

## LA ERGONOMÍA Y LA ANTROPOLOGÍA FÍSICA

LETICIA E. CASILLAS Y LUIS ALBERTO VARGAS

La ergonomía estudia los aspectos morfológicos, fisiológicos, psicológicos y sociales de los seres humanos en su medio ambiente laboral. Es, por lo tanto, una disciplina cuya unidad se logra por su objeto de estudio, aunque sus técnicas hayan sido tomadas principalmente de la medicina, la antropología física, la psicología industrial y la ingeniería de factor humano.

Los nexos entre la antropología y la ergonomía son estrechos, ya que ambas se encuentran centradas en el estudio del hombre. Además, la ergonomía utiliza con frecuencia de la antropometría, técnica que se ha desarrollado dentro de la antropología física. En un principio la ergonomía se centró en el estudio de los problemas de trabajo en sociedades industrializadas y por lo tanto tuvo que tratar con personas provenientes de ellas, sin mayores problemas de adaptación social a su ambiente laboral. Sin embargo, al ampliar su campo de acción hacia países menos desarrollados y al contarse con ergónomos en estos mismos países, hubo un mayor interés en los problemas de adaptación social de los trabajadores a su ambiente laboral. Ello ha llevado a que los vínculos entre la ergonomía y la antropología cultural se estrechen. Un ejemplo de ello es un reciente simposio sobre las variables étnicas de la ingeniería de factor humano (*Chapanis*, 1975).

En México el interés en la ergonomía ha sido muy esporádico. Se ha despertado desde dos campos de estudio: el de la antropología y el de la arquitectura. En antropología ha quedado englobado bajo el rubro de antropología física aplicada y fundamentalmente ha sido encausado hacia el diseño de mobiliario escolar y de patrones para la industria del vestido (*Barba de Piña Chán*, 1954, *Faulhaber*, 1971 y *Vargas*,

y col., 1976). Desde el lado de la arquitectura, el interés también ha sido enfocado al diseño de mobiliario escolar (*García Olvera, 1967*). Sin embargo, recientemente se se han abierto en varias universidades, carreras de diseño industrial. Además siguiendo el ejemplo de otros países, algunas dependencias gubernamentales se han interesado en la ergonomía. Ello ha causado que desde hace pocos años se haya presentado un notorio interés en obtener información sobre ergonomía. Los antropólogos físicos comenzamos a ser asediados por estudiantes que piden información sobre las características antropométricas de la población mexicana que desean aplicar a la solución de un problema de diseño. Esta comunicación tiene como finalidad explicar algunas de las dificultades que aparecen al tratar de utilizar datos antropométricos obtenidos dentro de estudios antropológicos para problemas ergonómicos. También presentaremos dos ejemplos de estudios ergonómicos realizados en México, con el fin de señalar algunas de las dificultades encontradas.

### *La antropometría*

Los antropólogos físicos emplean la antropometría para estudiar la variabilidad humana en el marco de la evolución biológica. Por lo tanto se interesan en las medidas de segmentos anatómicos cuyo tamaño o forma se encuentren determinados genéticamente o que, cuando menos, reflejen alguna particularidad morfológica o fisiológica del organismo. William W. Howells (1969) ha definido algunos de los criterios importantes para seleccionar las medidas en cráneos que van a ser estudiados por los antropólogos físicos y el Programa Biológico Internacional ha publicado una lista con las medidas recomendables en estudios biológicos (*Weiner y Lourie, 1969*).

La ergonomía utiliza la antropometría para adecuar al medio ambiente laboral al hombre o para seleccionar determinadas personas para un trabajo específico. Por ejemplo O.G. Edholm (1967) muestra varios ejemplos de la forma en que los estudios antropométricos han ayudado a rediseñar herramientas y equipo. Durante la Segunda Guerra Mundial, el personal que formaba parte de los submarinos era seleccionado por su tamaño ya que estos vehículos debían de

cumplir rigurosas normas respecto a la distribución de su espacio interno. Por lo tanto, las medidas antropométricas que forma el ergónomo tienen una finalidad distinta de aquellas que usa la antropología física. Deben reflejar características de tamaño y forma, pero no para dilucidar semejanzas o diferencias biológicas, sino para buscar una adecuación entre hombre y espacio de trabajo. Por eso no siempre coinciden las medidas que toma el antropólogo físico y las que toma el ergónomo. Sin embargo las técnicas son muy semejantes aunque las mediciones en sí sean diferentes. Por ejemplo, la forma de la circunferencia del brazo, que es muy empleada en antropometría con fines biológicos, por ser un reflejo de la masa muscular en los niños, es prácticamente inútil en ergonomía. En cambio la altura del codo en flexión al plano de apoyo de los glúteos, estando el individuo sentado, sirve para calcular la altura de los descansos de los apoyos de los brazos en sillas. Desde el punto de vista biológico, esta medida no tiene sentido, ya que incluso no mide un segmento anatómico.

Insistimos en que la técnica general de toma de medidas es idéntica en los dos casos, es decir se puede usar el mismo equipo. Sin embargo en ergonomía se han establecido otros sistemas de medida, sobre todo por medios indirectos tales como la fotografía que son de más fácil manejo, aunque más caros y menos precisos.

### *El hombre medio y los límites de diseño*

Hacia los inicios de la Segunda Guerra Mundial, los diseñadores utilizaban frecuentemente el concepto de "hombre medio" para fundamentar sus trabajos. Ello equivale a hacer un maniquí con las dimensiones promedio encontradas en un grupo determinado. Pronto se abandonó este sistema de trabajo, al encontrar que este "hombre medio" era una abstracción y que ningún miembro del grupo tenía esas características (Hertzberg, 1955). Tampoco toma en cuenta la variabilidad sino únicamente una de las medidas de tendencia central. Este concepto fue sustituido por la utilización de datos provenientes de tablas centilares y por la desviación standard.

Las tablas centilares son muy sencillas en su uso y comprensión. Consisten en la división de los datos encontrados en cien partes iguales. Cuando se dice que un individuo está

en la percentilla 95 para una determinada medida —por ejemplo la talla— equivale a decir que el 94% de las personas del grupo son más pequeñas y el 4% son mayores que él para esa medida.

El uso de tablas centilares ha permitido el manejo de “límites de diseño” con que se buscan los extremos máximos o mínimos que satisfagan a un determinado porcentaje del grupo. Habitualmente se trata de satisfacer el 90%, fijando como límites la percentilla 5 y la 95. Albert Damon (1966) ha mostrado de manera gráfica y clara la bondad del uso de dichos límites de diseño.

Para construir dichas tablas se requiere contar con datos antropométricos representativos para distintos grupos humanos. En Estados Unidos se cuenta con abundante información proveniente de las fuerzas armadas (*Garret y col.*, 1971 y *Clau-ser*, 1972). Estos datos son poco empleados por los diseñadores civiles. Ellos prefieren emplear la información presentada por H. Dreyfuss (1967), quien ha elaborado maniqués con los hombres, mujeres y niños de formato pequeño, mediano y grande de la población norteamericana. En el texto que acompaña las láminas se señalan las limitaciones para su uso debidas fundamentalmente a que se encuentran basadas en los estudios de las fuerzas armadas, que no tienen un componente adecuado de negros y de otras minorías étnicas. Por otra parte, no se señala la metodología para elaborar las láminas ni su representatividad o al menos el número de sujetos incluidos para su manufactura.

### *Los estudios en México*

En México, los antropólogos físicos han estudiado fundamentalmente poblaciones indígenas, cuyos resultados han sido recopilados por J. Comas (1971). En un artículo previo hemos recopilado la bibliografía sobre población mestiza y urbana (*Casillas y col.*, 1978). En ningún caso se cuenta con datos obtenidos para ser aplicados en problemas ergonómicos, excepto los de diseño de mobiliario escolar (*Barba de Piña Chán*, 1954, *García Olvera*, 1967, *Vargas y col.* 1976 y *Casillas y col.*, 1977). El elaborar tablas para ser usadas en México es urgente. Para ello debe tomarse en cuenta la heterogeneidad biológica y cultural de la población nacional y sobre

todo para qué y para quién se utilizarán esos datos. Por tanto el muestreo debe ser muy riguroso, la técnica de medición muy precisa y las medidas deben estar bien seleccionadas para los problemas que se piensen solucionar.

Como ejemplo de los problemas de uso de estudios de antropología física en ergonomía presentaremos dos casos.

### *Estudios de buzos autónomos*

El primero fue hecho a solicitud del Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM. El problema que presentaron fue el que se evaluara si un grupo de su personal académico era apto para la realización de buceo autónomo y poder efectuar investigaciones submarinas

En este caso se consideró que las mediciones antropométricas tradicionales no tenían importancia, ya que el medio ambiente laboral no tiene limitaciones previsibles de espacio. Por otra parte el equipo de buceo tiene posibilidades de adaptación a las necesidades individuales. Por lo tanto consideramos que lo importante era medir la capacidad física y el estado de la función cardiovascular.

Con el fin de lograr estos objetivos se practicó a cada una de las personas un estudio antropométrico, con el fin de obtener la constitución física, un electrocardiograma, que desgraciadamente solo pudo ser hecho en reposo y un estudio espirométrico.

Durante el mes de marzo de 1977 se estudiaron un total de 21 hombres y 4 mujeres. Las mediciones antropométricas se hicieron de acuerdo con las técnicas recomendadas por el Programa Biológico Internacional (*Weiner y Lourie, 1969*). Las medidas tuvieron por objeto calcular la constitución física mediante la técnica de R.W. Parnell, con el fin de poder comparar los resultados con los obtenidos al estudiar un grupo de estudiantes de la Facultad de Medicina (*Vargas y col., 1975*). El peso, la talla y la presión arterial se pudieron comparar con los de un grupo mayor de estudiantes de la UNAM (*Casillas y col., 1978*). La prueba del escalón de Harvard mide la capacidad física global; sus resultados se reportan en forma del índice de recuperación, cuyo valor, si es menor de 55 indica una condición física pésima, y excelente si está por arriba de 90. La técnica para esta prueba y los

resultados obtenidos entre estudiantes de medicina aparecen en el trabajo citado líneas arriba. La capacidad vital se obtuvo con un espirómetro seco Pulmonor Jones. Con el aparato vienen una serie de tablas de valores normales para la población norteamericana, tomando en cuenta edad, talla, peso y sexo, que son considerados como el valor previsto de la capacidad vital. Según el resultado obtenido con cada persona, se calculó el porcentaje que tenían de dicha capacidad vital prevista. El electrocardiograma fue tomado en reposo con la técnica habitual.

Los resultados obtenidos aparecen en las tablas 1 y 2 separados por sexos. En ellas llama la atención el que hombres y mujeres de este grupo eran muy semejantes en talla y presión arterial a los estudiantes universitarios. Entre las mujeres, el peso de las buceadoras es menor que el de las estudiante, lo que refleja claramente su constitución física, que muestra una menor adiposidad y mayor linealidad. El índice de recuperación después de practicar la prueba de Harvard es mejor que el de las universitarias, pero de cualquier manera es pésimo. La capacidad vital estuvo en promedio dentro de límites de normalidad. Entre los hombres, en cambio, la constitución de los de Ciencias del Mar y los estudiantes fue semejante, aunque los primeros son ligeramente más altos y pesados. El índice de recuperación entre los buceadores y regular entre los estudiantes. En cambio la capacidad vital del grupo de profesionistas fue excelente, ya que estuvo arriba de los valores previstos. En hombres y mujeres los resultados del electrocardiograma siempre fueron normales.

Ya se mencionó que, en este caso, lo que interesaba evaluar desde el punto de vista ergonómico era la posibilidad de que este grupo realizara investigaciones bajo el mar y que para ello los criterios que se pudieron aplicar fueron fundamentalmente los de analizar su función cardiovascular por medio del electrocardiograma y la capacidad física. Llamó la atención el que, a pesar de la buena capacidad vital y electrocardiograma en reposo encontrados, la prueba de Harvard mostrara una condición física pésima. Esto parece confirmar el que esta sencilla prueba es muy útil para mostrar la verdadera capacidad de realizar esfuerzos considerables por parte de personas cuya función cardíaca y respiratoria son

TABLA I

M U J E R E S

|  | Ciencias del mar |         | Facultad de Medicina |         | Estudiantes de la UNAM |         | Industria química |         |
|--|------------------|---------|----------------------|---------|------------------------|---------|-------------------|---------|
|  | $\bar{x}$        | S       | $\bar{x}$            | S       | $\bar{x}$              | S       | $\bar{x}$         | S       |
| Número   | 4                |         | 15                   |         | 578                    |         | 6                 |         |
| Edad en años                                   | 24.81            | ( 2.71) | 20.37                | ( 3.80) | 19.28                  | ( 1.99) | 46.20             | (12.46) |
| Talla en mm.                                   | 1,562            | (29.79) | 1,599                | (64.94) | 1,565                  | (63.70) | 1,511             | (54.60) |
| Peso en kg.                                    | 49.15            | ( 3.80) |                      |         | 52.71                  | ( 7.70) | 54.90             | ( 6.56) |
| Presión arterial máxima                        | 108.00           | ( 7.83) |                      |         | 117.54                 | ( 9.69) | 118.00            | ( 8.36) |
| Presión arterial mínima                        | 70.00            | (10.00) |                      |         | 75.00                  | ( 6.69) | 76.00             | ( 8.94) |
| % de la capacidad vital prevista               | 101.83           | (16.06) |                      |         |                        |         |                   |         |
| Índice de recuperación en la prueba de Harvard | 54.61            | ( 9.03) | 49.57                | (18.18) |                        |         |                   |         |
| Adiposidad                                     | 4.00             | ( 1.34) | 4.84                 |         |                        |         | 8.83              | ( 0.49) |
| Muscularidad                                   | 2.44             | ( 0.37) | 3.04                 |         |                        |         | 6.04              | ( 0.82) |
| Linealidad                                     | 4.19             | ( 1.18) | 2.74                 |         |                        |         | 2.66              | ( 1.15) |

TABLA 2

HOMBRES

|  | Ciencias del mar  |   | Facultad de Medicina |   | Estudiantes de la UNAM |   | Industria química |   |
|--|-------------------|---|----------------------|---|------------------------|---|-------------------|---|
|  | $\bar{x}$         | s | $\bar{x}$            | s | $\bar{x}$              | s | $\bar{x}$         | s |
| Número   | 21                |   | 94                   |   | 1,345                  |   | 5                 |   |
| Edad en años                                   | 29.09<br>( 5.31)  |   | 24.49<br>( 2.47)     |   | 19.80<br>( 2.18)       |   | 30.70<br>( 7.86)  |   |
| Talla en mm.                                   | 1,728<br>(48.75)  |   | 1,696<br>(67.32)     |   | 1,685<br>(68.68)       |   | 1,639<br>(52.90)  |   |
| Peso en kg.                                    | 67.33<br>( 8.23)  |   |                      |   | 60.19<br>( 8.29)       |   | 67.36<br>( 7.24)  |   |
| Presión arterial máxima                        | 118.66<br>( 6.99) |   |                      |   | 120.00<br>( 9.72)      |   |                   |   |
| Presión arterial mínima                        | 79.28<br>( 8.60)  |   |                      |   | 67.36<br>( 7.24)       |   |                   |   |
| % de la capacidad vital prevista               | 117.13<br>(13.23) |   |                      |   |                        |   |                   |   |
| Índice de recuperación en la prueba de Harvard | 53.95<br>(15.46)  |   | 69.14<br>(24.47)     |   |                        |   |                   |   |
| Adiposidad                                     | 3.67<br>( 0.84)   |   | 3.96                 |   |                        |   | 4.3<br>( 0.73)    |   |
| Muscularidad                                   | 4.07<br>( 0.82)   |   | 4.19                 |   |                        |   | 5.0<br>( 0.70)    |   |
| Linealidad                                     | 3.71<br>( 0.88)   |   | 3.16                 |   |                        |   | 2.5<br>( 0.93)    |   |



TABLA 3

ANTROPOMETRÍA DEL PERSONAL DE UN DEPARTAMENTO DE UNA INDUSTRIA QUÍMICO-FARMAÉUTICA

| Variable   | Total N=11<br>$\bar{x}$ s | Mujeres N=6<br>$\bar{x}$ s | Hombres N=5<br>$\bar{x}$ s |
|--|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Edad en años   | 36.9 (11.45)              | 1,511.6 (54.6)             | 1,639.7 (52.9)             |
| Peso en kilos  | 61.8 (9.05)               | 42.60 (12.46)              | 30.7 (7.86)                |
| Talla en mm.   | 1,581.4 (84)              | 54.9 (6.56)                | 67.36 (7.24)               |
| Altura a los ojos en mm.   | 1,479.4 (78)              | 1,415.8 (56)               | 1,532.3 (47.5)             |
| Altura a acromion en mm.   | 1,281.3 (76)              | 1,221.8 (67)               | 1,331.8 (37)               |
| Altura a codo en flexión en mm.  | 989.1 (560)               | 949 (57.5)                 | 1,022.7 (40)               |
| Altura a dactillon en mm.  | 591.6 (31)                | 575 (37)                   | 605.5 (17.6)               |
| Longitud de miembro superior en mm.                                    | 681 (45.1)                | 646.8 (30.6)               | 709.7 (34.1)               |
| Longitud de mano en mm.  | 177.4 (11.6)              | 168.2 (7.8)                | 185 (6.8)                  |
| Anchura de la mano cerrada en mm.                                      | 100.8 (16)                | 90 (19)                    | 110 (2.4)                  |
| Anchura de la mano abierta en mm.                                      | 183.7 (15.7)              | 173.6 (15.5)               | 192.1 (10.7)               |
| Distancia biacromial en mm.  | 377.3 (27.3)              | 352.6 (13)                 | 397.8 (17)                 |
| Distancia bicrestiláca en mm.  | 290 (14)                  | 287.4 (12.8)               | 292.3 (15.8)               |
| Distancia entre los codos con los brazos en abducción en mm.           | 785.3 (47.4)              | 754.6 (19)                 | 810.8 (50)                 |
| Segmento inferior en mm.   | 735 (28)                  | 654.6 (74)                 | 802.1 (32.6)               |
| Índice córnico   | 53.6 (4.4)                | 56.7 (4.3)                 | 51 (2.6)                   |
| Altura a la rodilla, con el sujeto de pie en mm.                       | 425 (39.5)                | 401.8 (37)                 | 444.6 (31.9)               |
| Altura a la parte superior de la rodilla, con el sujeto sentado en mm. | 477.2 (34.4)              | 443 (21.5)                 | 500 (17)                   |
| Distancia del sacro a la rodilla, con el sujeto sentado en mm.         | 520.6 (13.5)              | 517 (7.4)                  | 523 (17)                   |

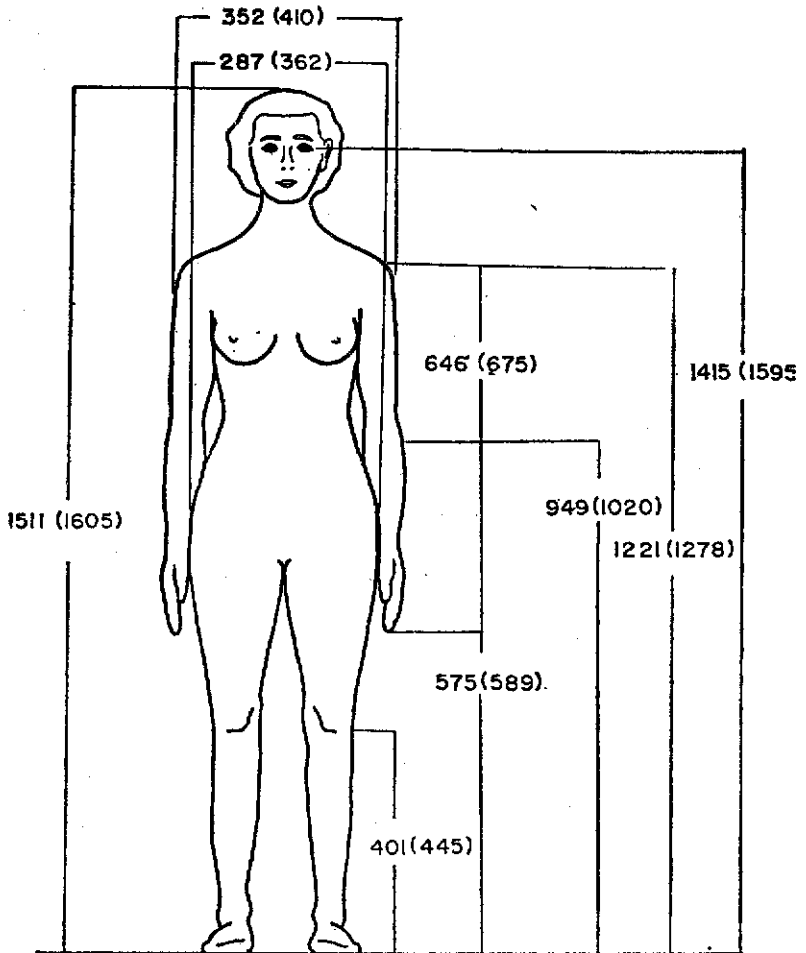


FIG. 1. Medidas promedio de las mujeres de una industria químico-farmacéutica. Las cifras están en mm. Los números en paréntesis corresponden a las medias de las norteamericanas.

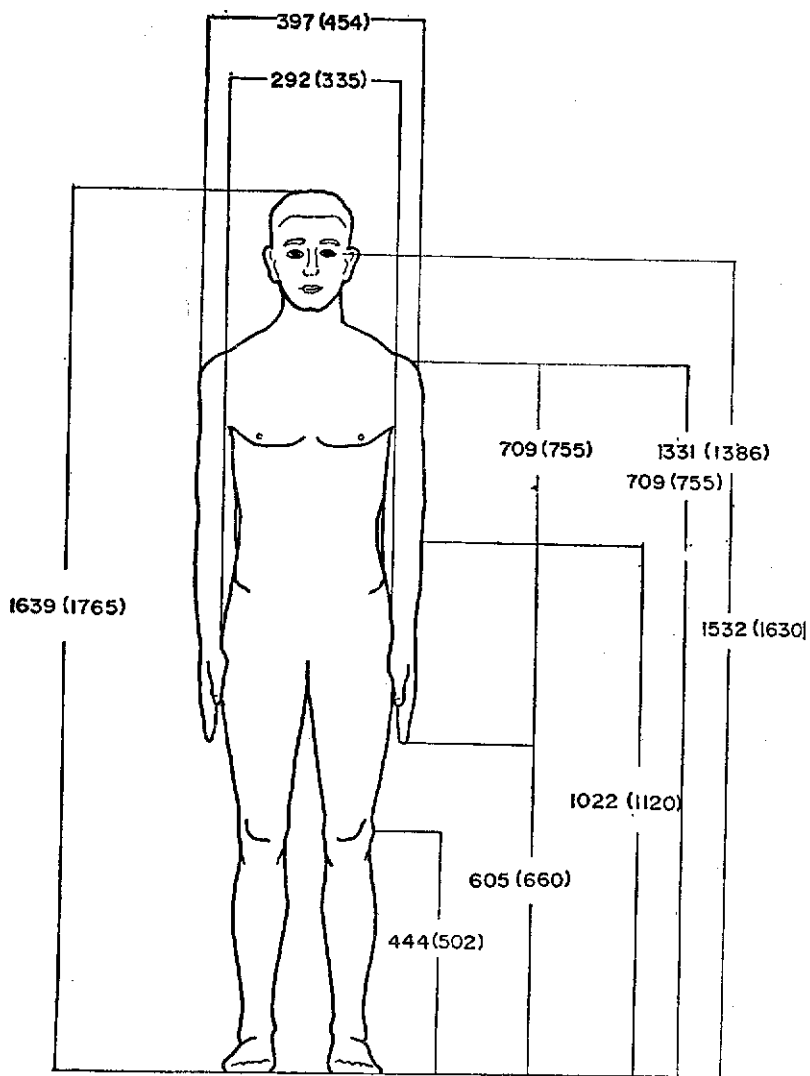


FIG. 2. Medidas promedio de los hombres de una industria quimicofarmacéutica. Las cifras están en mm. Los números en paréntesis son las medias de los norteamericanos.

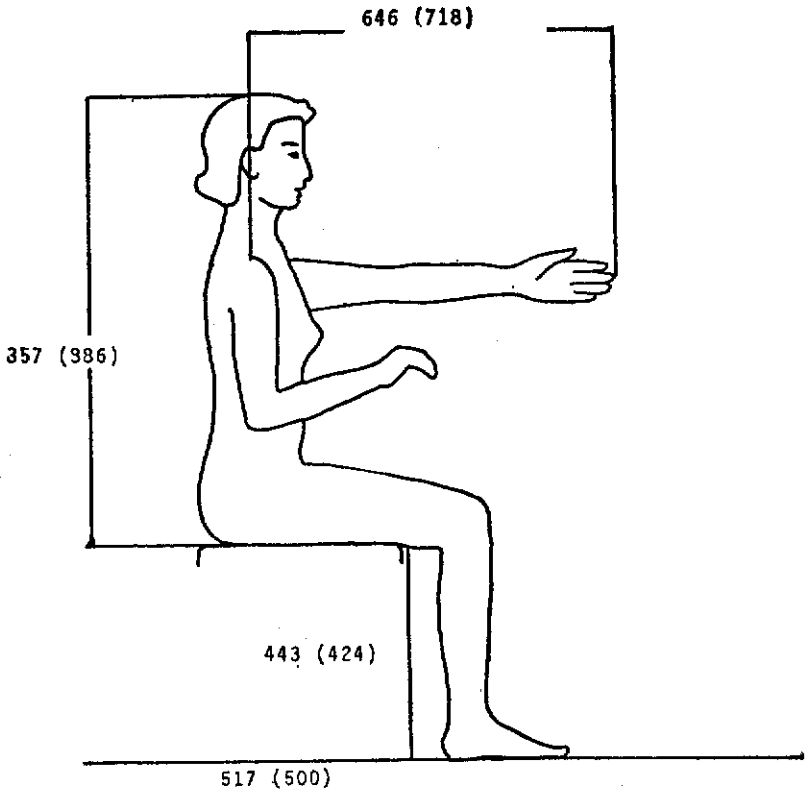


FIG. 3. Medidas promedio de las mujeres de una industria quimicofarmacéutica. Las cifras están en mm. Los números en paréntesis son los de las norteamericanas.

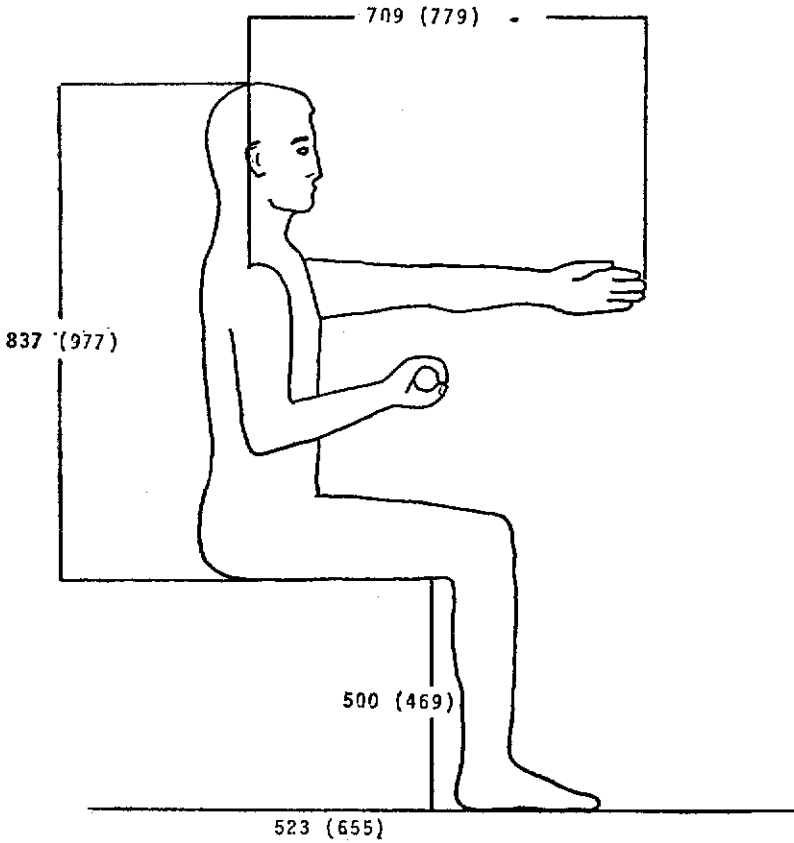


FIG. 4. Medidas promedio de los hombres de una industria quimicofarmacéutica. Las cifras están en mm. Los números en paréntesis son las medias de los norteamericanos.

aceptables en reposo. Los resultados obtenidos permitieron considerar que el grupo debía realizar un programa de acondicionamiento físico general, con el fin de poder afrontar situaciones de emergencia. Desde el punto de vista de su trabajo, debe tomarse en cuenta que el esfuerzo que realizan bajo el agua, es relativamente menor al que se hace sobre tierra, como resultado de la densidad del agua.

### *Estudio de personal de una industria químicofarmacéutica*

Este grupo fue estudiado a solicitud de la sección de Salud en la Industria del Departamento de Sociología Médica y Medicina Preventiva de la Facultad de Medicina de la UNAM. Esta sección asigna a médicos recién graduados el desempeñar su servicio social en industrias del país. Una de estos médicos, la doctora Guadalupe Amaro, detectó que en la industria químicofarmacéutica en que ella laboraba, existía un número importante de accidentes y problemas de inadaptación a los puestos de trabajo por parte de un grupo de obreros de una determinada sección. Esto se manifestaba en sus historias clínicas y en consultas frecuentes con dolores de espalda y extremidades, además de secuelas de accidentes consistentes en amputaciones de dedos. Al analizar visualmente las condiciones de los distintos puestos de trabajo se detectaron una serie de problemas de inadaptación de las dimensiones de las máquinas a las de sus operarios. Por esta razón se consideró conveniente completar el examen médico que se había practicado, con una serie de mediciones antropométricas y con la medición de la máquina empleada. Para ello se tomaron además fotografías de los obreros en su trabajo normal. Con esta información se decidió tomar una serie de mediciones adecuadas para los problemas que se presentaban.

Las medidas antropométricas se tomaron con el antropómetro y pinzas de ramas rectas tipo Martin. El peso se tomó con una báscula tipo romana con el sujeto vestido. La talla es la distancia entre el plano de apoyo y la parte más alta de la cabeza, estando ésta en el plano de Frankfort (*Vallis*, 1965). Tanto la talla como las demás alturas se tomaron con las personas descalzas. La altura a los ojos (tomada en proyección con punto de referencia en la pupila), la altura

a acromion (borde más lateral y superior del acromion de la escápula), la altura de dactilion (porción distal del dedo medio) y la altura de tibiale (punto superior del borde medial del cóndilo tibial medial) o altura de la rodilla, fueron todas tomadas con el sujeto descalzo y de pie, con el mismo antropómetro de Martin. La longitud del miembro superior se calculó restando la altura a dactilion de la altura a acromion. Las longitudes y anchuras de la mano, se tomaron sobre la mano que más utiliza cada persona, con la pinza de ramas rectas, apoyando la mano sobre un plano horizontal. La distancia biacromial (entre los dos acromion) y la bicrestiliaca (entre los puntos más salientes de la cresta iliaca, en sentido lateral) también fueron tomadas con el antropómetro. La talla sentado se tomó con el sujeto sentado en un plano de madera midiendo desde el punto de apoyo de los isquiones hasta la parte más alta de la cabeza, colocada en plano de Frankfort. En esta misma posición, se tomó la altura del plano de apoyo de los pies al borde más alto de la porción distal del muslo, estando la articulación flexionada aproximadamente a  $90^\circ$ . Estando la persona sentada, se midió la distancia entre el plano posterior de apoyo del sacro y la porción más anterior de la articulación de la rodilla. Como es habitual en antropometría, las medidas laterales se tomaron sobre el lado izquierdo. Otra de las medidas fue la distancia máxima existente entre las porciones más laterales de los codos, estando los brazos en su máxima abducción.

Las máquinas empleadas en el departamento fueron medidas con una cinta métrica. Por la naturaleza de este trabajo no se presentan los datos obtenidos.

Los datos antropométricos de este grupo de obreros aparecen en las tablas 1, 2 y 3. En las tablas 1 y 2 se muestran aquellas mediciones que se pudieron comparar con las de los buzos y de los estudiantes universitarios.

A pesar del reducido número de obreras medidas, se puede apreciar que su edad promedio fue mayor que el resto de los grupos estudiados. Su talla fue la más baja y el peso más alto, pero al analizar su constitución física, aparecen menos adiposas y considerablemente más musculares que las estudiantes. Los hombres fueron de edad semejante a los de Ciencias del Mar, sin embargo, la talla fue más baja, para un peso casi idéntico. En cuanto a su constitución física los

obreros son más musculares y menos lineares que los universitarios.

Todas las mediciones antropométricas del grupo de obreros aparecen en la tabla 3. Para poder hacer una comparación gráfica entre ellas y las que Dreyfuss presenta para lo que el llama el "hombre y la mujer medios norteamericanos", se elaboraron las láminas 1 a 4, en las que entre paréntesis aparecen las medidas consignadas por Dreyfuss para los mismos segmentos anatómicos. Puede notarse, que en promedio, los trabajadores mexicanos fueron 12.6 cm. más bajos que los norteamericanos y 9.4 en el caso de las mujeres. Pero si consideramos la diferencia de talla entre las mujeres mexicanas y los hombres norteamericanos, la diferencia resulta de 24.4 cm. Esto hace muy ostensibles las dificultades con las que se encuentran las obreras mexicanas para laborar con maquinaria norteamericana hecha para hombres. Esto se puede dramatizar señalando que el mexicano más alto de este grupo midió 1.70 m., que es un tamaño por abajo de la media norteamericana. La mujer más baja midió apenas 1.44 m., lo que la hace 32.5 cm. más pequeña que el hombre medio norteamericano. Al analizar el desempeño de los trabajadores en distintas máquinas y analizar las mediciones de éstas, en función de las de los operarios, pudimos percatarnos de una gran serie de problemas. Entre ellos señalaremos el que en muchos casos los controles o palancas se encuentran muy por arriba de la posición fisiológica para operarlos; además en muchos sitios se encontró que la altura de los aparatos impedía el control visual de lo que hacía el trabajador. En otros casos, debían de levantarse objetos al límite máximo del alcance vertical. También se encontraron problemas de alcance hacia adelante, en los que el trabajador debía inclinarse peligrosamente hacia el frente.

En países como México resulta imposible sugerir cambios radicales en el mejoramiento de los puestos de trabajo. Es imposible que una empresa decida cambiar su maquinaria por este tipo de razones cuando abunda la mano de obra desempleada. Por esta razón las sugerencias que debe plantear un estudio ergonómico deben ser sencillas y muy económicas. Entre ellas se encuentra el mejoramiento de la iluminación, la utilización de malacates para el manejo de cargas pesadas, la construcción de barandales protectores y, con mu-



cha frecuencia, la colocación de tarimas de madera que eleven el nivel del suelo en relación a la máquina y que permitan que el operario se encuentre a una altura más cómoda. Recomendaciones de este tipo fueron las que resultaron de este trabajo.

### Comentarios

Como puede observarse en los estudios presentados, el ergónomo:

1. Debe partir del *análisis de la situación particular* que se propone resolver, para escoger sus métodos y técnicas de trabajo.
2. No siempre es necesario practicar complejos estudios antropométricos.
3. Tampoco suele ser indispensable contar con patrones a nivel nacional como los que tienen los ingleses (*Sofoluwe y Young, 1969*).
4. Frecuentemente el equipo necesario es una sencilla cinta métrica y tiempo para observar las situaciones de trabajo y registrar actividades en una libreta.
5. La utilización de la fotografía es un instrumento muy valioso. En este caso se pueden usar técnicas complicadas como las fotografías superpuestas o hechas con luz estroboscópica, pero en ocasiones todo lo que hace falta es una sencilla instantánea impresa en blanco y negro.
6. Consideramos que los patrones a nivel nacional son muy importantes cuando se va a diseñar equipo nuevo desde el país en que va a ser usado, pero son inútiles cuando se trata de solucionar problemas concretos con equipo existente. En el primer caso, existen serios problemas de muestreo, ya que el diseñador debe definir previamente al grupo al que destinará su diseño y debe obtener datos que sean válidos para ese grupo en particular. En México existe una gran variabilidad en la forma y tamaño corporal, dada tanto por factores genéticos, como por situaciones ambientales como son la nutrición o las condiciones geográficas. Tener datos representativos de toda la población nacional es una tarea pesada y difícil.

7. Consideramos que un buen comienzo sería el contar con datos de la clase media mestiza de las ciudades, que es la que tiene mayor número de consumidores, pero que además trabaja operando equipo en fábricas y talleres.

Para lograr esta información hará falta la integración de equipos multidisciplinarios eficaces y con suficientes recursos económicos.

En cualquier caso, la asociación entre ergonomía y la antropología física tiene un futuro promisorio.

#### SUMMARY

Ergonomy is the discipline which studies anatomical, physiological, psychological and cultural aspects of man in his working environment. One of the fundamental elements of ergonomics is the adjustment of the form and dimensions of work areas and equipment to the shape and size of the worker. Physical anthropology has accumulated anthropometric data in addition to developing techniques suitable for application to this field. Designers, architects, and industrial engineers working in Mexico are beginning to seek the collaboration of physical anthropologists with the goal of resolving ergonomic problems. In this paper, the problems encountered in the course of this kind of collaboration are discussed, and an example of an ergonomic study conducted in a Mexican industry is presented.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BARBA DE PIÑA CHÁN, Beatriz  
1954 Un problema escolar: el mobiliario. *Tlatoani* 2a. época (8 y 9): 55-64.
- BARKLA, D.  
1961 The estimation of body measurements of british population in relation to seat design. *Ergonomics* v. 4: 123-132.
- CASILLAS, Leticia E., Luis Alberto VARGAS y Luz María MARTÍNEZ MALO  
1978 Antropometría de estudiantes y trabajadores universitarios. *Anales de Antropología*. v. XV: 297-309.

**CASILLAS, Leticia y Luis Alberto VARGAS**

- 1977 Datos antropométricos para el diseño de mobiliario para preescolares. *Memorias de las II Jornadas Internas de trabajo de la Dirección General de Servicios Médicos de la UNAM: DJC-DVJ*, México. Dirección General de Servicios Médicos de la UNAM.

**COMAS, Juan**

- 1971 Anthropometric studies in Latin American indian populations, en Francisco Salzano, editor, *The ongoing evolution of Latin American populations: 333-404* Springfield, Illinois, Charles C. Thomas Publisher.

**CHAPANIS, Alphonse (editor)**

- 1975 *Ethnic variable in human factors engineering*, Baltimore, The John Hopkins Press 290 p.

**CLAUSER, Charles E., Pearl E. TUCKER, John T. Mc CONVILLE, LLOYD L. LAUBACH<sup>H</sup> y Joan A. REARDEN.**

- 1972 *Anthropometry of air force women*. Wright Patterson Air Force Base, Ohio, Aerospace Medical Research Laboratory 1157.

**DAMON, Albert; Howard W. STOUTD y ROOS A. Mc FARLAND**

- 1966 *The human body in equipment design*. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 360 p.

**DREYFUSS, Henry**

- 1967 *The measure of man. Human factors in design*. New York, Whitney Library of Design, 20 p. y láms.

**DREYFUS Henry**

- 1967 *La biología del trabajo*. Madrid. Editorial Guadarrama, 256 p. (Biblioteca para el hombre actual No. 8 de Mc Graw Hill).

**FAULHABER, Johanna**

- 1971 Las posibilidades de aplicación de la antropología física. *Anales de Antropología*. v. VIII: 57-68.

**GARCÍA OLVERA, Héctor**

- 1967 *Investigación somatométrica en escolares mexicanos a nivel de educación primaria*. México, Dirección de Proyectos del Comité Administrador del Programa Federal de Construcción de Escuelas, 244 p.

**GARRET, John W.**

- 1971 *A collation of anthropometry*. Wright Patterson Air Force Base, Ohio, Aerospace Medical Research Laboratory, 2 vols., 2176 p.

**HERTZBERG, H.T.E.**

- 1955 Some contributions of applied physical anthropology to human engineering. *Annals of the New York Academy of Sciences*. v. 63: 616-629.

**HOWELLS, William W.**

- 1969 Criteria for the selection of osteometric dimensions. *American Journal of Physical Anthropology*. v. 30: 451-458.

**SOFOLUWE, G.O. y O.O. YOUNG**

- 1969 A survey to assess the level of practical application of ergonomic principles in Nigerian industries. *Proceedings of a symposium on ergonomics in machine design jointly organized by the Czechoslovak Medical Society J. E. Purkyne and I.L.O.*: 517-527 Prague, 2-7 october 1967, Geneva, I.L.O.

**VARGAS, Luis Alberto y Leticia E. CASILLAS**

- 1977 La prueba del escalón de Harvard en jóvenes mexicanos. *Anales de Antropología*. v. XIV: 381-388.

**VARGAS, Luis A., L. CASILLAS y P. SÁNCHEZ**

- 1976 Datos antropométricos para el diseño de mobiliario escolar universitario. *Anales de Antropología*. v. XIII: 317-326.

**VARGAS, Luis Alberto, Leticia E. CASILLAS y José María LUJAN**

- 1975 Morfología externa de un grupo de jóvenes mexicanos. *Anales de Antropología*. v. XII: 85-101.

**WEINER, J.S. y J.A. LOURIE**

- 1969 *Human biology, a guide to field methods*. Oxford, Blackwell Publications, IBP Handbook No. 9, 621 p.