

PRINCIPIOS TEÓRICO-PRÁCTICOS DE ERGONOMÍA PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS, PUESTOS DE TRABAJO Y MÁQUINAS



YOLANDA TORRES PÉREZ

PRINCIPIOS TEÓRICO-PRÁCTICOS DE ERGONOMÍA PARA EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS, PUESTOS DE TRABAJO Y MÁQUINAS



Yolanda Torres Pérez

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
2021

Principios Teórico-Prácticos de Ergonomía para el Diseño y Evaluación de Herramientas, Puestos de Trabajo y Máquinas /

Theoretical-Practical Principles of Ergonomics for the Design and Evaluation of Tools, Workstations and Machines /

Torres-Pérez, Yolanda. Tunja: Editorial UPTC, 2021. 366 p.

ISBN impreso: 978-958-660-596-0

ISBN Digital: 978-958-660-597-7

1. Antropometría. 2. Biomecánica. 3. Diseño Ergonómico. 4. Evaluación Riesgos Ergonómicos. 5. Posturas Ergonómicas.

6. Puesto de Trabajo.

(Dewey 620.82 /21) (Thema TBC - Ingeniería: generalidades)



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



Vicerrectoría
de Investigación y Estimación



Dirección de
Investigaciones



EDITORIAL

Primera Edición, 2021

50 ejemplares (impresos)

Principios Teórico-Prácticos de Ergonomía para el Diseño y Evaluación de Herramientas, Puestos de Trabajo y Máquinas

Theoretical-Practical Principles of Ergonomics for the Design and Evaluation of Tools, Workstations and Machines

ISBN impreso: 978-958-660-596-0

ISBN Digital: 978-958-660-597-7

Colección Académica UPTC N.º 51

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: junio de 2020

Aprobación: octubre de 2021

© Yolanda Torres-Pérez, 2021

© Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2021

Editorial UPTC

Edificio Administrativo – Piso 4

Avenida Central del Norte 39-115,

Tunja, Boyacá

comite.editorial@uptc.edu.co

www.uptc.edu.co

Rector UPTC

Óscar Hernán Ramírez

Comité Editorial

Enrique Vera López, Ph. D.

Zaida Zarely Ojeda Pérez, Ph. D.

Yolima Bolívar Suárez, Mg.

Carlos Mauricio Moreno Téllez, Ph. D.

Manuel Humberto Restrepo Domínguez, Ph. D.

Óscar Pulido Cortés, Ph. D.

Edgar Nelson López López, Mg.

Pilar Jovanna Holguín Tovar, Mg.

Nelsy Rocío González Gutiérrez, Ph. D.

Editora en Jefe:

Lida Esperanza Riscanevo Espitia, Ph. D.

Coordinadora Editorial:

Andrea María Numpaque Acosta, Mg.

Corrección de Estilo

Liliana Muñoz Gómez

Diagramación digital

Andrés A. López Ramírez

andres.lopez@uptc.edu.co

Libro financiado por la Dirección de Investigaciones de la UPTC. Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Libro resultado de procesos académicos con SGI 2854

Citar este libro / Cite this book

Torres-Pérez, Y. (2021). *Principios Teórico-Prácticos de Ergonomía para el Diseño y Evaluación de Herramientas, Puestos de Trabajo y Máquinas*. Editorial UPTC.

<https://doi.org/10.19053/9789586605960>

Resumen

En todo proceso de diseño de cualquier máquina, herramienta, puesto de trabajo, etc., se deben aplicar los principios de la ergonomía, para que se logre una adecuada relación usuario-objeto-entorno, que potencialice las capacidades de cada elemento del sistema.

Este libro consta de 13 capítulos, en los cuales se presenta información de los principios teórico-conceptuales de la ergonomía y la biomecánica aplicados al diseño y evaluación ergonómica de herramientas, máquinas y puestos de trabajo. Aquí, el lector podrá encontrar las variables antropométricas (posiciones, alcances, posturas y superficies de trabajo) que afectan el puesto de trabajo de un individuo, se presentarán diferentes normas y métodos para la evaluación de riesgos ergonómicos, así como las bases para el diseño y evaluación (física y psicosocial) de los puestos de trabajo, de máquinas, de herramientas y de algunos productos ergonómicos.

Por otra parte, se presentan conceptos biomecánicos y ergonómicos, relacionados con la adopción de posturas y movimientos corporales normales, bajo condiciones de carga externa y en condiciones de discapacidad. Además, se consideran los factores psicológicos, socioculturales y ambientales que afectan a un individuo dentro de su puesto de trabajo.

El fin de este trabajo es comprender la importancia de aplicar conocimientos de ergonomía, antropometría, goniometría y biomecánica, en el diseño eficiente de productos, herramientas, equipos, tareas, espacios de trabajo ergonómicos, basándose siempre en las capacidades funcionales de las personas y en las actividades y tareas propias de su puesto de trabajo, para mejorar la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

Se busca que los futuros ingenieros mecánicos, electromecánicos, industriales, diseñadores industriales, arquitectos y otros profesionales, apliquen estos principios y conocimientos en el diseño ergonómico de productos y sistemas productivos teniendo como eje principal de su actividad a la persona y no a los sistemas o las máquinas.

Palabras clave: Antropometría; Biomecánica; Diseño Ergonómico; Evaluación Riesgos Ergonómicos; Posturas Ergonómicas; Puesto de Trabajo.

Abstract

In every design process of any machine, tool, workplace, etc., the principles of ergonomics must be applied, so that an adequate user-object-environment relationship is achieved, which enhances the capabilities of each element of the system.

This book consists of 13 chapters, in which information on the theoretical-conceptual principles of ergonomics and biomechanics applied to the design and ergonomic evaluation of tools, machines and workstations are presented. Here, the reader will be able to find the anthropometric variables (positions, ranges, postures and work surfaces) that affect the job title of an individual, different norms and methods for the evaluation of ergonomic risks will be presented, the bases for the design and evaluation (physical and psychosocial) of workstations, machines, tools and some ergonomic products.

On the other hand, biomechanical and ergonomic concepts are presented, related to the adoption of postures and normal body movements, under conditions of external load and in conditions of disability. In addition, the psychological, sociocultural and environmental factors that affect an individual within their workplace are considered.

The goal of this work is to understand the importance of applying knowledge of ergonomics, anthropometry, goniometry and biomechanics, in the efficient design of products, tools, equipment, tasks, ergonomic workspaces, always based on the functional capacities of people and in the activities and tasks of their job, in order to improve the efficiency, safety and consumer's welfare, users or workers.

It is looking for that future mechanical, electromechanical, industrial engineers, etc., industrial designers, architects and other professionals, apply these principles and knowledge in the ergonomic design of products and production systems, having as the main axis of their activity the person

and not the systems or machines.

Keywords: Anthropometry; Biomechanics; Ergonomic Design; Ergonomic Risk Assessment; Ergonomic Postures; Workstation.

DEDICATORIA



Dedico este libro a Dios, quien hace todo posible, y a mi familia.

Especialmente a mi esposo, Edwin Yesid Gómez Pachón; a mis hijos, Steve Daniel Gómez Torres y Jonathan Samuel Gómez Torres; a mis padres, José Torres Alfonso y Lilia Pérez Naranjo y hermanos Alexander Torres Pérez y Edna Rocío Torres Pérez. A mi angelito en el cielo y todos los que han estado a mi lado apoyándome y colaborándome todo este tiempo.

AGRADECIMIENTOS



Expreso mis sinceros agradecimientos a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron y me brindaron su valiosa colaboración en la concepción, ajuste de imágenes, consulta, lectura, realimentación y revisión de este libro. En especial agradezco al PhD. Armando Ortiz Prado, al PhD. Víctor H. Jacobo Armendáriz, a la M. en I. María de Lourdes Arellano Bolio, a M. A. Mónica de los Cobos Islas, al Ing. Juan Javier Sánchez Guzmán, a Luis Enrique Jacobo Badillo y Pamela Yolotzin Escobar Araiza, pertenecientes al Posgrado de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (México).

Contenido

Prólogo

Capítulo 1. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS EN UNA POBLACIÓN DE ESTUDIO

1.1 ANTROPOMETRÍA ESTÁTICA O ESTRUCTURAL

1.2 ANTROPOMETRÍA DINÁMICA O FUNCIONAL

1.3 ANTROPOMETRÍA NEWTONIANA

Capítulo 2. ANTROPOMETRÍA Y EL PRODUCTO

2.1 PRINCIPIO DEL DISEÑO PARA EL PROMEDIO

2.2 PRINCIPIO DE DISEÑO PARA INDIVIDUOS EXTREMOS

2.3 PRINCIPIO DE DISEÑO PARA UN INTERVALO AJUSTABLE

Capítulo 3. ANTROPOMETRÍA Y EL TRABAJO

Capítulo 4. EVALUACIÓN DE RIESGOS EN POSTURAS FORZADAS Y POR MANIPULACIÓN DE CARGAS

4.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS

4.2 MÉTODO RULA

4.3 MÉTODO NIOSH

Capítulo 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS - MEDIO AMBIENTALES

5.1 LUZ Y CONFORT VISUAL

5.2 RUIDO Y CONFORT SONORO

5.3 CONFORT TÉRMICO

Capítulo 6. DISEÑO Y EVALUACIÓN PSICOSOCIAL DE PUESTOS DE TRABAJO

6.1 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

6.2 MÉTODO LEST

6.3 CARGA MENTAL

6.4 FATIGA MENTAL

6.4.1 Clasificación de la Fatiga Mental

6.4.2 Indicadores de Fatiga Mental

6.5 ESTRÉS LABORAL

6.5.1 Tipos de Estrés

6.5.2 Las fases del distrés

6.5.3 Prevención del Estrés Laboral

6.6 ASPECTOS PSICOSOCIALES

Capítulo 7. DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO EN OFICINAS CON EQUIPOS DE COMPUTO

7.1 TRABAJO CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS (PVD)

7.1.1 Características de los símbolos alfanuméricos representados

7.2 RIESGO ASOCIADOS AL TRABAJO CON COMPUTADORAS

7.3 MOBILIARIO PARA EL PUESTO CON PVD

7.4 REQUISITOS DEL PUESTO DE TRABAJO CON PVD

7.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PANTALLA

7.6 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA DE DATOS

7.6.1 El Teclado

7.7 RIESGOS PARA LA SALUD ASOCIADOS AL TRABAJO CON PVD

7.7.1 Patología visual: la fatiga visual

7.7.2 Alteraciones o Trastornos Musculo-Esqueléticos

7.7.3 Alteraciones mentales o psicosociales

Capítulo 8. EVALUACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO MEDIANTE SOFTWARE ERGOFI/IBV

8.1 ENTORNO

8.2 EQUIPO DE CÓMPUTO

8.3 MOBILIARIO

Capítulo 9. ERGONOMÍA EN EL DISEÑO Y MANEJO DE HERRAMIENTAS

9.1 HERRAMIENTAS DE MANO

9.2 TIPOS DE HERRAMIENTAS

9.3 PRINCIPIOS GENERALES PARA DISEÑAR O SELECCIONAR UNA HERRAMIENTA MANUAL

9.4 CÓMO SELECCIONAR UNA HERRAMIENTA

9.5 PRINCIPIOS SOBRE ASIR

9.7 PATOLOGÍAS Y MICROTRAUMATISMOS REPETITIVOS

Capítulo 10. APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA EN EL REDISEÑO DE MÁQUINAS

10.1 VALORACIÓN FUNCIONAL DE FUERZAS MUSCULARES USADAS PARA LA MANIPULACIÓN DE MÁQUINAS

10.1.1 El Método AFNOR

10.1.2 El Método REFA

Capítulo 11. BIOMECÁNICA Y ERGONOMÍA APLICADA

11.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE BIOMECÁNICA

11.2 TIPOS DE MOVIMIENTOS DE LOS MIEMBROS DEL CUERPO

Capítulo 12. ERGONOMÍA, DISCAPACIDAD Y DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

12.1 DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE DISCAPACIDAD

Capítulo 13. ANÁLISIS DE LA MARCHA HUMANA

13.1 DEFINICIÓN DE CICLO DE MARCHA

13.1.1 Período de Apoyo

13.1.2 Período de Oscilación o Balanceo

13.2 TÉCNICAS DE EVALUACIÓN DE LA MARCHA HUMANA

Referencias

PRÓLOGO



La ergonomía es una herramienta que permite realizar diversos procesos de diseño, la cual ayuda a evaluar de mejor manera la relación existente entre usuario y objeto; así como conocer cómo afecta el diseño de máquinas y dispositivos, las capacidades y limitaciones de los usuarios de estos. Un elemento importante en esta disciplina, es el factor anatómico y fisiológico, en el que se estudia el funcionamiento del cuerpo humano partiendo de estos dos puntos de vista, con la finalidad de estudiar sus capacidades y limitaciones, a su vez, comprende lo referente al movimiento corporal, posturas y movimientos (biomecánica). El factor antropométrico es otro elemento importante, pues, este estudia las dimensiones del cuerpo. Por otra parte, se consideran los factores psicológicos, socioculturales y ambientales asociados al diseño de los productos.

En esta publicación se presentan 13 capítulos, en los cuales se presentan ampliamente principios teóricos y conceptuales relacionados con ergonomía y biomecánica. De la misma manera, se abordan y explican principios relacionados con variables antropométricas, posiciones, alcances y superficies de trabajo, adaptación del puesto de trabajo, evaluación de riesgos posturales, evaluación de riesgos por levantamiento de carga, diseño de puestos de trabajo, diseño de máquinas y de algunos productos ergonómicos.

La finalidad de este trabajo, no se centra en conocer los principios de la ergonomía aplicados al diseño de diversos productos, sino en comprender la importancia de aplicar conocimientos de ergonomía, antropometría, goniometría, estática y biomecánica en el diseño eficiente de productos, tareas, herramientas, espacios, equipos y el entorno en general, basado en las capacidades funcionales y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores.

La filosofía que rige este libro, se basa en proporcionar elementos ergonómicos que permitan diseñar los productos y los espacios de trabajo, para que estos se adapten a las personas y no de forma contraria. El argumento se fundamenta en un razonamiento muy simple: las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos. En definitiva, el problema del diseño de productos, máquinas o la organización de tareas, enfocándose a partir del conocimiento de cuáles son las reacciones, capacidades y habilidades de los usuarios y trabajadores, y concebir los elementos que estos utilizan teniendo en cuenta dichas características.

En síntesis, la obra beneficiará a los futuros ingenieros mecánicos, electromecánicos, industriales, etc., diseñadores industriales, arquitectos, entre otros, ya que les permitirá extender las posibilidades de la ergonomía hacia aspectos orientados al diseño de productos y sistemas productivos teniendo como eje a la persona y no a los sistemas o máquinas.

CAPÍTULO 1

VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS EN UNA POBLACIÓN DE ESTUDIO



Inicialmente, es importante conocer que la palabra ANTROPOMETRÍA proviene del griego *ανθρωπος* = hombres y *μετρον* = medida, medir, cuyo significado es: “medidas del hombre”. Es una técnica que surge en Egipto, 3000 años antes de Cristo (Llaneza Álvarez, 2008). Por otro lado, según el Diccionario de la Real Academia Española, la antropometría es la ciencia que se ocupa de las mediciones comparativas del cuerpo humano, sus diferentes partes y sus proporciones corporales (Sirvent Belando & Garrido Chamorro, 2009). Esta ciencia estudia las medidas del hombre y se refiere a las dimensiones humanas con el propósito de comprender sus cambios físicos y las diferencias existentes entre culturas, razas, sexos, grupos de edad, cohortes, sub-razas, etc.

La antropometría tiene relación estrecha con disciplinas como el diseño industrial, en el que se utiliza para elegir las medidas recomendadas para los productos, recaba información sobre características étnicas y se aplica a restos humanos; en la medicina, se emplea para tener un control de la salud o bien para identificar problemáticas por patologías; en ingeniería, es clave para satisfacer las necesidades de un cierto sector de la población o bien para adaptar diseños; en arquitectura, se usa para optimizar los espacios y por consecuencia dar comodidad; y en ergonomía, por supuesto, es una herramienta fundamental porque es necesario medir y cuantificar a las personas que interactúan con los objetos y su entorno.

Las ideas acerca de la medición del cuerpo humano han tenido un largo desarrollo en la historia. Han sido los artistas, escultores, pintores, diseñadores, quienes han empleado con mayor frecuencia los conceptos de la antropometría. En las pinturas egipcias, el cuerpo humano en pie se

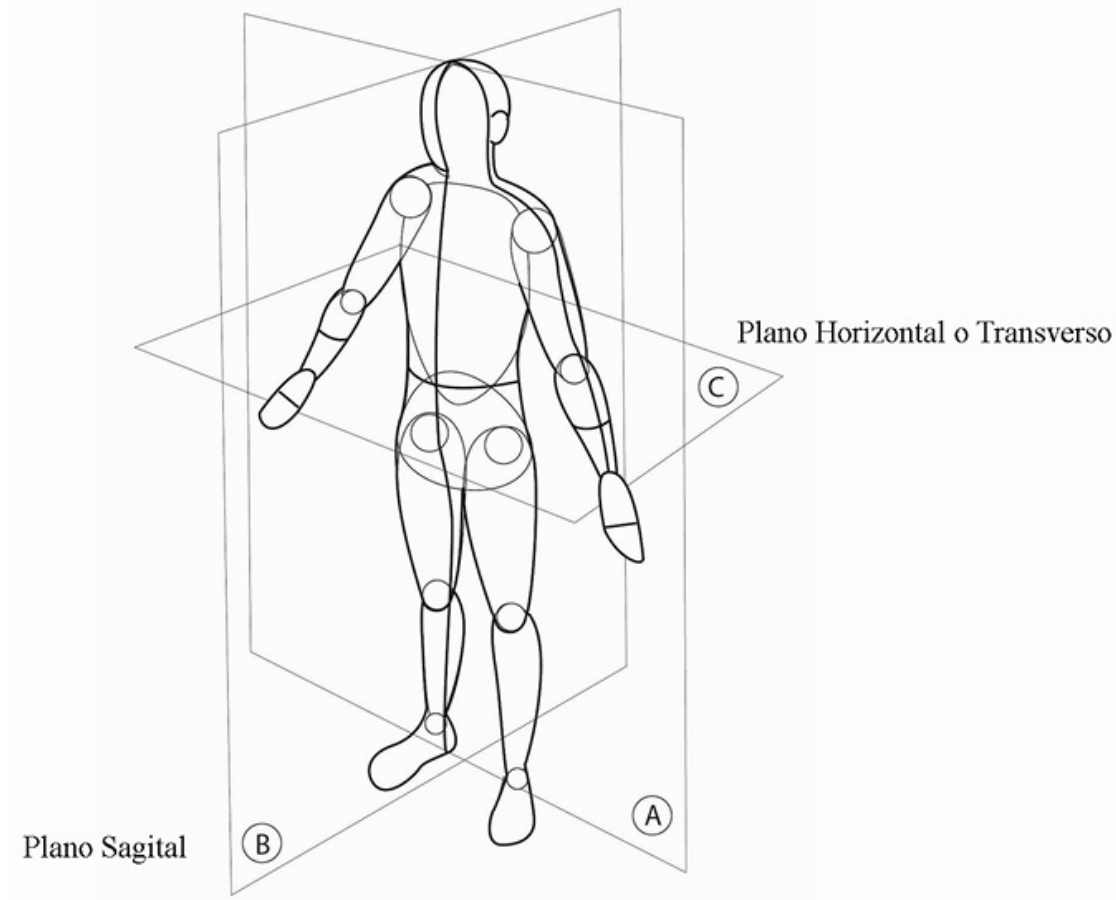
dividía en 14 segmentos correspondientes a determinadas partes de la figura humana. Los clásicos del renacimiento pensaron en los cánones de las proporciones humanas de modo que su arquitectura y obras plásticas reflejaban armonía en las relaciones del cuerpo humano y su entorno.

La antropometría, permite la medición y evaluación de diferentes aspectos, no solo de posturas estáticas sino del movimiento del ser humano, por ejemplo: Componentes de la estructura corporal como medias, proporciones, forma y composición corporal; aptitudes motoras como, funciones neuromotoras y parámetros cardiorrespiratorios, actividades físicas cotidianas y ejecución deportiva especializada.

Para tener un marco de referencia que permita estudiar el cuerpo humano, se han establecido tres planos corporales: sagital, frontal y transversal (ver Fig. 1.1), comúnmente utilizados en medicina, biomecánica, antropometría, diseño, y otros campos.

Fig. 1.1.

Planos fundamentales de referencia para el cuerpo humano



(Suárez, 2017)

La antropometría se divide en tres ramas claramente diferenciadas:

- **Estática** (clásica, fisiológica o estructural)
- **Dinámica** (o funcional)
- **Newtoniana**
- **Aplicada al deporte**

Para la toma de medidas antropométricas es necesario cumplir con ciertos protocolos y usar instrumentos propios para las mediciones requeridas. Algunos de estos son:

- Cinta métrica: para medición de diferentes secciones corporales.
- Estadiómetro: se utiliza para medir la estatura.
- Antropómetro: es un pie de rey gigante de tamaño proporcional al

cuerpo humano, los hay análogos y digitales.

- Balanza: para determinar el peso del individuo.

- Silla antropométrica: para la toma de medidas en posición sedente.

1.1 ANTROPOMETRÍA ESTÁTICA O ESTRUCTURAL

En esta rama se miden dimensiones estáticas que se obtienen con el cuerpo inmóvil o en una posición determinada (bípeda o sedente), y entre puntos anatómicos del esqueleto. Existe una norma que define las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico, que brinda las directrices para la determinación de las medidas antropométricas necesarias para diseño, esta es la Norma UNE-EN ISO 7250-1:2017 (Rarificada) (UNE, 2017). Estas medidas dependen de factores como: la talla, el peso, el sexo, la edad, el medio social, el país de origen, la ropa, por mencionar algunas. Mediante la determinación de estas medidas se pueden diseñar ergonómicamente equipos, puestos de trabajo, herramientas manuales y algo muy importante: permite determinar las distancias y tolerancias necesarias entre un sujeto y los objetos que lo rodean para una manipulación cómoda y ergonómica para el ser humano (López Borja & Luna Totocayo, 2017). Algunas de estas medidas son:

a) Estatura (de pie – altura del cuerpo): es la distancia lineal vertical desde la planta de los pies (desde el suelo), hasta el punto más alto de la cabeza (vértice del cráneo). Se sugiere medirlo con un estadiómetro mecánico o digital (fijo) y con el individuo en posición bípeda erguida y sin zapatos.

b) Estatura (sentado): es la distancia de asiento a la superficie superior de la cabeza.

c) Alturas: son todas las distancias verticales desde la planta de los pies o asiento hasta el punto de interés.

d) Anchos: son diámetros horizontales laterales (izquierdo y derecho). Se miden a través de marcas específicas en los huesos, lo que proporciona información de la robustez del esqueleto del individuo. Los más medidos son el ancho biacromial, el ancho bileocrestídeo el ancho de húmero y el ancho de fémur.

e) Profundidades: son diámetros horizontales (antero-posterior).

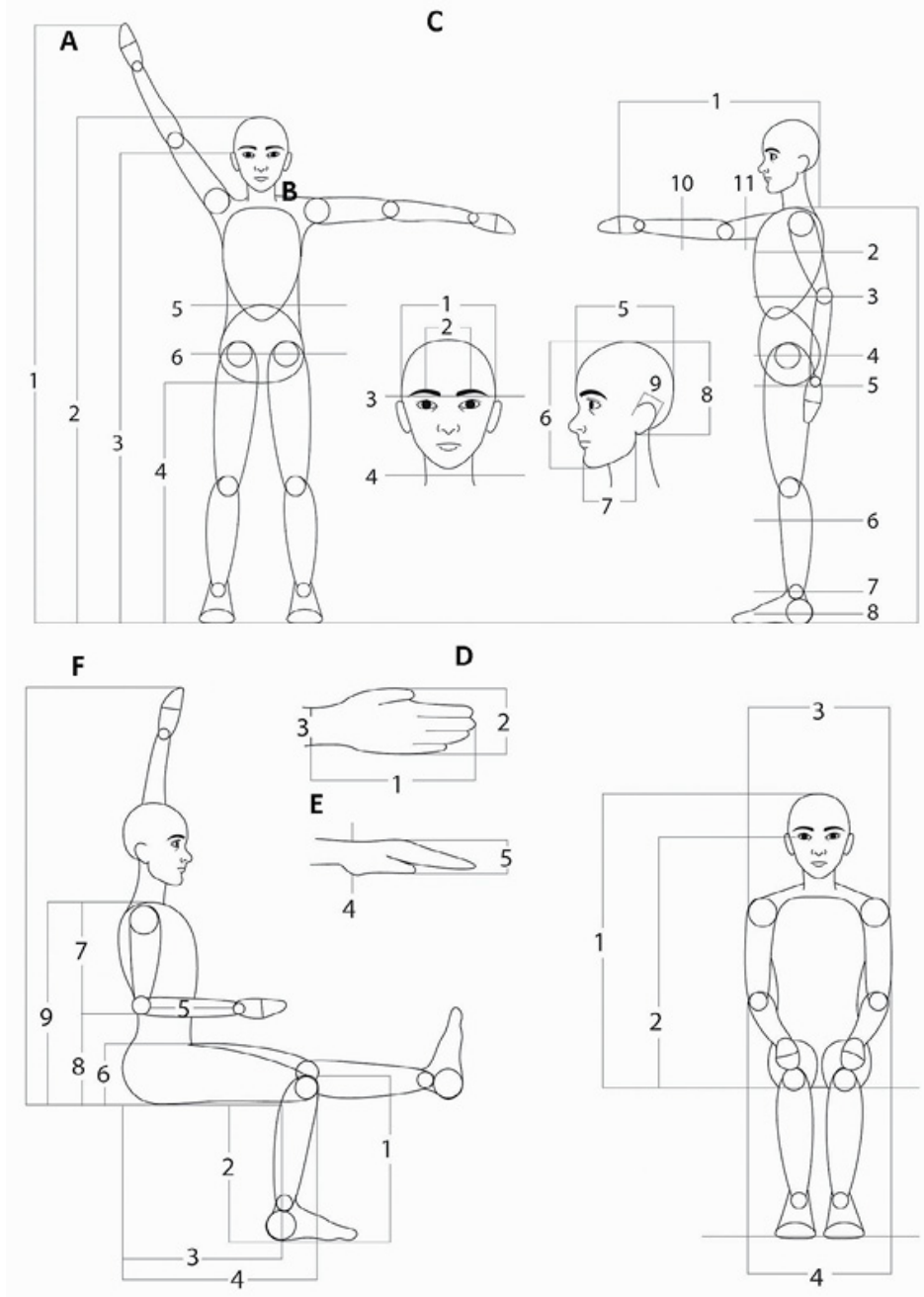
También, se puede considerar como una medida que se toma desde el eje central del cuerpo o del eje de alguna de sus partes.

- f) Longitudes:** son distancias a lo largo del eje de un miembro o segmento del cuerpo.
- g) Alcances:** es la distancia a lo largo del brazo o pierna en cualquier dirección.
- h) erímetros:** también conocida como circunferencia, es una medida alrededor de cualquier parte del cuerpo. En algunas ocasiones, se usa en las extremidades como un indicador de la musculatura relativa.
- i) Prominencias:** es la longitud de cualquier punto que sobresalga del cuerpo.
- j) Grosos:** son medidas sobre pliegues cutáneos para medir su espesor.
- k) Peso.** Es una medida de la masa corporal afectada por la gravedad. Es una medida heterogénea y que tiene una variación a lo largo del día.

En la Fig. 1.2 se pueden observar las diferentes medidas antropométricas tomadas de forma estática:

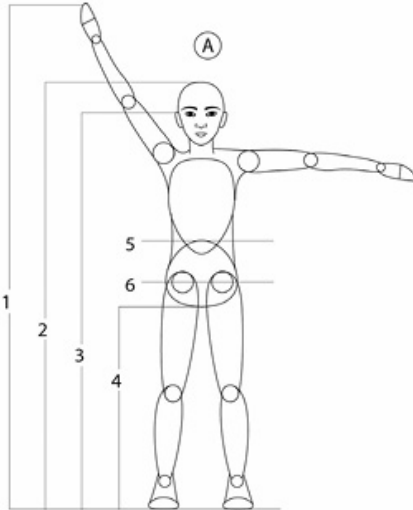
Fig. 1.2

Medidas antropométricas en posición bípeda y sedente



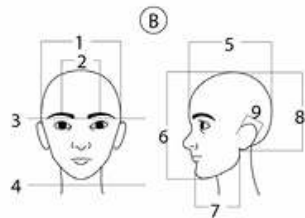
(Llanera, 2008)

- A.** Cuerpo completo, en plano frontal
- B.** Cabeza y cuello en plano sagital y frontal
- C.** Cuerpo completo en plano sagital
- D.** Cuerpo sentado en plano frontal
- E.** Mano y muñeca en plano frontal y en perfil
- F.** Cuerpo sentado en plano sagital



Parte A

- A1. Alcance vertical
- A2. Estatura
- A3. Altura de los ojos
- A4. Altura de la pelvis al suelo
- A5. Ancho de cintura
- A6. Ancho de cadera

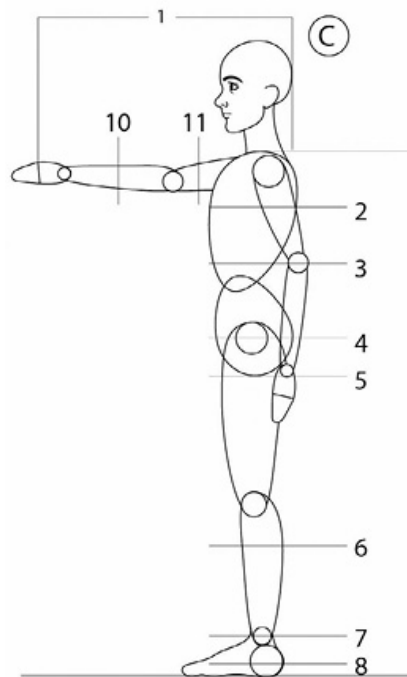


Parte B

- B1. Ancho de cabeza
- B2. Distancia entre pupilas
- B3. Circunferencia de la cabeza
- B4. Circunferencia del cuello
- B5. Largo de la cabeza
- B6. Alto de la cabeza
- B7. Largo de la barba a punta inferior de oreja
- B8. Largo de la punta inferior de la oreja a la cabeza

B9. Ancho de la oreja

B10. Alto de la oreja



Parte C

C1. Alcance máximo del brazo

horizontalmente con o sin agarre

C2. Circunferencia de pecho (busto)

(o profundidad)

C3. Circunferencia de la cintura (o profundidad)

C4. Circunferencia de la cadera (o profundidad)

C5. Circunferencia del muslo (o profundidad)

C6. Circunferencia del gemelo (o profundidad)

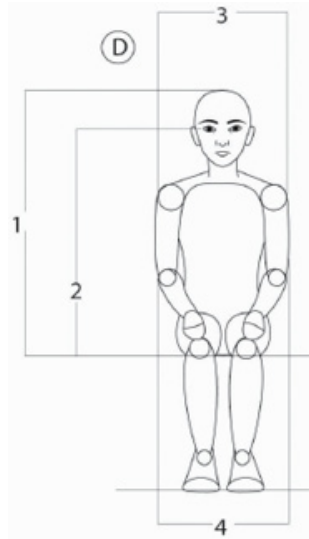
C7. Circunferencia del tobillo (o profundidad)

C8. Largo del pie

C9. Altura del hombro al suelo

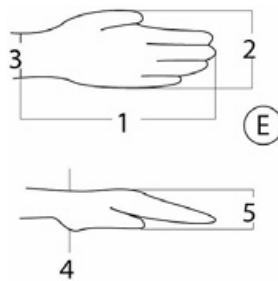
C10. Circunferencia del antebrazo (o ancho)

C11. Circunferencia del brazo (o ancho)



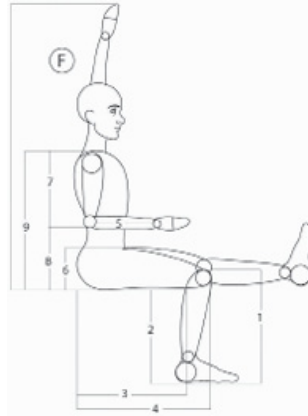
Parte D

- D1. Altura de cabeza a asiento
- D2. Altura del ojo al asiento
- D3. Ancho de hombro a hombro
- D4. Ancho de cadera sentado



Parte E

- E1. Largo de la mano
- E2. Ancho de la mano
- E3. Circunferencia de muñeca
- E4. Circunferencia de mano
- E5. Alto de la mano



Parte F

- F1. Altura de la rodilla
- F2. Altura de poplíteo¹
- F3. Largo de poplíteo a glúteo
- F4. Largo de rodilla a glúteo
- F5. Largo de codo a muñeca
- F6. Alto de muslo a asiento
- F7. Largo de hombro a codo
- F8. Alto del codo al asiento
- F9. Alto del hombro al asiento

Fig. 1.3

Medidas más comunes de la antropometría estática en diferentes planos
(Llanera, 2008)

1.2 ANTROPOMETRÍA DINÁMICA O FUNCIONAL

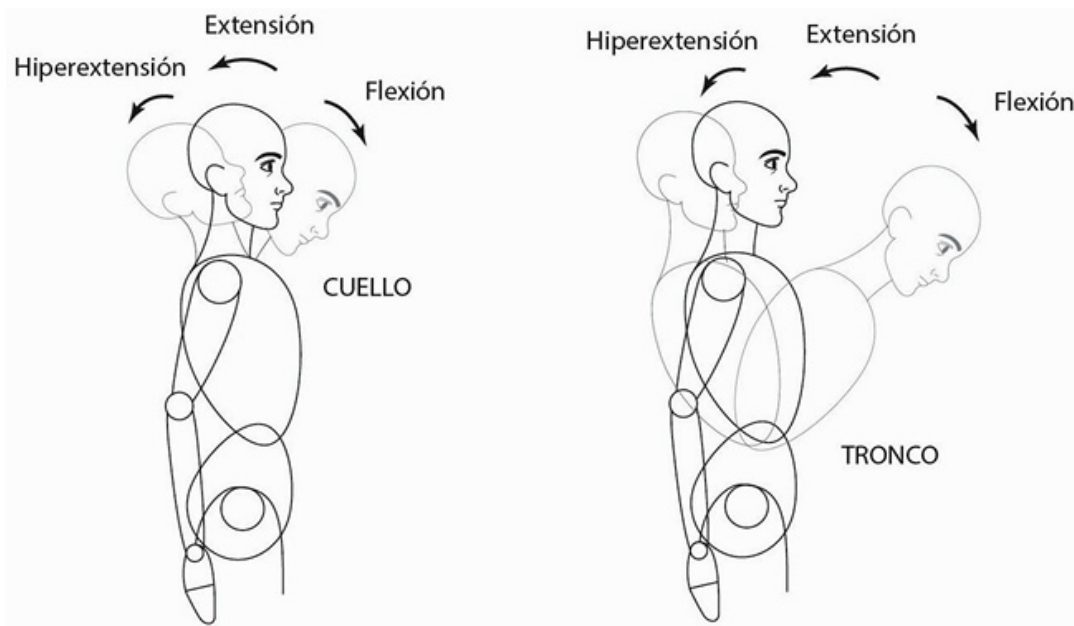
En esta rama se realizan medidas que sirven para conocer la ubicación, posición y movimiento del hombre, en relación con los objetos y al espacio que lo rodea, por ejemplo, en la mayoría de las interfaces usuario-máquina y persona-vehículo, es fundamental hacer un análisis detallado las posturas y los movimientos. Aquí, se valoran los movimientos del ser humano como sistemas complejos independientes de las longitudes de los segmentos corporales. Se concibe el cuerpo como un sistema mecánico de cuerpos articulados, sujetos por resortes que simulan la acción de los músculos reales y se pueden definir zonas y ángulos de confort asociadas a los ángulos entre cada eslabón.

Las figuras de la 1.3 a la 1.14., muestran los principales movimientos de las articulares del cuerpo en diferentes planos:

- **Flexión:** es la reducción del ángulo articular formado por dos partes del cuerpo.
- **Extensión:** es el aumento del ángulo articular entre dos partes del cuerpo.
- **Hiperextensión:** es una extensión de un segmento corporal mayor a los límites normales.

Fig. 1.4

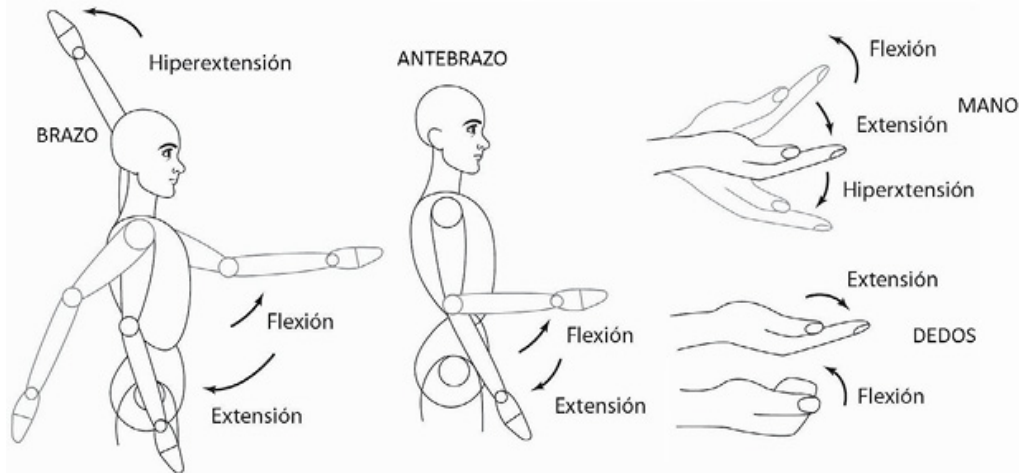
Extensión, flexión e hiperextensión en cuello y tronco (plano sagital)



(Kamina, 2002)

Fig. 1.5

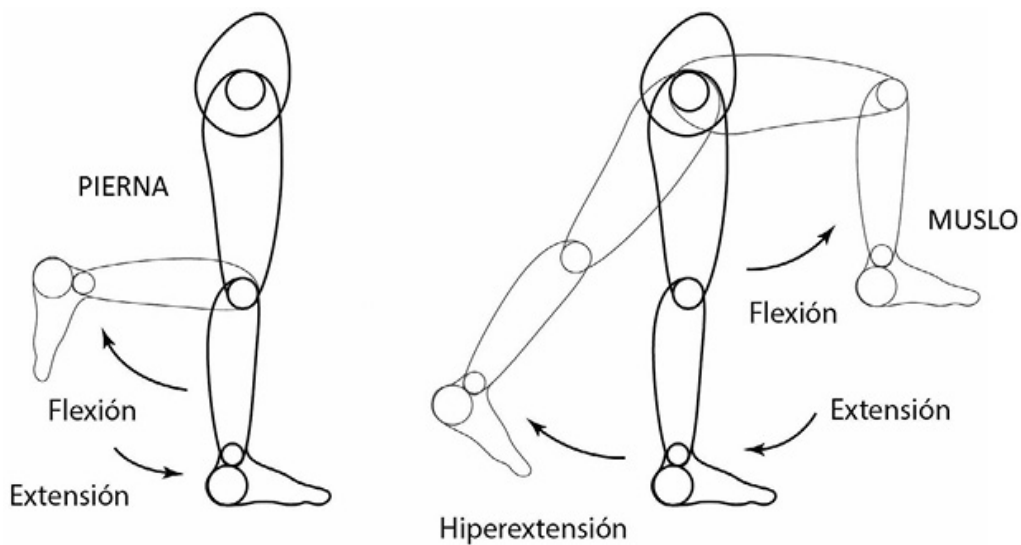
Extensión, flexión e hiperextensión en brazo, antebrazo, mano y dedos, vistos en el plano sagital



(Kamina, 2002)

Fig. 1.6

Extensión, flexión e hiperextensión en muslo y pierna (plano sagital)



(Kamina, 2002)

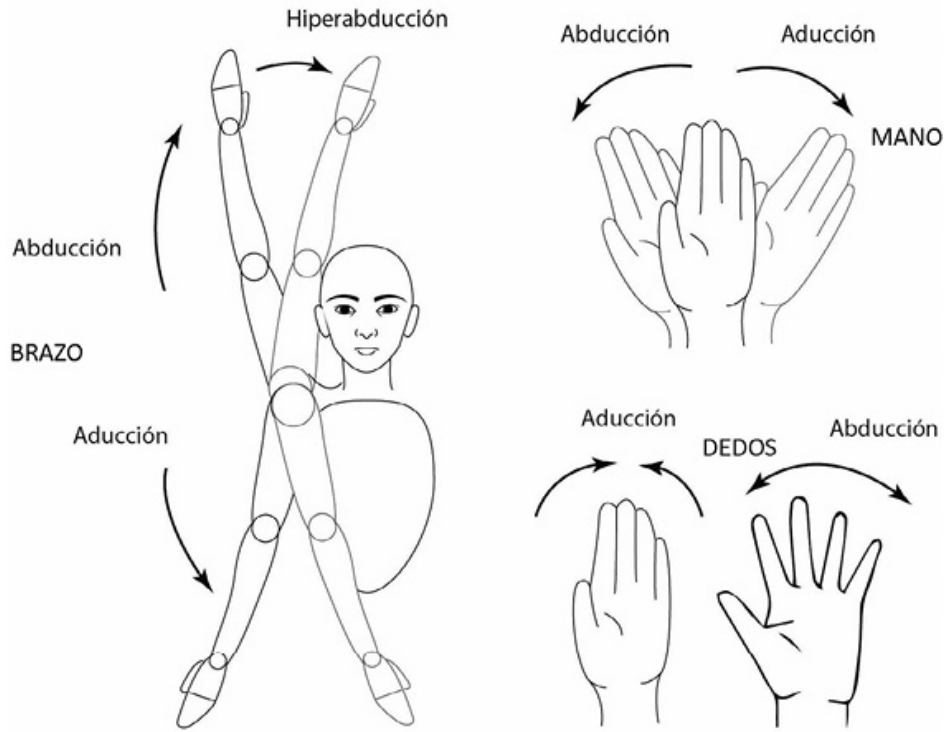
En el plano frontal, los movimientos de las distintas partes del cuerpo son:

- **Abducción:** alargamiento de alguna parte del cuerpo respecto a un eje.
- **Aducción:** acercamiento de alguna parte del cuerpo respecto a un eje.
- **Circunducción:** es la mezcla de todos los movimientos, que se realizan en el segmento libre de una articulación para provocar un

movimiento circular.

Fig. 1.7

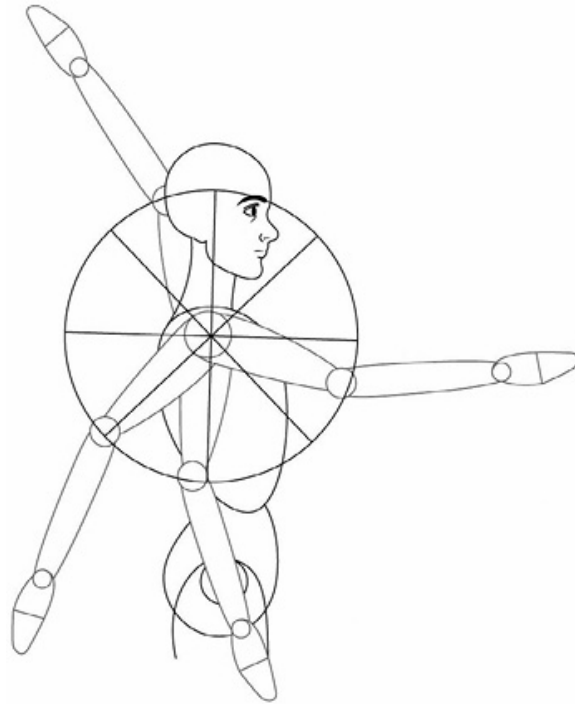
Abducción, aducción en brazo, mano y dedos



(Kamina, 2002)

Fig. 1.8

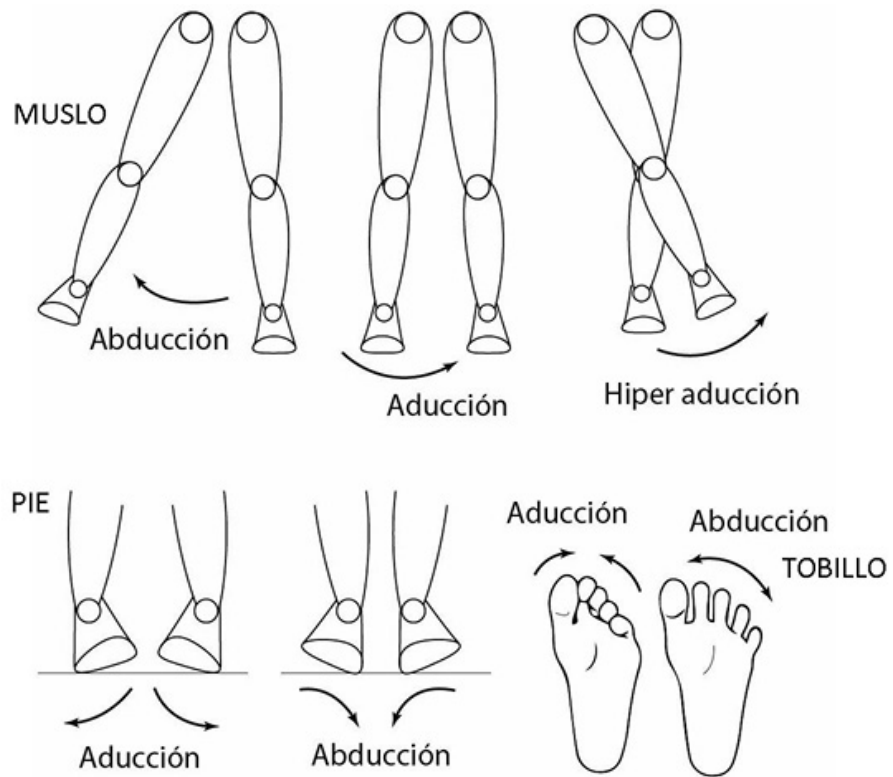
Circunducción en hombro



(Kamina, 2002)

Fig. 1.9

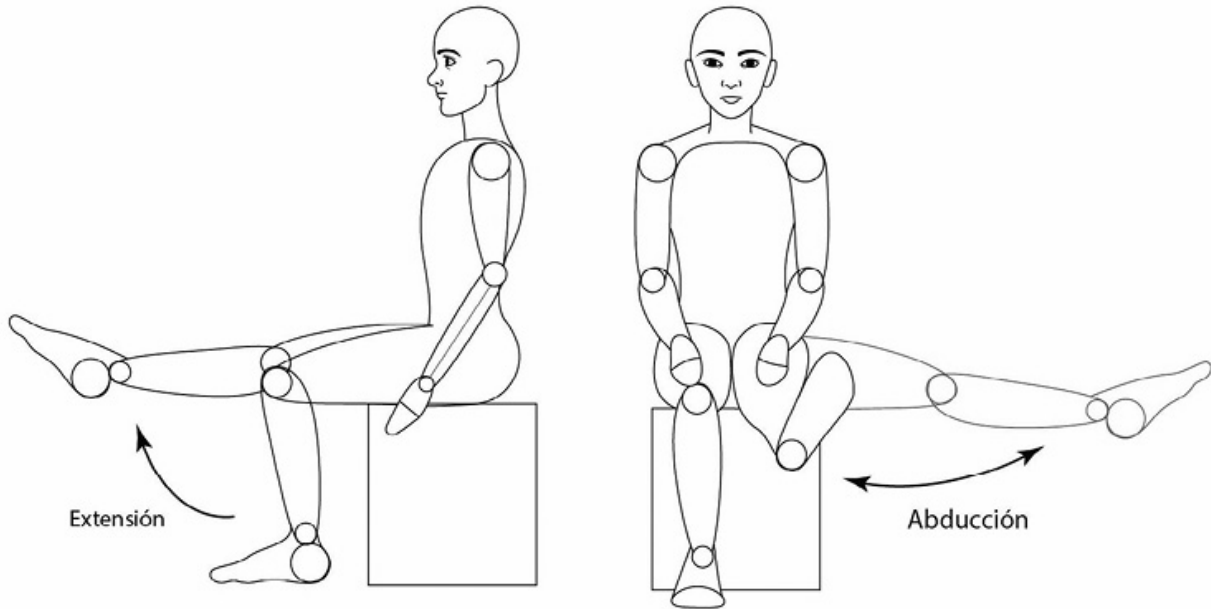
Abducción y aducción en muslo, pie y tobillo.



(Kamina, 2002)

Fig. 1.10

Extensión de rodilla y abducción de cadera



(Kamina, 2002)(Arthritis Foundation, 2018)

- **Rotación medial:** giro hacia el eje medio del cuerpo.
- **Rotación lateral:** giro en dirección contraria al eje medio del cuerpo.

Fig. 1.11

Rotación en cabeza y tronco en el plano transversal