

# ESTUDIO ERGONÓMICO DEL MOBILIARIO DEL LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

Mauricio Jesús Rivas Gil\*

## INTRODUCCIÓN

La visión antropológica del ser humano no se encuentra en ninguna otra disciplina. En esta ciencia se estudia al hombre en sus dos componentes principales: la biología y la cultura. En este sentido es donde la antropología física se constituye como una herramienta fundamental para explicar el desarrollo biológico del hombre.

Valiéndose de la antropometría como una de las técnicas principales, la bioantropología aporta teorías para conocer el desarrollo del ser humano, a través de sus diversas áreas de conocimiento como la auxología, kinantropometría, antropología forense, ergonomía, entre otras. Con el estudio de las dimensiones corporales, el interés por la relación entre estas dimensiones y el entorno se incrementó; en este punto es donde la ergonomía se convierte en un área de vital importancia para este tipo de problemas.

Desde que el ser humano comenzó a interactuar de manera compleja con el ambiente a través de la fabricación de implementos y maquinarias, la idea del «ajuste» del hombre a su entorno se amplió notablemente. Como indica metafóricamente Osborne (1990), se han alargado los brazos para alcanzar controles inalcanzables, se ha estirado la percepción para oír lo inaudible y ver lo invisible y se han

\* Unidad de Estudios Morfológicos y de Salud del Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la Universidad Central de Venezuela.

recortado los miembros para ajustarse a espacios muy pequeños. Debido a este ajuste tan pobre del operador humano y la máquina, se han perdido muchas vidas, se ha reducido la productividad y se han cometido innumerables errores.

El problema del mal diseño de determinados implementos consiste en que el hombre es un animal muy adaptable y aprende a acomodarse a casi cualquier exigencia. Él mismo puede operar máquinas mal diseñadas, puede tolerar malas posturas o usar herramientas muy complicadas, produciendo en muchos casos cualquier tipo de lesiones (Edholm 1967).

La ergonomía está definida por la Asociación Internacional de Ergonomía como el estudio de la interacción entre el hombre y el medio que lo rodea, analizando los aspectos anatómicos, físicos y psicológicos del ser humano e interesándose por la eficiencia, salud, seguridad y confort de las personas en los lugares de trabajo, recreación y el hogar (Kamal 1996). Esta ciencia es interdisciplinaria, ya que en la misma trabajan un grupo muy amplio de profesionales como arquitectos, ingenieros, psicólogos y antropólogos (McCormick 1980).

En función de la importancia de esta disciplina para el enfoque funcional y óptimo del hombre con su trabajo, surgió la idea de iniciar un estudio ergonómico del mobiliario del laboratorio de Antropología Física de la UCV. Se conoce por experiencia propia que las jornadas de estudio en ese recinto oscilan entre 2 y 6 horas diarias y las dimensiones del mobiliario no son las más adecuadas. Este mal diseño puede provocar no sólo fatiga, sino un estrés psicológico ocasionado por lesiones físicas, enfermedad o intensidad del trabajo, produciendo un desgaste en el organismo y afectando la eficiencia en el desempeño de su actividad (Consejo Interamericano de Seguridad 1964). Puede ocasionar también graves problemas físicos, ya que el organismo está constituido por materiales deformables y el ser humano no posee la suficiente habilidad instintiva para saber cuando sus procesos fisiológicos han llegado a su máximo (Croney 1978).

El objetivo principal de esta investigación consiste en determinar la adecuación entre algunas características antropométricas de los posibles usuarios y las dimensiones del mobiliario del mencionado laboratorio, en relación con las actividades que en él se realizan y tomando en cuenta las normas ergonómicas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Antropología Física de la Escuela de Antropología de la UCV, ubicado en el primer piso. Este laboratorio fue fundado en 1991, posee una planta de 27.66 m<sup>2</sup> y está constituido por diversos tipos de mobiliario, entre los que se encuentran los mesones y los bancos. En este laboratorio se llevan a cabo distintas actividades, todas ellas académicas, correspondientes a las diversas especialidades en bioantropología. Estas actividades son, en su mayoría, cursos pertenecientes a las materias que conforman los ciclos general y profesional del Departamento de Antropología Física de esta escuela.

El análisis se centró en las dimensiones de los bancos y mesones porque pertenecen a los puestos de trabajo donde los usuarios realizan la mayoría de las actividades. Además se conoce por experiencia propia que dicho mobiliario es el principal causante de molestias físicas. Después del análisis de cada una de las dimensiones del mobiliario se observó que las que producen mayores molestias son las siguientes:

- Altura de la superficie del asiento
- Anchura y profundidad del asiento
- Altura del apoyapiés del asiento
- Altura al borde superior de los mesones
- Altura al borde inferior de los mesones

### Población y muestra

El universo de estudio estuvo conformado por 298 individuos, correspondientes al total de estudiantes regulares inscritos en la Escuela de Antropología de la UCV para el periodo lectivo I-97. El tamaño de la muestra se obtuvo a través de la fórmula descrita por Mendenhall (1987) para calcular tamaño muestral. La fórmula calcula el número de la muestra de una población de forma estratificada (por sexo, en nuestro caso) con un error de estimación de 0.1. Una vez obtenido el tamaño de la muestra, que fue de 74 individuos (32 hombres y 42 mujeres), se procedió a seleccionarlos a través de un muestreo al azar

con una tabla de números aleatorios, que se realizó sin reemplazamiento.

### Medidas antropométricas

Las medidas antropométricas tomadas fueron seleccionadas de las descritas por Vargas (1988) y Panero y Zelnik (1987) para estudios ergonómicos; la talla se tomó según la metodología descrita por el IBP (Weiner y Lourie 1981). Las dimensiones en posición sedente se tomaron en un asiento estándar de metal, cuya altura es de 40 cm, debido a los grandes errores de medición que podría acarrear tomarlas en los bancos del laboratorio. Se tomaron las siguientes medidas:

1. Medidas en posición de pie. *Talla*: distancia vertical tomada desde el suelo hasta el vértex, con el individuo de pie, la espalda recta, hombros relajados y el plano de Frankfort paralelo al piso. Esta medida es imprescindible para conocer la estatura general de nuestra muestra. *Altura de codo flexionado*: es la distancia vertical que existe entre el suelo y el olecranon del brazo izquierdo, con el sujeto de pie, pies juntos, espalda recta y con el brazo flexionado. Esta medida se utiliza para estimar la altura idónea de la superficie de trabajo en una actividad de pie.

2. Medidas en posición sedente: *Anchura de caderas*: es la distancia horizontal que existe entre los puntos en que la cadera es más ancha, con el individuo sentado y con las manos sobre los muslos. Esta medida es indispensable para calcular la anchura idónea de los asientos. *Altura del muslo*: es la distancia vertical que existe entre la superficie del asiento y el punto más prominente del muslo izquierdo, con el individuo sentado. Sirve para calcular la distancia ideal entre la superficie del asiento y el borde inferior de la superficie de trabajo. *Altura de codo flexionado*: es la distancia vertical que existe entre la superficie del asiento y el olecranon del brazo izquierdo, con el individuo sentado y la espalda recta. Es la medida ideal para calcular la altura idónea del apoyabrazos de los asientos. *Altura de la rodilla*: es la distancia que existe entre el suelo y la parte superior de la rodilla izquierda, con el individuo sentado. Esta medida sirve para calcular la altura idónea que debe existir entre el suelo y el borde inferior de

la superficie de trabajo. *Altura poplítea*: es la distancia vertical que existe entre el suelo y la parte posterior de la rodilla izquierda, con el individuo sentado. Es indispensable para calcular la altura de los asientos. *Distancia nalga-poplítea*: es la distancia horizontal que existe entre la parte posterior de la rodilla izquierda (hueco poplíteo) y la parte más prominente de la nalga, con el individuo sentado. Es la medida ideal para calcular la profundidad de las asientos.

### **Instrumentos**

Para la talla se utilizaron dos cintas métricas de plástico de 150 cm cada una, pegadas a la pared una sobre la otra. Se utilizó una tabla rectangular de 25 por 27 cm y un espesor de 2 cm para marcar la medida. El resto de ellas se tomaron con un antropómetro marca GPM, de fabricación suiza. Las dimensiones del laboratorio fueron tomadas con una cinta métrica de metal de 3 m marca Stanley.

### **Técnicas de análisis**

Para el análisis ergonómico se construyó una escala percentilar de dimensiones antropométricas basada en la metodología descrita por Panero y Zelnick (1987), con la finalidad de fraccionar en categorías porcentuales la muestra estudiada.

Los puntos de corte utilizados en nuestro estudio fueron los percentiles 10° y 90°, ya que los percentiles 5° y 95° propuestos como puntos de corte por Panero y Zelnick (1987) presentan valores extremadamente bajos y altos respectivamente.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Dimensiones del mobiliario**

Las superficies de trabajo utilizadas están compuestas por dos mesones de madera, con una superficie rectangular de 190.5 cm de largo por 99.7 cm de ancho, con un espesor de 3.6 cm y una altura al borde

superior de 89.5 cm. Los asientos están compuestos por 9 bancos de madera con una superficie rectangular de 26.1 cm de diámetro y un espesor de 2 cm. De esta superficie circular se desprenden 4 patas del mismo material dispuestas en forma piramidal. Los bancos poseen una altura de 66.1 cm desde el borde superior hasta el piso.

### Características antropométricas

A pesar de que se englobó en un solo grupo las muestras de hombres y mujeres, no existe gran variabilidad entre las medidas para cada dimensión antropométrica. En el cuadro 1 se observa la distribución percentilar para cada dimensión de la muestra general, ordenadas de menor a mayor, y donde se destacan los percentiles 10° y 90° como puntos de corte para el análisis ergonómico.

*Cuadro 1*  
Dimensiones antropométricas en escala percentilar  
de la muestra total

P	TALLA	CO-PIE	CADE	MUSL	CO-SEN	ROD	AL-PO	NA-PO
95	182.9	111.6	39.1	18.6	26.6	55.8	46.3	49.7
<b>90</b>	<b>179.8</b>	<b>110.4</b>	<b>38.7</b>	<b>16.6</b>	<b>25.5</b>	<b>54.5</b>	<b>45.5</b>	<b>49.0</b>
50	165.3	101.1	35.6	14.5	22.4	49.6	41.6	46.1
<b>10</b>	<b>155.0</b>	<b>95.3</b>	<b>32.3</b>	<b>13.0</b>	<b>17.7</b>	<b>45.4</b>	<b>36.8</b>	<b>42.2</b>
5	153.9	93.9	31.6	12.5	16.6	41.6	34.4	36.0

P: percentiles / CO-PIE: altura al codo con el sujeto de pie / CADE: anchura de cadera / MUSL: altura del muslo / CO-SEN: altura al codo en posición sedente / ROD: altura a la rodilla / AL-PO: altura poplíteica / NA-PO: distancia nalga-poplíteica.

### Relación hombre-puesto de trabajo

#### *Asientos*

Altura. La altura de cualquier asiento se debe estimar a partir de la altura poplíteica de los usuarios del mismo (McCormick 1980, Vargas 1988, Panero y Zelnik 1987). Nuestro estudio reveló que la altura de los bancos no se adecua a los individuos de nuestra muestra. Se observó que los bancos son 19.8 cm más altos que el valor del P95 para

la altura poplítea de la muestra estudiada (figura 1). Esta altura excesiva del asiento crea una compresión en la cara inferior de los muslos, produciendo incomodidad y perturbación en la circulación sanguínea. Esto se debe a que los suaves tejidos de los muslos no están concebidos para soportar peso, además de que un contacto insuficiente entre el piso y las plantas de los pies disminuye la estabilidad del cuerpo (Panero y Zelnik 1987). Esta compresión disminuye cuando los sujetos colocan los pies en el apoyapiés del asiento, pero aun así estarán cómodos solamente los individuos que posean una altura poplítea mayor o igual a 47 cm, medida superior al valor del P95 de la muestra de potenciales usuarios, ya que la distancia que existe entre el borde superior del apoyapiés y el piso es de 17 cm. Además, esta posición no permite introducir las piernas por debajo de los mesones. La altura del asiento, por ser una dimensión de alcance, se deben emplear para su diseño los datos antropométricos de las personas de menores dimensiones, para que se adapte a la mayoría de los usuarios (*ibidem*). Es por esto que la misma se debe estimar con base en el valor del P10 (36.8 cm.) para la altura poplítea de nuestra muestra, más una constante de 3.6 cm descrita por Panero y Zelnik (1987), corres-

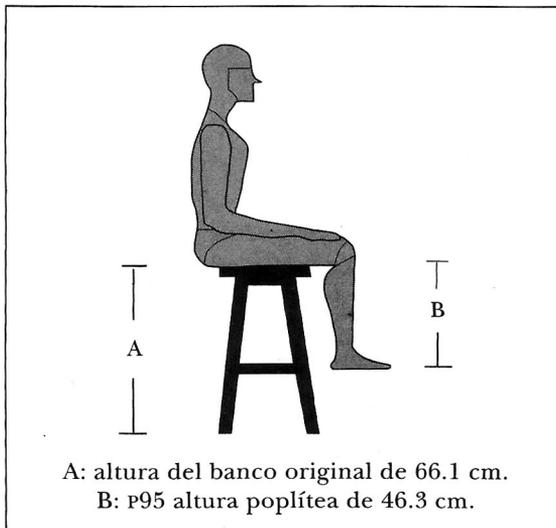
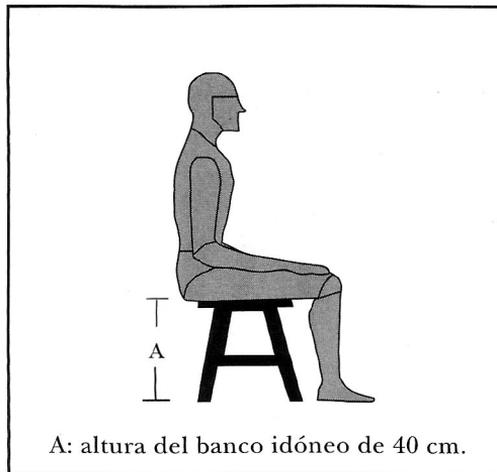


Figura 1. Altura del banco original.

pondiente a los tacones y vestimenta de los usuarios. Esto nos da una altura para los bancos de 40 cm que se adecua al 90% de los posibles usuarios (figura 2). Esta medida se adecua al rango de variabilidad que describe Cronney (1978) para la altura idónea del asiento en hombres y mujeres adultos.

**Anchura y profundidad.** La anchura y profundidad de los asientos se debe estimar a partir de la anchura de cadera y la longitud nalga-poplíteo respectivamente (Vargas 1988). Los bancos de nuestro estudio poseen una superficie de forma circular, por lo que no se puede diferenciar la anchura de la profundidad en los mismos. Aun así podemos observar que el diámetro de los bancos no se adecua a ninguno de los individuos de la muestra en las dimensiones antes mencionadas. Dicha superficie es más estrecha que el valor de P5 para dicha dimensión, observándose una diferencia de 5 cm entre ambos valores. Para la longitud nalga-poplíteo existe una diferencia de 9.9 cm entre el valor del P5 de esta dimensión y la superficie del asiento. Esto significa que ningún individuo de la muestra de potenciales usuarios estaría cómodo en dichos bancos (figura 3), por tal motivo Cronney (1978) señala que tanto la profundidad como la anchura de los asientos deben ser suficientemente amplias para permitir un control de la estabilidad. La anchura idónea para los bancos de nuestro estudio debe ser de 39 cm, esto es el valor de P90, de la muestra total



*Figura 2.* Altura idónea del banco.

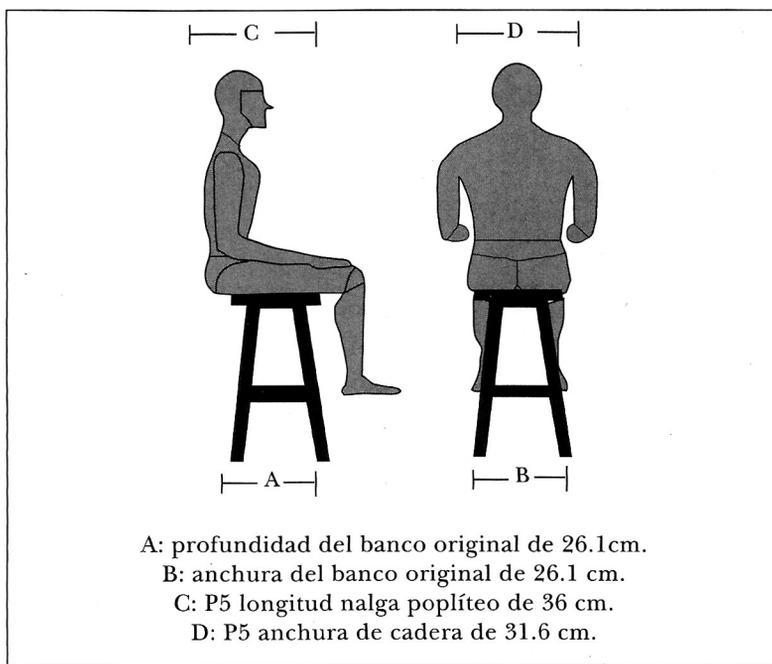
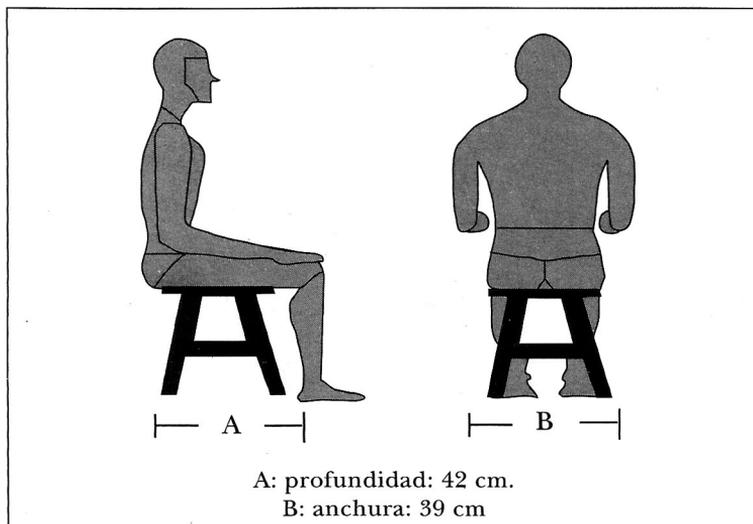


Figura 3. Anchura y profundidad de los bancos originales.

ya que ésta es una dimensión de holgura. Así mismo la profundidad debe ser de 42 cm. Esto es el valor de P10, ya que es una dimensión de alcance (figura 4), lo que evita un torniquete en la zona posterior de las rodillas de los usuarios más pequeños, además de prevenir que el individuo se vea obligado a desplazar las nalgas hacia adelante, dejando sin apoyo la espalda e intensificando el esfuerzo muscular (Paterno y Zelnik 1987).

### Mesones

La altura al borde superior de cualquier superficie de trabajo se debe estimar a partir de la del codo flexionado en posición sedente, si es una actividad sentado; y del codo flexionado de pie, si es una actividad de pie; (*ibidem*). En el laboratorio de nuestro estudio, la altura al borde superior de los mesones se debe analizar cuidadosamente, ya que los usuarios realizan las actividades tanto de pie como sentados. La altura al borde superior de los mesones se adecuan sólo al



*Figura 4.* Anchura y profundidad de los bancos idóneos.

10% de los sujetos en posición sedente con los bancos originales en relación con la altura del codo flexionado en posición sedente. La altura al borde inferior se debe calcular a partir de la altura de rodilla y la del muslo en conjunto con la del asiento (Panero y Zelnik 1987). El borde inferior de los mesones posee un listón de madera de 13.2 cm de altura, que reduce el espacio para introducir los muslos a 6.7 cm, medida menor al valor de P5 para la altura del muslo, por lo que la mayoría de los individuos de nuestra muestra no puede realizar tal acción (figura 5). Este inconveniente ocasiona fatiga e incomodidad, debido a que es necesario un espacio suficiente para que entren los muslos (Vargas 1988). Con los nuevos asientos sí es posible introducir los muslos debajo de los mesones, pero la altura al borde superior de los mismos sería excesiva (figura 6). Debido a la complejidad en el cálculo de la altura de los mesones, primero se debe estimar la altura al borde inferior, para luego calcularla al borde superior. La altura del primero se estimó a partir del valor de P95 para la altura del muslo de la muestra en conjunto, con la altura del asiento más la constante descrita anteriormente para la tolerancia de vestimenta, lo que nos da una altura de 63 cm para el borde inferior. En este caso se utilizó el valor del P95, ya que es de vital importancia que casi todos los individuos puedan introducir los muslos debajo de los mesones.

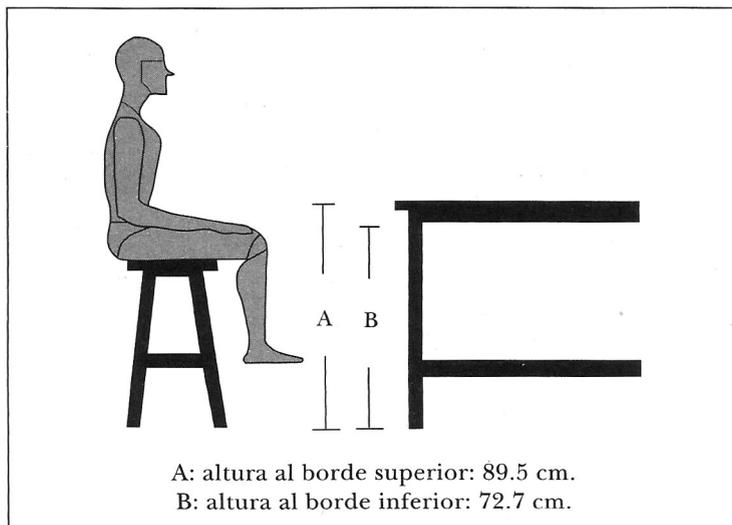


Figura 5. Altura del mesón con el individuo sentado en el banco original.

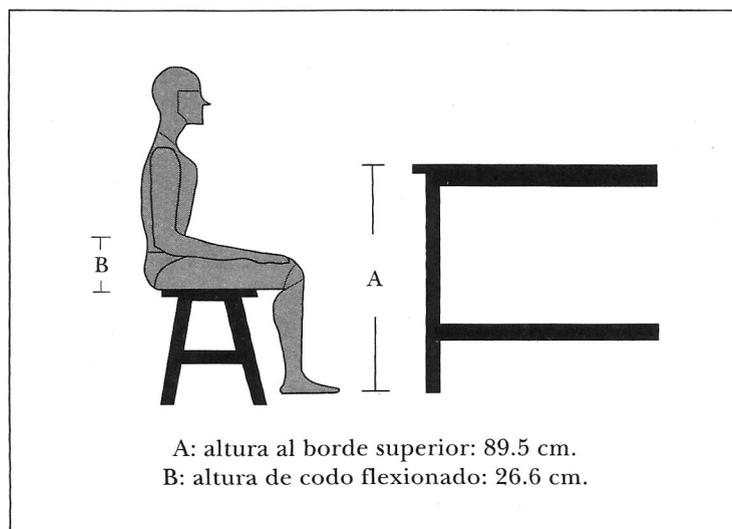


Figura 6. Altura del mesón con el individuo sentado en el banco idóneo.

A esta altura se le suman 5 cm correspondientes a un listón de madera para reforzar el mesón y 2 cm de espesor para la superficie, obteniendo un borde superior con una altura de 70 cm (figura 7). Esta dimensión supera el valor del P95 para la altura de codo flexionado en posición sedente, pero según estudios realizados, la característica más importante de una superficie de trabajo consiste en que se puedan introducir los muslos debajo de la misma. La movilidad de los brazos permiten cierta adecuación a superficies ligeramente elevadas.

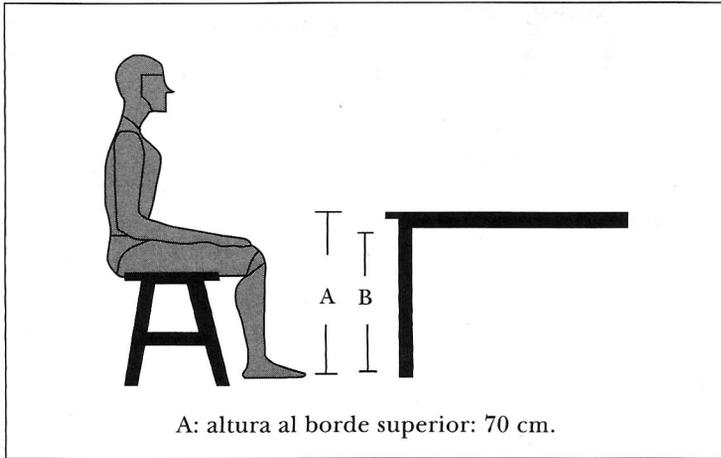


Figura 7. Altura del mesón sugerido con el individuo sentado en el banco idóneo.

## CONCLUSIONES

1. A través de este estudio se demostró que el mobiliario del laboratorio no se adecua a las características antropométricas de los potenciales usuarios.

2. La altura máxima de los bancos de trabajo sobrepasa el valor del P95 para la altura poplíteica de los posibles usuarios, lo que produce compresión en los vasos sanguíneos de los muslos e inestabilidad.

3. La compresión e inestabilidad se reduce cuando los sujetos colocan los pies en el apoyapiés del banco, pero aun así la altura del banco excede el valor del P95 para la altura poplíteica de los posibles

usuarios, además de no permitir introducir las piernas por debajo de los mesones.

4. La anchura de los bancos de trabajo es más estrecha que el valor del P5 para la anchura de caderas y no se adecua a ninguno de los individuos.

5. La dimensión de la profundidad de los bancos es menor al valor del P5 para la longitud nalga-poplíteo, por lo que la misma no se adapta a ningún individuo de nuestra muestra.

6. La altura al borde superior de los mesones se ajusta a los individuos en una actividad en posición de pie, ya que la misma es menor al valor del P5 para la altura de codo en posición de pie, pero no se adecua en actividades en posición sedente con los bancos originales, ya que su dimensión es mucho menor al valor del P5 para la altura de codo en posición sedente.

7. La altura al borde inferior de los mesones no se adapta a los posibles usuarios con los bancos originales, ya que no permite introducir los muslos debajo de los mismos. Con los bancos sugeridos sí es posible introducir los muslos, pero la altura al borde superior es excesiva.

8. Las dimensiones de los bancos y superficies de trabajo sugeridas en este estudio se adaptan a la mayoría de los individuos de nuestra muestra, proporcionando una mayor comodidad en la realización de cualquier actividad y evitando posibles lesiones y enfermedades.

## REFERENCIAS

### CONSEJO INTERAMERICANO DE SEGURIDAD

1964 *El estrés psicológico, la salud y el error humano*, Practiguía, Chicago.

### CRONEY, J.

1978 *Antropometría para diseñadores*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

### EDHOLM, O. G.

1967 *Biología del trabajo*, Ediciones Guadarrama, Madrid.

### KAMAL, K.

1996 *Ergonomics: Application of Anthropometry to Work Place Design, Anthropometrica*, Norton and Olds, Sidney.

MCCORMICK, E.

1980 *Ergonomía*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

MENDENHALL, S.

1987 *Elementos de muestreo*, Grupo Editorial Iberoamericana, México.

OBORNE, D.

1990 *Ergonomía en acción, la adaptación del medio ambiente de trabajo al hombre*, Editorial Trillas, México, 2ª edición.

PANERO, J. Y M. ZELNIK

1987 *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*, Editorial Gustavo Gili, México.

VARGAS, L. A.

1988 Antropometría: un estudio con criterio ergonómico, en Fernando M. (coord.), *La salud y el trabajo*, Novum Corporativo, México.

WEINER, J. S. Y J. A. LOURIE

1981 Human Biology. A Guide to Field Method, *International Biological Programme*, Oxford Blackwell Scientific Publications, Handbook 9.