj), tienden a aumentar la actividad eléctrica muscular, disminuyen la concentración de oxígeno a nivel muscular, dan sensación de estrés, produciendo fatiga en músculos de mano, antebrazo y cuello, razón por la cual la dosificación y organización del trabajo, las pausas activas y la correcta ubicación y adaptación del puesto de trabajo, toman gran importancia al momento de evitar DME debidos a sobre esfuerzo o sobre uso.(62). El trabajo acumulado, las jornadas extensas o el estrés que se maneja en las oficinas es un detonante para la fatiga muscular y psicológica, a medida que los músculos utilizados en la realización del trabajo se fatiguen o se sobre esfuerce y no tengan tiempo de recuperación y un tratamiento adecuado, permiten posturas y movimientos que desalinean los ejes corporales, causando a largo plazo alteraciones en la estructuras, que se traduce en mal formaciones, dolor, inflamación y limitación funcional.

La pausa activa favorece de mejor forma la recuperación muscular, la oxigenación de los tejidos y la disminución de la fatiga comparada con la pausa de tipo pasiva (40), pero esta pausa se debe hacer enfocada al grupo muscular afectado de aquí la importancia de que los empleados de oficina realicen la pausa activa durante cada jornada laboral, debe ser una política de la empresa y no solo una opción para el trabajador.

## 7. CONCLUSIONES

Según los resultados encontrados, podemos concluir que:

1. El mouse inclinado hacia de derecha y el mouse vertical, ofrecen posiciones de la extremidad superior biomecánicamente más adecuadas pero por el desconocimiento de los individuos sobre su buen uso y la poca familiaridad con este, lo perciben poco confortable.
2. El mouse convencional y horizontal, al producir pronación del antebrazo insista a la abducción del hombro lo que podría generar molestias en el hombro y el cuello, pero al ser el diseño de mouse más utilizado por los trabajadores de oficina, ha creado un hábito que es percibido como confortable o cómodo por los participantes.
3. Los otros tipos de mouse evaluados no arrojaron datos relevantes sobre nuestros temas de investigación, o no fueron muy concluyentes.
4. La electromiografía para la toma de datos de activación muscular con cada mouse, el electrogoniómetro para medir ángulos y posturas y el cuestionario ISO 9241-9 para cuantificar confort, fueron los instrumentos de medición más utilizados en las investigaciones.
5. La activación o el uso muscular depende en gran proporción de la libertad de movimientos que ofrece cada tipo de mouse.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Si bien es importante la comodidad a la hora de trabajar, lo es aún más la ergonomía de las herramientas utilizadas, y si tenemos en cuenta que el confort es una percepción, algo subjetivo y tal vez aprendido, existe la posibilidad de adaptación a nuevos tipos de mouse diseñados pensando en la mejoría de la biomecánica articular como el mouse vertical o el inclinado, con la posibilidad de hacer cambios graduales que a largo plazo van a beneficiar el bienestar, la integridad y la salud del trabajador.
2. Estudios donde se incluyan trabajadores de dominancia izquierda.
3. Para futuras investigaciones, se recomienda utilizar cuestionarios, encuestas o instrumentos de medición validadas pues hará que los resultados sean más confiables. También sería pertinente la evaluación de la biomecánica y la utilización/activación muscular durante el uso del mouse de manera conjunta y no aisladas o en estudios separados como fue el caso de varios artículos revisados, pues dará mayores argumentos para afirmar que diseño de mouse es el más benéfico en términos generales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. COOK C ET AL. The effect of wrist rests and forearm support during keyboard and mouse use International Journal of Industrial Ergonomics 33 (2004) 463–472
2. PIEDRAHITA H. Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes musculoesqueléticos. MAPFRE Medicina 2004; 15 (3): 212-221
3. RESOLUCIÓN 295/2003. Especificaciones técnicas de ergonomía. Ministerio de trabajo. Empleo y seguridad social argentina
4. SATIZÁBALJINETH PILAR. Revista Cubana de Salud y Trabajo 2011; 12(3):61-3. Un enfoque holístico en la prevención de los desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con el trabajo. A holistic concerted approach in the prevention of work-related musculoskeletal disorders
5. ARISTIZABAL GÓMEZ JUAN CARLOS. La Enfermedad Laboral en Colombia. Fasecolda, 2013.
6. PRÓ EDUARDO. Tercera Cátedra de Anatomía. Universidad de Buenos Aires. Departamento de Anatomía. 2012
7. VALERO CABELLO ESPERANZA. Antropometría. Instituto Nacional del Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ministerio del Trabajo y de Inmigración
8. A.C. MORAPUIG, R. NAVARRO y cols. Biomecánica de la muñeca. V JORNADAS CANARIAS DE TRAUMATOLOGIA y CIRUGIA ORTOPEDICA. Servicio de Traumatología .Y C. Ortopédica. jefe de servicio: Dr. R. Navarro Garcia. Hospital Insular. Las Palmas de Gran Canaria
9. DELGADO ALBERTO. Anatomía Humana. Editorial Norma Pág. 262-269
10. SLATER, K. 1985, Human comfort (Springfield, IL: Thomas).
11. RICHARDS, L. G. 1980, on the psychology of passenger comfort, in: D. J. Osborne and J. A Levis (eds), Human Factors in Transport Research (London: Academic Press) (Vol. 2), 15 – 23.

12. DE LOOZE, MICHIEL P. , KUIJT-EVERS, LOTTIE F. M. AND VAN DIEËN, JAAP Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, 46 (2003): 10, 985 — 997
13. OROZCO RENE ALEJANDRO. Criterios para la evaluación de un programa para la prevención de los desórdenes músculoesqueléticos en entornos laborales Universidad Nacional de Colombia. 2014
14. CHAVEZ PÉREZ JOSÉ VÍCTOR. Monografía para obtener el título de licenciado en sistemas computacionales. Universidad Autónoma del Estado del Hidalgo. Noviembre 2007
15. KUMAR S. Theories of musculoskeletal injury causation. *Ergonomics*. 2001;44(1):17-47.
16. ATKINSON PAUL The Best Laid Plans of Mice and Men: The Computer Mouse in the History of Computing Design Issues: Volume 23, Number 3 Summer 2007
17. SCHMID Y COLS. A vertical mouse and ergonomic mouse pads alter wrist position but do not reduce carpal tunnel pressure in patients with carpal tunnel Syndrome. *Applied Ergonomics* 47 (2015) 151e156
18. HEDGEALAN Y COLABORADORES. Estudio Comparativo en dos Diseños de Mouse Para Computador. Julio, 1999. Department of Design and Environmental Analysis Cornell University
19. RYU SAM YOUNG. Evaluación de la Usabilidad del mouse sin contacto basado en sensor infra-rojo de proximidad. *Journal of Usability Studies* Vol. 7. Issue 1. November 2011
20. WORKINEH SISAY A., YAMAURA HIROSHI. Effects of multiple working positions on user comfort: A study on multi-position ergonomic computer workstation. Department of Mechanical and Control Engineering, Tokyo Institute of Technology, Ookayama 2-12-1, Meguro-ku, Tokyo, 158-8552 Japan
21. ATKINSON PAUL The Best Laid Plans of Mice and Men: The Computer Mouse in the History of Computing 2007 Massachusetts Institute of Technology Volume 23, Number 3 Summer 2007

22. CHEN H-M, LEUNG C-T The effect on forearm and shoulder muscle activity in using different slanted computer mice. *Clinical Biomechanics*. Jun2007, Vol. 22 Issue 5, p518-523.
23. GUSTAFSSON, E., HAGBERG, M.,. Computer mouse use in two different hand positions: exposure, comfort, exertion and productivity. *Applied Ergonomics* 34, (2003)107–113..
24. HAYA N, ANWAR M. Y COLS. Rapid product development: a case study of ergonomically designed mouse *Pakistan Journal of Science* Vol. 63 No. 2 June, 2011
25. SILLANPÄÄ Y COLS. Muscular activity in relation to support of the upper extremity in work with a computer mouse. *international journal of human-computer interaction*, 15(3), 391–406
26. JENSEN, C., BORG, M.A., FINSEN, L., HANSEN, K., JUUL-KRISTENSEN, B., & CHRISTENSEN, H Job demands, muscle activity and musculoskeletal symptoms in relation to work with the computer mouse. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 24,(1998).418–424.
27. ZHANG, L., HELANDER, M. G. and DRURY, C. G. 1996, Identifying factors of comfort and discomfort in sitting, *Human Factors*, 38, 377 – 389.
28. ANDERSEN J H, HARHOFF M, GRIMSTRUP S Y COLS Computer mouse use predicts acute pain but not prolonged or chronic pain in the neck and shoulder. *Occup Environ Med* 2008;65:126–131
29. KARLQVIST, L. K., BERNMARK, E., Y COLS. Computer mouse position as a determinant of posture, muscular load and perceived exertion. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 24, (1998)62–73.
30. BAMAC B, COLAK S Y COLS. influence of the long term use of a computer on median, ulnar and radial sensory nerves in the wrist region. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2014;27(6):1026 – 1035
31. LIU, C.-H., & FAN, S.-C. Ergonomic design of a computer mouse for clients with wrist splints. *American Journal of Occupational Therapy*,(2014). 68, 317–324.

32. KEIR P J, BACH J M, REMPEL D. Effects of computer mouse design and task on carpal tunnel pressure ERGONOMICS, 1999, VOL. 42, NO. 10, 1350 ± 1360
33. KARLQVIST LK, BERNMARK E, EKENVALL L, HAGBERG M, ISAKSSON A, ROSTÖT. Computer mouse position as a determinant of posture, muscular load and perceived exertion. Scand J Work Environ Health 1998;24(1):62-73.
34. BIRCH L, GRAVEN- NIELSEN T, and COLS experimental muscle pain modulates muscle activity and work performance differently during high and low precision use of a computer mouse. Eur J Appl Physiol (2000) 83: 492-498
35. MEIJER E M, SLUITER J K, FRINGS-DRESEN M H W. Effectiveness of a feedback signal in a computer mouse on upper extremity musculoskeletal symptoms: a randomized controlled trial with an 8-month follow-up. Occup Environ Med 2009; 66: 305–311.
36. HEIDEN M. LYSKOV E. DJUPSJO" BACKA M Y COLS .Effects of time pressure and precision demands during computer mouse work on muscle oxygenation and position sense. Eur J Appl Physiol (2005) 94: 97–106
37. CRENSHAW A.G., DJUPSJOBACKA M, SVEDMARK A. Oxygenation, EMG and position sense during computer mouse work. Impact of active versus passive pauses. Eur J Appl Physiol (2006) 97: 59–67
38. KANG J W, KUM D H, YOON J R Y COLS, Contact Pressure in the Wrist during Computer Mouse Work. Department of Orthopedic Surgery, Korea University Ansan Hospital Orthopedics. OCTOBER (2012) Vol. 35 • Number 10
39. CHEN H-M, LEE C-S, CHENG C-H, The weight of computer mouse affects the wrist motion and forearm muscle activity during fast operation speed task. Eur J ApplPhysiol (2012) 112:2205–2212
40. WAHLSTROM J, SVENSSON JOAKIM, JOHNSON PETER W, HAGBERG MATS, Computer mouse work - differences between work methods and gender. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society .Annual Meeting; 2000; 1, ProQuest pg. 632
41. ARVIDSSON I, AXMON A, SKERFVING S. Follow-up study of musculoskeletal disorders 20 months after the introduction of a mouse-based computer system Scandinavian Journal of Work, Environment & Health; Oct 2008; 34, 5;374-380



42. COOK C, BURGESS-LIMERICK R, CHANG S. The prevalence of neck and upper extremity musculoskeletal symptoms in computer mouse users. *International Journal of Industrial Ergonomics* 26 (2000) 347-356
43. WORKINEH SA, YAMAURA H. Multi-position ergonomic computer workstation design to increase comfort of computer work. *International Journal of Industrial Ergonomics* 53 (2016) 1-9
44. LIN M YC, YOUNG JG, DENNERLEIN JT. Evaluating the Effect of Four Different Pointing Device Designs on Upper Extremity Posture and Muscle Activity during Mousing Tasks. *ApplErgon.* 2015 Mar;47:259 - 64.
45. LEE D, FLEISHER J, MCLOONE H, Y COLS. Alternative Computer Mouse Design and Testing to Reduce Finger Extensor Muscle Activity during Mouse Use. *HUMAN FACTORS*, Vol. 49. No.4. August 2007, p, 573-584
46. HOUWINK A, OUDE HENGEL KM, ODELL D, DENNERLEIN JT. Providing Training Enhances the Biomechanical Improvements of an Alternative Computer Mouse Design. *HUMAN FACTORS*, Vol. 51, No. 1. February 2009, pp. 46-55.
47. MUJICA F, SZNELWAR LI. Development of a Method Based on Ergonomics Activity Analysis in Order to Enhance Knowledge and Skills in Product Design Comfort. Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE 2014, Kraków, Poland 19-23 July 2014
48. DE LOOZE, MICHIEL P. , KUIJT-EVERS, LOTTIE F. M. AND VAN DIEËN, JAAP(2003) Sitting comfort and discomfort and the relationships with objective measures, *Ergonomics*, (2003) 46: 10, 985 — 997
49. AHMED-KRISTENSEN S, STAVRAKOS S, Definition of comfort in design and key aspects- A literature review. NordDesign August 22 – 24, 2012 Aalborg, Denmark
50. SAKO S, SUGIURA H, TANOUE H Y COLS. The position of a standard optical computer mouse affects cardiorespiratory responses during the operation of a computer under time constraints. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 2014;27(4):547 – 559
51. THOMSEN JF, GERR F AND ATROSHI I. Carpal tunnel syndrome and the use of computer mouse and keyboard: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2008, 9:134

52. HAYAT N, ANWAR MY, AJMAL M, Y COL. Rapid product development: a case study of ergonomically designed mouse. Pakistan journal of science vol. 63 no. 2 june, 2011
53. JORGENSEN A H ET AL. Using mouse and keyboard under time pressure: preference, strategies and learning. Behaviour & information technology, 2002, vol. 21, no. 5, 317- 319
54. AARÅS ET AL. Can a More Neutral Position of the Forearm When Operating a Computer Mouse Reduce the Pain Level for Visual Display Unit Operators? A Prospective Epidemiological Intervention Study. International journal of human-computer interaction, 13(1), 13–40
55. TAKASHI Y, SEO JH, JETT N ET AL. Gender Differences in Mouse and Cursor Movements, International Journal of Human-Computer Interaction, (2015) 31:12, 911-921
56. VINCZE M-A, GRIF H-S. Hand gestures mouse cursor control Scientific Bulletin of the „PetruMaior” University of TîrguMureş Vol. 11 (XXVIII) no. 1, 2014
57. CABEÇAS J M. The Friction Force Mouse-Pad and the Forearm Muscles Efforts. The Ergonomics Open Journal, 2010, 3, 1-13
58. CHITTARO, L., SIONI, R. An electromyographic study of a laser pointer style device vs. mouse and keyboard in an object arrangement task on a large screen, International Journal of Human Computer Studies, Vol. 70, no. 3, pp. 234 - 255.
59. WORN C E. Uso de Pantallas de Computador y Ergonomía Revista Chilena de *Epilepsia*. Año 7, Nº 1, Junio de 2006
60. EKMAN A ET AL.: Gender differences in musculoskeletal health of computer users Occup. Med. Vol. 50, No. 8, pp. 608-613, 2000
61. DEHGHAN N, CHOUBINEH A, RAZEGHI M, HASANZADEH J, IRANDOOST M2, EBRAHIMI S Assessment of functional parameters and comfort of a new computer mouse as compared with other types of input devices. Int J Occup Saf Ergon. 2015;21(4):493-7
62. IBARRA LÚZAR JI, PÉREZ ZORRILLA E, FERNÁNDEZ GARCÍA C. Clinical Electromyography Revista rehabilitación Vol. 39. Núm. 6. Noviembre 2005

## ANEXOS

### ANEXO 1. Matriz de recopilación bibliográfica

Nº	TITULO/AUTORES	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS	DISCUSIÓN	CONCLUSIÓN

Fuente: las autoras

**ANEXO 2. Matriz de clasificación/conteo**

<b>Nº DEL ARTÍCULO</b>			
<b>TIPO DE MOUSE</b>			
<b>BIOMECÁNICA</b>			
<b>CONFORT</b>			
<b>DME</b>			

Fuente: las autoras