



Estudio fotoantropométrico del departamento de ingeniería industrial de la CUJAE

Photoanthropometric study of the CUJAE's industrial engineering's department

Roberto Abreu Pérez^{1,*} <https://orcid.org/0009-0002-2553-8360>

Camila Amaro Barreiro¹ <https://orcid.org/0009-0007-2438-3367>

Alicia Alonso Becerra² <https://orcid.org/0000-0002-3244-5018>

Danhiz Díaz Pereira¹ <https://orcid.org/0000-0002-0100-9977>

¹Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE

²Ministerio de Educación Superior de Cuba

*Autor para la correspondencia: rabreup@ind.cujae.edu.cu

RESUMEN

La Ergonomía en el ambiente universitario no solo proporciona comodidad y bienestar, sino también es base fundamental en el rendimiento académico y laboral; por tanto, la falta de un entorno regido por los principios de la Ergonomía podría tener un impacto directo en la salud física y mental de los trabajadores. La presente investigación posee como objetivo estudiar las condiciones ergonómicas del Departamento de Ingeniería Industrial de la CUJAE. Se emplea la medición antropométrica por fotometría a través del software *ImageJ* que permitió la elaboración de la tabla de las dimensiones antropométricas del personal. El análisis de los datos arrojados por esta metodología posibilitó la realización de un diagnóstico para evaluar los medios del Departamento. Obteniéndose que existe una cantidad significativa de trabajadores que no podrán utilizarlos cómodamente, el caso más destacable es que dos de los modelos de sillas podrían provocar afectaciones en el 48% de la población.

Palabras clave: ergonomía; antropometría; dimensiones humanas; fotometría

ABSTRACT

Ergonomics in the university environment not only provides comfort and well-being, is also a fundamental basis for academic and work performance. Therefore, the lack of an environment governed by ergonomic principles could have a direct impact on the physical and mental health of workers. This research aims to study the ergonomic conditions of the Department of Industrial Engineering at CUJAE. Photometric anthropometric measurements using ImageJ software were used, allowing for the creation of a table of staff anthropometric dimensions. Analysis of the data obtained using this methodology enabled a diagnosis to be made to evaluate the Department's resources. It was found that

a significant number of workers will be unable to use them comfortably; the most notable example is that two of the chair models could cause discomfort in 48% of the population.

Keywords: ergonomics; anthropometry; human dimensions; photometry

Recibido:20/01/25

Aprobado:20/02/25

Introducción

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define a la ergonomía como: la disciplina científica que se ocupa de comprender las interacciones entre los seres humanos y los demás elementos de un sistema. Implica el estudio sistemático de las personas en el trabajo, con el objetivo de mejorar la situación laboral, las condiciones de trabajo y las tareas realizadas. Los sistemas de trabajo están formados por los seres humanos, las tareas que realizan, las herramientas y tecnologías que utilizan, la organización del trabajo y el entorno laboral. Los factores humanos y la ergonomía contribuyen a que los sistemas de trabajo sean seguros y sostenibles [1].

Según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) la ergonomía es la disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar con el fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento general del sistema. Tiene en cuenta los factores físicos, cognitivos, sociotécnicos, organizativos, ambientales y otros factores relevantes, así como las complejas interacciones entre los seres humanos y otros seres humanos, el medio ambiente, las herramientas, los productos, el equipo y la tecnología [2].

Las consideraciones sobre ergonomía física y cognitiva en el ámbito laboral son fundamentales para garantizar el bienestar y la productividad de los empleados. La ergonomía física se enfoca en adaptar los espacios y herramientas de trabajo a las necesidades corporales, mientras que la ergonomía cognitiva aborda la carga mental asociada a las tareas. Juntas, promueven un entorno de trabajo saludable y eficiente [3]. La ergonomía tiene alta relación con las condiciones de bienestar y confort de los trabajadores durante la jornada laboral, está directamente relacionado con evitar el surgimiento y propagación de enfermedades profesionales y trastornos musculoesqueléticos (TME). De esta forma, la ergonomía puede ayudar a reducir los costos asociados con ausencias laborales, tratamientos médicos y compensaciones por lesiones [4].

Los TME incluyen cualquier daño o trastorno de las articulaciones u otros tejidos. Los problemas de salud varían desde molestias y dolores leves hasta enfermedades más graves que requieren baja por enfermedad o tratamiento médico. En los casos crónicos estos trastornos pueden provocar una discapacidad e impedir que la persona afectada siga trabajando. La mayoría de los TME relacionados con el trabajo se desarrollan con el tiempo. Por lo general estos trastornos no tienen una sola causa y, a menudo, son el resultado de combinar varios factores de riesgo, como factores físicos y biomecánicos, factores organizativos y los psicosociales [5].

La Antropometría es una disciplina científica que está estrechamente relacionada con la Ergonomía Física y se desarrolla en diferentes campos de aplicación. Es la ciencia que

estudia las dimensiones del cuerpo humano, los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como su tratamiento estadístico [6].

La Antropometría con fines ergonómicos busca brindar datos confiables que sirvan como base para dimensionar objetos que se ajusten a las verdaderas características de los usuarios finales. Cuando el puesto de trabajo no se adecua a la antropometría del trabajador se provocan esfuerzos innecesarios, limitación de la circulación sanguínea, fatiga en determinados grupos musculares y diferentes dolencias, además disminuye la productividad, aumenta la probabilidad de errores, disminuye la calidad y aumenta el número de accidentes de trabajo y TME [6]. En el campo de la salud los indicadores antropométricos pueden ser utilizados en la práctica clínica con alto poder discriminatorio [7].

Los primeros conocimientos sobre la utilidad de las mediciones del cuerpo humano se remontan a los inicios de la historia, generalmente como referencia a la necesidad de seleccionar a las personas más idóneas para la guerra o el trabajo, así como para valoraciones estéticas y artísticas[8]. En el presente, la antropometría cumple una función importante en el Diseño industrial, en la Ergonomía, la Biomecánica y la Arquitectura, donde se emplean datos sobre la distribución de las medidas corporales de la población para optimizar los productos y procesos productivos. Los estudios antropométricos son el método más común de recopilar datos morfométricos humanos utilizados para fines ergonómicos en el diseño de maquinaria, herramientas y equipos para el trabajo [9].

Muchos estudios han demostrado que el mobiliario ergonómico mejora la productividad y el bienestar de sus usuarios. Por tanto, las medidas antropométricas son una consideración importante en el diseño ergonómicamente adecuado. El uso de mobiliario mal diseñado que no se adapta a las características antropométricas de su usuario influye negativamente en la salud humana. El uso prolongado de muebles mal diseñados podría agravar los TME. De ahí que sea crucial disponer de mobiliario ergonómico. Si no se abordan estas cuestiones con prontitud, podrían producirse graves problemas de salud [10]. Al diseñar un lugar de trabajo, la configuración y disposición de sus elementos debe garantizar una buena estabilidad de la postura del trabajador y, al mismo tiempo, una movilidad suficiente para un uso cómodo de los materiales y equipos de trabajo [11].

Los estudios antropométricos de la población laboral cubana actual son escasos y mucho más los orientados a la evaluación y diseño de puestos de trabajos. La mayoría se refieren a la ciencia del deporte y la nutrición, otra parte al mundo de la moda y al diseño y a evaluación del mobiliario escolar en escuelas primarias [12].

El procedimiento técnico necesario a la hora de realizar un buen estudio antropométrico comprende instrumentos, lados del cuerpo que deben ser especificados en medidas pares, determinación y marcaje de los puntos antropométricos, procedimiento de la medición y registro[13, 14]. Se aconseja considerar los siguientes aspectos:

- Los instrumentos deben estar correctamente calibrados.
- Las mediciones deben realizarse y expresarse en unidades del sistema métrico decimal.
- La sesión del día en que se efectuarán las medidas se recomienda preferiblemente en las mañanas
- El ambiente de trabajo donde se efectuarán las mediciones debe ser agradable con iluminación adecuada, bajo nivel de ruido, ventilación adecuada, amplitud, absoluta privacidad y con las condiciones mínimas de confort.

- El número de individuos que serán objeto de estudio en cada jornada debe ser determinado de modo en que se repartan en cantidades iguales en los diferentes días en que está planificado el estudio, siempre teniendo en cuenta que no se exceda la capacidad del medidor.
- El mínimo aconsejable de especialistas en un equipo es de dos, ambos entrenados, de modo que mientras uno realiza la medición el otro registra el dato.
- La persona que se mide debe estar preferiblemente con ropa muy ligera y en cantidad mínima.
- No deben estar presentes en el local de mediciones personas ajenas a las que serán medidas.
- Los controles de calidad son fundamentales a la hora de determinar las fuentes de errores.
- Las fuentes de errores pueden estar dadas por el mal estado de los instrumentos, la inobservancia del procedimiento técnico, lectura errónea, anotación errónea, la disposición y colaboración del sujeto que se va a medir, características micro-ambientales del local, y el estado de salud físico-mental del medidor condicionado entre otros factores por el número excesivo de individuos a medir, muchas medidas que realizar por individuo y diversidad de instrumentos a utilizar [15].

La medición es el proceso de observación a través del cual se compara la medida de un objeto con un instrumento de medición correctamente calibrado. Los métodos de medición antropométricos pueden ser directos o indirectos dependiendo de la forma de medición, si el instrumento de medición entra en contacto con el cuerpo es el método directo y si no es indirecto [17].

En los procesos de medición directa existen diferentes factores altamente implicados en la calidad final de la información obtenida como: la experiencia del experimentador y la calidad de los instrumentos de medición, lo que representa una desventaja significativa junto a la extensa duración de los estudios que utilizan dicha variante.

En la antropometría indirecta la medición resulta más fácil gracias al desarrollo de las tecnologías punteras como la electrónica, el láser, la fotografía y los sistemas de video. Con su empleo se elimina el error de la medición causado por la presión del instrumento en la piel. Además, la información recopilada es almacenada en una base de datos digital para permitir su consulta y análisis en múltiples ocasiones, lo que facilita el seguimiento del caso [18]. En el contexto de la antropometría, la fotometría se utiliza para medir con precisión diferentes parámetros del cuerpo humano, como longitudes, anchos, alturas, y otros aspectos anatómicos. La fotometría antropométrica se basa en el uso de las técnicas de fotografía y análisis de imágenes para obtener medidas detalladas y objetivas de las dimensiones corporales de las personas.

Cuba establece su marco legal y normativo dirigido a crear ambientes laborales seguros, saludables y confortables. La Constitución de la República de Cuba, en el artículo 49, erige que "El estado garantiza el derecho a la protección, seguridad e higiene del trabajo, mediante la adopción de medidas adecuadas para la prevención de accidentes y enfermedades profesionales". Este principio laboral se refrenda en el resto de la legislación vigente en Cuba en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), como la Ley 116/2013 Código de Trabajo y el Decreto 326/2014 su reglamento [19].

La SST y la ergonomía constituyen los principales elementos que permiten garantizar la integridad física y protección de los trabajadores en sus puestos de trabajo. Los procesos

que responden a esta necesidad se encuentran amparados por la Ley No. 116 del Código de Trabajo actualizada el 20 de diciembre del 2020. Su objetivo fundamental es: "garantizar las condiciones seguras e higiénicas, prevenir los accidentes, enfermedades profesionales y otros daños a la salud de los trabajadores y el medio ambiente laboral" [20].

La presente investigación posee como objetivo: Elaborar una tabla de las dimensiones antropométricas del personal de trabajo del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE. Utilizando la misma para realizar una evaluación a los medios de trabajo existentes en los locales del departamento. Se emplearon diferentes métodos como: Método General de Solución de Problemas, entrevista, encuesta y la implementación de la fotometría a través del software *ImageJ* que permitió la elaboración de la tabla de las dimensiones antropométricas del personal de trabajo. El análisis de los datos arrojados por esta metodología posibilitó la realización de un diagnóstico para evaluar las condiciones de los trabajadores del Departamento, proponiendo de ser necesario los diseños adecuados de los medios de trabajo bajo los principios de la ergonomía, la antropometría y la biomecánica.

Método

La metodología empleada es el "Procedimiento para estudios foto-antropométricos" cuyos pasos o etapas son descritos a continuación:

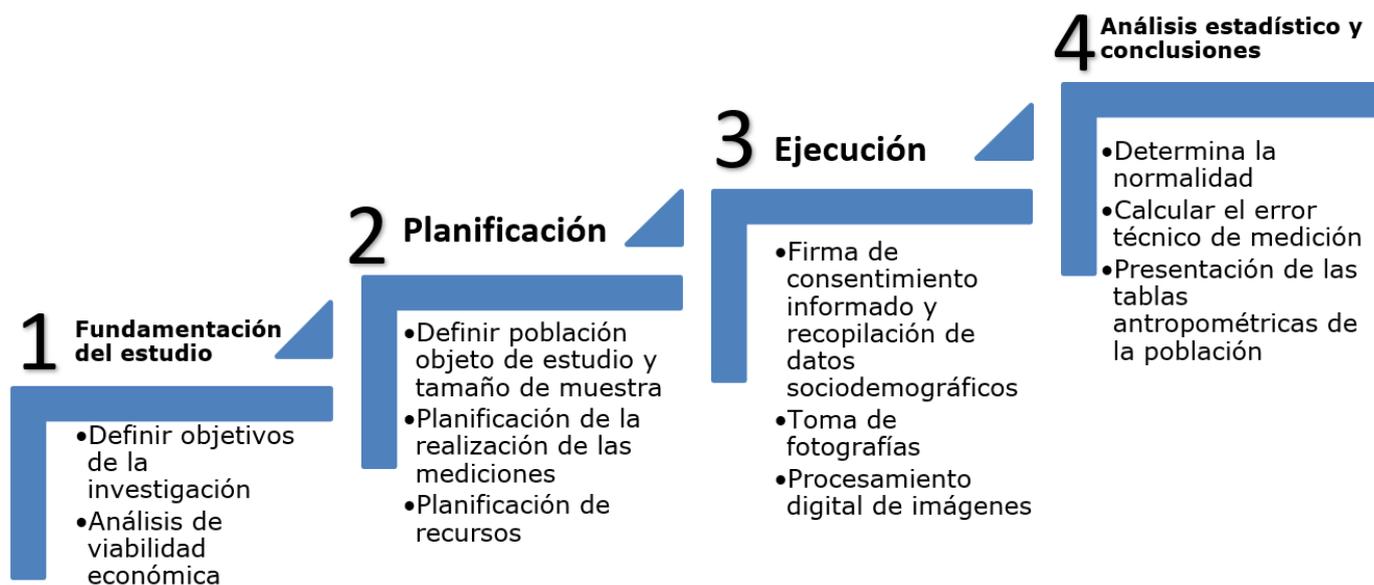


Fig. 1- Procedimiento para estudios foto-antropométricos

Consta de una secuencia de 4 etapas como se muestra en la figura 1, procedimiento diseñado a partir del procesamiento de imágenes digitales que permite realizar estudios antropométricos precisos y rápidos, asegurando interacciones mínimas con los sujetos abriendo nuevas posibilidades para la realización de estudios en disímiles campos de investigación sin significativas alteraciones y retrasos en los procesos. Será empleada para obtener la información antropométrica relevante de la población de profesores del Departamento de Ingeniería Industrial, para así evaluar bajo los principios de la antropometría y la biomecánica los medios de trabajo existentes en el mismo.

Etapa 1. Fundamentación del estudio foto – antropométrico

En esta etapa debe precisarse el objetivo de la investigación y su viabilidad económica.

Definición del objetivo de la investigación foto - antropométrica

El primer paso para la realización del estudio es la definición del objetivo de la investigación, partiendo de la identificación y definición del problema a resolver a través de un estudio antropométrico utilizando la técnica de fotografía.

En esta etapa debe formularse la pregunta de investigación que define el objetivo que se persigue con el estudio, que puede ser la elaboración de las tablas antropométricas de una población determina, la evaluación del diseño de un medio para realizar una intervención ergonómica o la determinación de la información necesaria para la realización de un diseño cumpliendo con los principios de la antropometría y la biomecánica.

Análisis de viabilidad económica

Para determinar la viabilidad económica es necesario calcular los costos variables a partir del total de sujetos a medir y los costos fijos. Los costos fijos recurrentes que demanda este tipo de intervenciones son: el costo de los instrumentos de medición, la calibración de estos y preparación del local de ser necesario. El principal costo variable a tener en cuenta es la utilización del fondo tiempo de los especialistas variable con una fuerte dependencia a la cantidad de sujetos a medir y las dimensiones objeto de estudio. Se recomienda usar el análisis de costos por punto de equilibrio.

Etapa 2. Planificación del estudio

Para la toma de los parámetros antropométricos mediante fotografías es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones que den fiabilidad a los resultados que se desean obtener, por lo que se hace necesario dedicar tiempo a la planificación de la ejecución del estudio.

Definir población objeto de estudio y tamaño de muestra

La población objeto de estudio dependerá del objetivo de la investigación. Debe calcularse el tamaño de la muestra estadísticamente representativa definiendo los criterios de inclusión y exclusión en la misma y diseñar el tipo de muestreo, que contemple la distribución de la cantidad de sujetos a medir por día.

Planificación de la realización de las mediciones

Los pasos para la planificación de la realización de las mediciones se muestran en la figura 2.



Fig. 2- Pasos de la planificación de la realización de las mediciones

Planificación de recursos

La planificación de los recursos materiales que incluye preparar el local donde se realizarán las mediciones en cuanto a iluminación, climatización y condiciones mínimas de confort; incluido el equipo fotográfico (cámara fotográfica y trípode fijo).

Es necesario contar con una cámara fotográfica profesional que tengan incorporada en el menú de configuración la opción Micro Ajuste del Foco cuyo nombre puede variar según la marca. Modelos que incorporan esta opción pertenecen a las marcas son Canon, Nikon, Sony, y algunas Pentax, entre otras. Es necesario comprobar su exactitud antes de iniciar la toma de medidas.

En caso de tener que adquirir el equipo fotográfico se debe hacer un análisis de costos para seleccionar entre las alternativas de inversión la que resulte conveniente para luego definir el presupuesto necesario para la compra.

Es necesario planificar los sistemas informáticos que se utilizarán para el procesamiento de imágenes con funcionalidad de realizar la medición y para el procesamiento estadístico de los datos obtenidos, así como el soporte de dispositivos informáticos necesarios para su ejecución.

La planificación de los recursos humanos contempla la selección de la cantidad de especialistas que participarán en el estudio, definición de especialistas responsables de la investigación incluido su capacitación en cuanto a la técnica antropométrica y a la operación de equipos fotográficos para la obtención de fotografías del cuerpo humano con los requerimientos de calibración necesarios para la extracción de las dimensiones corporales.

Etapa 3. Ejecución

En esta etapa se ejecuta lo planificado para la realización del estudio, informando y recopilando los datos necesarios para la realización del estudio, además de realizar el montaje y fijando la ubicación de la cámara, los planos de referencia y la dimensión de calibración.

Firma de consentimiento informado y recopilación de datos sociodemográficos

La firma del acuerdo de consentimiento informado da conocer a los participantes acerca de las mediciones que se les efectuarán y el código de vestimenta requerido, así como se hace constar a los sujetos de la confidencialidad de los archivos obtenidos durante la investigación. Simultáneamente se recogen los datos sociodemográficos de los sujetos objeto de estudio tales como sexo, edad, ocupación, entre otras.

Toma de fotografías

La toma de las fotografías se debe hacer con los sujetos manteniendo las posturas antropométricas por unos segundos con una cámara fija mediante un trípode a una determinada distancia evitando el reposicionamiento del trípode de la cámara para cada sujeto.

Las fotografías se deben tomar sobre un fondo blanco que quede detrás del sujeto en el plano horizontal. También, es necesario ubicar una escala de dimensiones conocidas dentro de la imagen en el mismo plano que el sujeto que facilite la correcta calibración de las mediciones.

Un especialista debe realizar controles del proceso de toma de fotografías para asegurarse que las posturas adoptadas por el sujeto sean las correctas y velar por el cumplimiento del Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica [21].

Procesamiento digital de imágenes

Para asegurar la fiabilidad del estudio en cuanto a exactitud y precisión, las imágenes obtenidas deben calibrarse a partir de una escala de dimensiones conocidas mediante la cual se convierte de cantidad de píxeles de la imagen a distancias, posteriormente se organiza y procesa cada imagen por sujeto y se toman todas las mediciones que se puedan extraer de la fotografía según la postura que adoptó en cada caso.

Etapas 4. Análisis estadístico y conclusiones.

En esta etapa se determina la normalidad y se calcula el error técnico de medición utilizando las técnicas estadísticas necesarias. Los resultados finales del estudio se presentan con las tablas antropométricas de la población objeto de estudio.

Resultados

Evaluación de la situación ergonómica del Departamento objeto de estudio

Fundamentación del estudio foto – antropométrico

Se Define como objetivo de la investigación: Elaborar tabla de las dimensiones antropométricas del personal de trabajo del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE, utilizando la misma para realizar una evaluación a los medios de trabajo existentes en los locales del departamento. Se utilizó para ello una muestra de 20 trabajadores, de los 24 totales del departamento asegurando así un nivel de confianza mayor del 95% y un margen de error menor al 10%.

Planificación del estudio

Se toman las fotografías a los trabajadores con una cámara profesional marca Canon EOS Rebel T6, que posee la opción de Micro Ajuste del Autofoco, necesaria para este tipo de estudios. Se utilizó el software ImageJ para el procesamiento de las imágenes. La relación de entre las dimensiones, posturas, planos y puntos de referencia para la medición se refleja en la tabla 1.

Tabla 1 - Planeación de las mediciones, relación del marcaje de puntos y planos a fotografiar

Dimensión Antropométrica	Postura	Plano	Punto A	Punto B
Altura poplítea	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano horizontal de la región poplítea	Descanso de los pies
Altura de codos sentados	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Zona más baja del codo	Superficie horizontal del asiento

Altura de los muslos	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Zona más alta del muslo	Superficie horizontal del asiento
Altura subescapular	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Punto en la zona más baja del Angulo inferior de la escapula	Superficie horizontal del asiento
Altura iliocrestal	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Punto en la zona más alta de las crestas iliacas	Superficie horizontal del asiento
Ancho de caderas sentado	Postura de atención antropométrica modificada	Vista frontal	Punto más alejado del lateral derecho de la cadera	Punto más alejado del lateral izquierdo de la cadera
Diámetro bicromial	Postura de atención antropométrica modificada	Vista frontal	Punto más alejado del lateral derecho de hombro derecho	Punto más alejado del lateral izquierdo de hombro izquierdo
Altura de los codos de pie	Postura de atención antropométrica	Vista lateral	Zona más baja del codo	Piso debajo de los codos
Profundidad del cuerpo sentado	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano vertical del punto más alejado en la zona sacro-lumbar	Punto más alejado en la zona abdominal
Longitud sacrorótula	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano vertical del punto más alejado en la zona sacro-lumbar	Punto alejado en la rodilla
Altura de los ojos sentado	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano horizontal de los ojos	Superficie horizontal del asiento
Ancho de codo a codo	Postura de atención antropométrica modificada	Vista frontal	Punto más alejado del lateral derecho de codo derecho	Punto más alejado del lateral izquierdo de codo izquierdo
Longitud sacropoplíteas	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano vertical del punto más alejado en la zona sacro-lumbar	Plano vertical de la región poplíteas
Longitud del muslo	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Punto más alejado en la zona abdominal sobre el muslo	Punto más alejado en la rodilla
Estatura	Postura de atención antropométrica	Vista lateral	Punto más alto de la cabeza	Piso
Altura de los ojos de pie	Postura de atención antropométrica	Vista lateral	Plano horizontal de los ojos	Piso
Altura de la rodilla	Postura de atención antropométrica modificada	Vista lateral	Plano horizontal de la rótula	Descanso de los pies

Fuente: Elaboración Propia

Ejecución

En total se tomaron siete fotos por cada sujeto, con estos manteniendo la postura antropométrica mostradas en la figura 3 durante unos segundos, pudiéndose obtener de ellas un total de 20 dimensiones antropométricas. De las siete fotos, en tres el sujeto adoptó la Posición de Atención Antropométrica y en las restantes cuatro, la Posición Antropométrica Modificada. Se fijó la cámara con un trípode posicionado a 1,75 m del plano horizontal y a 1 m de altura, evitando el tener que reposicionarlo para cada individuo.

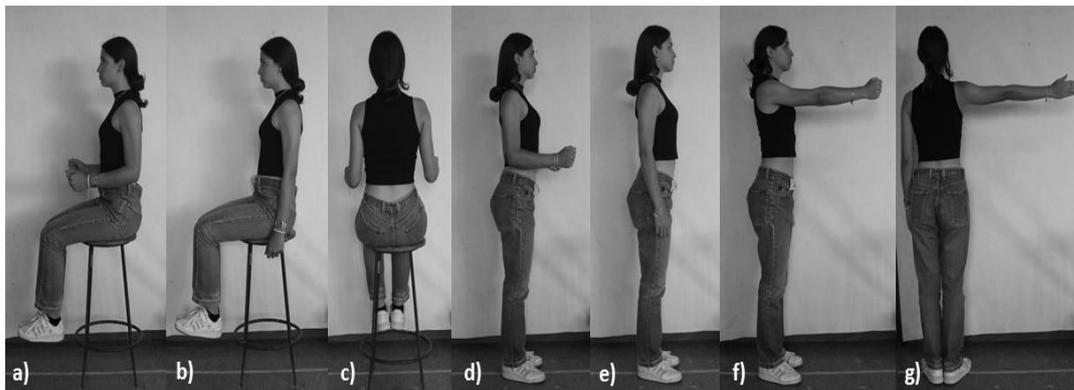


Fig. 3 - Posturas y planos utilizados

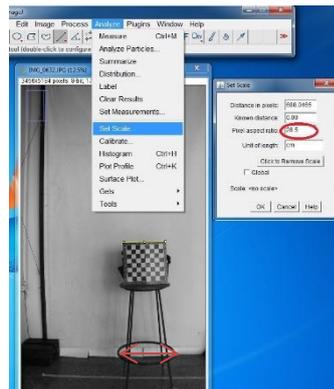


Fig. 4 - Imagen de calibración

Las fotografías se tomaron sobre un fondo blanco que queda detrás del sujeto en el plano horizontal. También es necesario ubicar una escala de dimensiones conocidas dentro de la imagen en el mismo plano que el sujeto que facilite la correcta calibración de las mediciones la cual es mostrada en la figura 4.

Como escala se tomó el diámetro del apoyapié de la banqueta utilizada en las fotografías en que los sujetos adoptaron la Posición Antropométrica Modificada, convirtiendo la cantidad de pixeles de la imagen en distancias. Una vez establecida la escala, se procesó cada imagen por sujeto para extraer las dimensiones antropométricas según la postura adoptada por el mismo en la fotografía.

Análisis estadístico y conclusiones

Por cada sujeto se creó una plantilla en Excel, recogiendo en la misma las 20 mediciones tomadas a cada uno. Posteriormente estos datos fueron procesados estadísticamente en

Minitab con la finalidad probar la normalidad de los mismos. Parte de los resultados de estas pruebas son mostrados en la figura 5. Una vez logrado esto se realizó la segmentación de los datos por el criterio de sexo y finalmente se culmina el estudio con la creación de la tabla antropométrica de la población del Departamento.

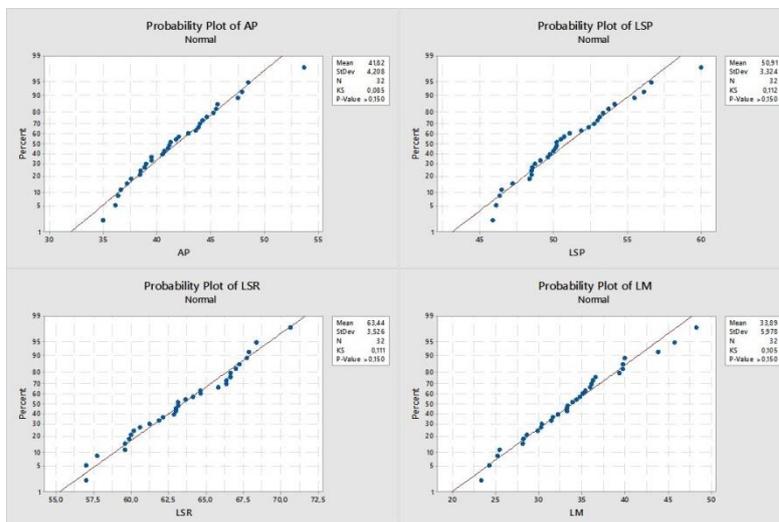


Fig. 1 - Prueba de normalidad AP, LSP, LSR, LM

A continuación, se muestran las tablas Antropométrica de los trabajadores del Departamento, segmentadas por género.

Tabla 2- Tabla antropométrica de la población femenina del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE, año 2023.

DIMENSIÓN ANTROPOMÉTRICA	\bar{X}	S	X_5	X_{95}
Altura de ojos sentado (AOS)	78,01	3,658	71,99	84,03
Altura de codos sentado (ACoS)	23,79	2,557	19,58	28,00
Altura del muslo (AM)	17,67	2,665	13,29	22,05
Altura de la rodilla (AR)	46,1	2,601	41,82	50,37
Altura poplítea (AP)	39,09	2,578	34,85	43,33
Longitud sacropoplítea (LSP)	49,57	2,541	45,39	53,75
Longitud sacrorrotula (LSR)	61,5	2,911	56,71	66,29
Longitud del muslo (LM)	31,64	5,136	23,19	40,09
Alcance mínimo del brazo (AMIB)	41,81	4,722	34,04	49,58
Profundidad del cuerpo (PC)	32,14	6,61	21,67	43,01
Altura iliocrestal (AI)	19,55	2,978	14,65	24,45
Altura subescapular (AS)	48,02	3,464	42,32	53,72
Diámetro biacromial (DB)	48,59	4,134	41,79	55,39
Ancho de codo a codo (ACC)	55,19	5,824	45,61	64,78
Ancho de caderas sentado (ACS)	47,31	4,857	39,32	55,30
Estatura (E)	162,6	5,842	152,99	172,21
Altura de ojos de pie (AOP)	151,9	5,717	142,50	161,30
Altura de codo de pie (ACP)	100,5	4,778	92,64	108,36
Alcance máximo del brazo (AMB)	78,06	5,089	69,69	86,43
Alcance lateral del brazo (ALB)	85,13	3,999	78,55	91,71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 - Tabla antropométrica de la población masculina del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE, año 2023.

DIMENSIÓN ANTROPOMÉTRICA	\bar{X}	S	X_5	X_{95}
Altura de ojos sentado (AOS)	85,83	4,913	77,75	93,91
Altura de codos sentado (ACoS)	24,75	2,609	20,46	29,04
Altura del muslo (AM)	17,92	1,987	14,65	21,19
Altura de la rodilla (AR)	51,52	4,038	44,88	58,89
Altura poplítea (AP)	44,55	3,751	38,38	50,72
Longitud sacropoplítea (LSP)	52,25	3,543	46,42	58,08
Longitud sacrorrotula (LSR)	65,38	3,034	60,39	70,37
Longitud del muslo (LM)	36,14	6,054	26,18	46,10
Alcance mínimo del brazo (AMIB)	47,09	6,073	37,10	57,08
Profundidad del cuerpo (PC)	33,99	5,634	24,72	43,26
Altura iliocrestal (AI)	19,65	2,06	16,26	23,04
Altura subescapular (AS)	53,68	2,798	49,08	58,28
Diámetro biacromial (DB)	58,08	3,015	53,12	63,04
Ancho de codo a codo (ACC)	66,2	6,069	56,22	76,18
Ancho de caderas sentado (ACS)	48,26	4,986	40,06	56,46
Estatura (E)	178,9	6,871	167,60	190,20
Altura de ojos de pie (AOP)	167,9	6,958	156,45	179,35
Altura de codo de pie (ACP)	113	5,55	103,87	122,13
Alcance máximo del brazo (AMB)	88,23	4,961	80,07	96,39
Alcance lateral del brazo (ALB)	95,93	6,351	85,48	106,38

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Evaluación a través de las ecuaciones de relaciones corporales de los usuarios con medios de trabajo existentes en los locales.

Evaluación de los medios de trabajo

Teniendo en cuenta la media (\bar{X}) y desviación típica o estándar (S) de las medidas obtenidas, se procede a realizar la evaluación de los medios existentes en el Departamento: (Los medios estudiados se muestran en las figuras 6 y 7)



Fig. 2 - Sillas utilizadas en el departamento

- Silla 1:

$$h_{\text{asiento}} = 44\text{cm}$$

El 52% de los trabajadores podrán utilizar la silla cómodamente.

- Silla 2:

$$h_{\text{silla 2}} = h_{\text{silla 1}}$$

El 52% de los trabajadores podrán utilizar la silla cómodamente.

$$\text{Reposabrazos} = 17\text{cm}$$

El 0.05% de los trabajadores no podrá apoyar los brazos en el reposabrazos cómodamente.

- Silla 3:

$$h_{\text{asiento}} = 46\text{cm}$$

El 74% de los trabajadores podrá utilizar la silla cómodamente.

$$h_{\text{reposabrazos silla 3}} = h_{\text{reposabrazos silla 2}}$$

El 0.05% de los trabajadores no podrá apoyar los brazos en el reposabrazos cómodamente.



Fig. 3 - Mesas utilizadas en el departamento

- Mesa 1:

Este es un puesto de trabajo específicamente para computadoras.

$$h_{\text{mesa}} = 65.5\text{cm}$$

Al 14% de los trabajadores no les servirá la altura de la mesa.

$$\text{Ancho} = 77.5\text{cm}$$

$$\text{Profundidad} = 45\text{cm}$$

Estas mesas son más pequeñas y menos cómodas, pero los trabajadores podrán alcanzar todos los puntos del plano de trabajo. También se emplean para otros trabajos de oficina, además de su función principal.

- Mesa 2:

$$h_{\text{mesa}} = 72\text{cm}$$

Al 92% de los trabajadores les servirá la altura de la mesa.

$$a = 120\text{cm}$$

$$\text{Profundidad} = 74\text{cm}$$

- Mesa 3:

$$h_{\text{mesa}} = 73\text{cm}$$

Al 96.50% de los trabajadores les servirá la altura de la mesa.

$$a = 124\text{cm}$$

$$\text{Profundidad} = 53\text{cm}$$

- Mesa 4:

$$h_{\text{mesa}} = 72\text{cm}$$

Al 92% de los trabajadores les servirá la altura de la mesa.

$$a = 140\text{cm}$$

$$\text{Profundidad} = 80\text{cm}$$

Todas las mesas resultan cómodas para los trabajadores, puesto que los mismos serán capaces de alcanzar cada punto del plano de trabajo.

Conclusiones

1. El procedimiento para estudios foto-antropométricos con procesamiento digital de imágenes permite la realización de estudios antropométricos de forma rápida, precisa y confiable, obteniendo los datos de 20 dimensiones antropométricas.
2. La tabla de las dimensiones antropométricas del personal del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE elaborada, permitirá evaluar y diseñar puestos de trabajo para contribuir a alcanzar el confort y bienestar de sus recursos humanos en el entorno laboral.
3. Los principales defectos encontrados en la infraestructura actual de mobiliario, del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE, son las sillas del modelo 1 y 2 las que pocas personas pueden utilizarlas cómodamente,
4. El plano de trabajo de las mesas existentes es adecuado, pero la altura no es apropiada para colocar un monitor para trabajos de cómputo.

Referencias Bibliográficas

1. (OIT), O.I.d.T. *Ergonomía*. 2024; Available from: <https://www.ilo.org/es/ergonomia>.
2. (IEA), I.E.A. *What Is Ergonomics (HFE)?* 2024; Available from: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>.
3. Balanzategui, P.O.D. and A.I.A. Valdiviezo, *Consideraciones sobre ergonomía física y cognitiva en el ámbito laboral*. Más Vita, 2024. **6**(3): p. 106-118. 2665-0150
4. Fajardo-Bautista, L.Y., et al., *Ergonomía física en trabajadores de la salud. Revisión narrativa*. Revista Investigación en Salud Universidad de Boyacá, 2024. **11**(1), 2539-2018
5. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, E.-O. *Trastornos musculoesqueléticos*. 2024; Available from: <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>.
6. Alonso Becerra, A., *Ergonomía*, ed. E.F. Varela. 2006, La Habana, Cuba. 959-07-0192-2
7. Alves Junior, C.A.S., et al., *Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis*. Advances in Nutrition, 2017. **8**(5): p. 718-727. 2161-8313
8. Lara-Pérez, E.M., E.I. Pérez-Mijares, and Y. Cuellar-Viera, *Antropometría, su utilidad en la prevención y diagnóstico de la hipertensión arterial*. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río, 2022. **26**. 1561-3194
9. Ron, M. and E. Escalona, *Revisión sistemática sobre metodologías en estudios de antropometría y fuerza de mano en trabajadores*. Salud de los Trabajadores, 2021. **29**(2): p. 128-145. 1315-0138
10. Saha, A.K., et al., *Ergonomic design of computer laboratory furniture: Mismatch analysis utilizing anthropometric data of university students*. Heliyon, 2024. **10**(14). 2405-8440
11. Ortega, J.S., et al., *Rediseño de Puestos de trabajo Orientado a Criterios Ergonómicos Generales. Una Revisión Bibliográfica*. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 2024. **8**(5): p. 160-177. 2707-2215

12. Nariño Lescay, R., A. Alonso Becerra, and A. Hernández González, *Antropometría. Análisis comparativo de las tecnologías para la captación de las dimensiones antropométricas*. Revista Eia, 2016(26): p. 47-59. 1794-1237
13. World Health Organization and the United Nations Children's Fund, W.-U., *Recommendations for data collection, analysis and reporting on anthropometric indicators in children under 5 years old*. 2019. 158.
14. Díaz-García, L.I.G.-Z., A. Estrada- Restrepo, *Comparación entre variables antropométricas auto reportadas y mediciones reales*. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN, 2012. **62**. 0004-0622
15. Perumal, N., et al., *Anthropometric data quality assessment in multisurvey studies of child growth*. The American journal of clinical nutrition, 2020. **112**: p. 806S-815S. 0002-9165
16. Riesco, J.M.G., *CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA*. 2020.
17. Negrón González, J.C., *Requerimientos cognoscitivos para el diseño de un laboratorio virtual de antropometría*, in *Ingeniería Industrial*. 2015, Instituto Superior Politécnico José Anonio Echeverría: La Habana, Cuba. 1815-5936
18. Villanueva Bonilla, S., L. Saavedra Layera, and C. Vergara Núñez, *Comparación de mediciones antropométricas directa y con sistema de imagen 3D, en adultos jóvenes.*, in *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* 2018. 0718-5391
19. *Constitución de la República de Cuba*. 2019: Cuba.
20. Hechevarría Fajardo, A., *Metodología para la gestión de riesgo de la seguridad y salud en el trabajo en las escuelas del Consejo Popular Pedro Díaz Cuello.*, in *Revista de Investigación Latinoamericana en competitividad organizacional*. 2021. 2659-5494
21. ISAK, *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. 2005, School of Biokinetics, Recreation and Sport Science Potchefstroom University CHE, República de Sudáfrica: ISAK: Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Contribución de cada autor

Roberto Abreu Paz: Diseño del procedimiento para realizar estudios foto-antropométricos con procesamiento digital de imágenes y supervisión de la aplicación del procedimiento en el Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE.

Camila Amaro Barreiro: Diseño del procedimiento para realizar estudios foto-antropométricos con procesamiento digital de imágenes en el Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE. Evaluación de la infraestructura actual del mobiliario del Departamento.

Alicia Alonso Becerra: Tutoría del diseño del procedimiento para realizar estudios foto-antropométricos con procesamiento digital de imágenes y supervisión de la aplicación del procedimiento en el Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE.

Dahniz Díaz Pereira: Supervisión de la evaluación realizada a la infraestructura actual de mobiliario del Departamento Carrera de la Facultad de Ingeniería Industrial de la CUJAE.