

EL PERFIL ANTROPOMÉTRICO

un estudio estadístico

M. EN D. LINDA EMI OGURI CAMPOS

Docente de la Licenciatura en Diseño Industrial de la FAD, UAEM. Sus ámbitos de estudio se relacionan con Identidad Cultural, Arquitectura, Mobiliario.
lindaoguri@yahoo.com.mx

M. EN ING. CÉSAR EDMUNDO ORTEGA

Especialista del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
Docente de la Licenciatura en Arquitectura, de la Especialización en Valuación de Bienes Inmuebles y en la Maestría en Diseño de la FAD. Su ámbito de estudio se relaciona con Ingeniería Estructural.
ceortega@imp.mx

DR. EN ING. DANTE CAMPOS

Investigador del Instituto Mexicano del Petróleo.
Su ámbito de estudio se relaciona con Ingeniería Estructural.
dcampos@imp.mx

RESUMEN

Se presenta un estudio estadístico del perfil antropométrico de 100 estudiantes de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México, el cual reporta la altura descalzo, altura al hombro, altura al codo, altura a la cadera y altura a la rodilla. Los resultados obtenidos son aproximados y de carácter preliminar. Con el propósito de reflexionar acerca de la base de datos, coadyuvando a la generación de respuestas de diseño acordes a nuestro contexto de desarrollo.

ABSTRACT

In this paper, a statistic study of the human dimensions of 100 students of the School of Architecture and Design of the Autonomous University of Mexico State is presented. For the moment, only the high barefoot, shoulder, elbow, hip and knee are studied. The results are preliminaries and approximates.

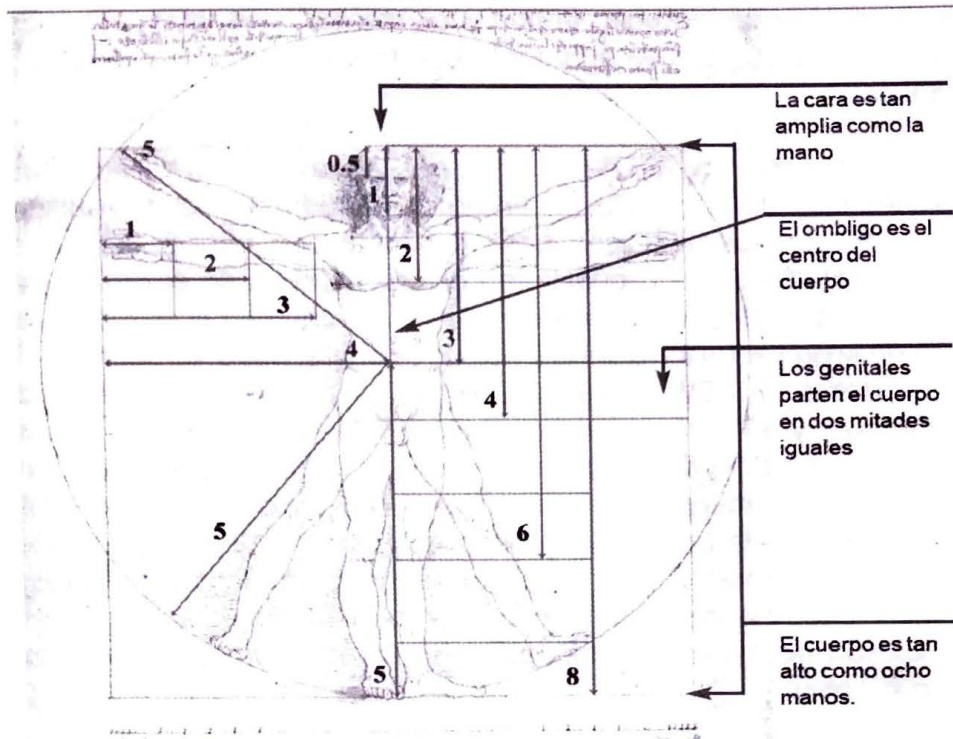
INTRODUCCIÓN

Desde los primeros utensilios creados por el hombre, la ergonomía ya estaba presente con el uso de diversos materiales (hueso, piedra, madera, hierro) para la construcción de flechas, arcos, hachas, etc; se puede observar que sus dimensiones y formas muestran una búsqueda consciente por la comodidad, el confort, la seguridad y en algunos casos por la estética. Los factores mencionados son algunos de los aspectos que el diseño toma como directriz, pues son necesidades básicas que debe cumplir un objeto de diseño.

De esta manera, la ergonomía es una herramienta básica en el diseño de espacios, máquinas y herramientas, por lo que resulta indispensable la consideración de la anatomía, fisiología y psicología del usuario. La antropometría es un área de suma importancia en la ergonomía; algunos definen ergonomía como la antropometría aplicada que trata de las medidas del cuerpo humano, del tamaño y formas del cuerpo, de la fuerza y capacidad de trabajo.

Las dimensiones del cuerpo humano han sido un tema recurrente a lo largo de la historia de la humanidad; un ejemplo ampliamente conocido es el del dibujo de Leonardo da Vinci, donde la figura de un hombre está circunscrita dentro de un cuadrado y un círculo, en la que se trata de describir las proporciones del ser humano “perfecto” (figura 1). Leonardo da Vinci (1452-1519) adaptó las ideas de Marcus Vitruvius (46 a.C.-30 d.C.) para crear una de las imágenes más famosas de la historia universal. En la figura 1 se observa que la unidad es la mano y los números indican las veces que las distintas medidas contienen a dicha unidad. Sin embargo, ahora se sabe que las diferencias entre las proporciones y dimensiones de los seres humanos, tanto de diferentes regiones como razas, no permiten encontrar un modelo preciso para describir el tamaño y proporciones de los hombres y mujeres.

FIGURA 1
El hombre de Vitruvio



Por tanto, los estudios antropométricos se justifican porque toman en cuenta las variaciones de las diversas medidas individuales en torno a una medida de tendencia central, para reconocer las dimensiones de una población y de esta manera, dár diversas aplicaciones que permitan conformar los medios ideales, a fin de que se desarrollen las actividades de manera eficiente. Por ejemplo, el “estrés físico” que se presenta en las personas durante las actividades que realizan, se debe a la desproporción de tamaño entre el trabajador y el lugar donde labora, el equipo o la maquinaria, etc., de tal modo que las personas se ven obligadas a tomar posiciones incómodas o viciosas que a largo plazo van creando problemas anatómicos y fisiológicos en la población que repercuten en una disminución en el rendimiento por falta de instalaciones, equipos y herramientas ergonómicas. Los estudios antropométricos ayudan a reducir este tipo de problemas analizando las dimensiones del cuerpo humano.

Los estudios antropométricos que se han realizado en las últimas décadas se refieren a una población específica, que puede conformarse por hombres o mujeres, y consideran diferentes rangos de edad. En la mayoría de los diseños en México (arquitectónicos, industriales, etc.), se emplean datos antropométricos de otros países como los que se presentan en los libros de Panero y Zelnik (1989) y en Alvin y Henry Dreyfuss Associates (2002), pero se han desarrollado pocos estudios antropométricos como los de Martínez-Santiago y Millán-Hernández

(2002), por lo que resulta importante contar con más estudios antropométricos que tomen en cuenta las características físicas de los mexicanos.

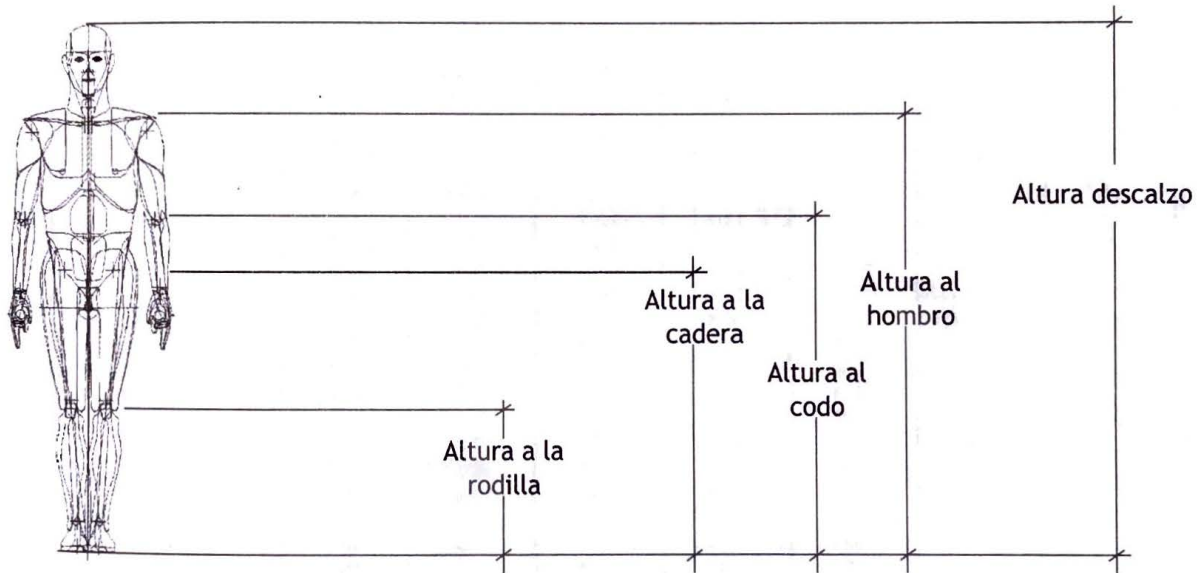
El propósito de este estudio, de carácter preliminar, es contar con datos antropométricos estáticos de un grupo de estudiantes que resulten comparables para originar una base de datos con información que coadyuve a satisfacer los requerimientos ergonómicos en el diseño de los lugares de estudio y trabajo, herramientas y equipo necesario en la Facultad de Arquitectura y Diseño (FAD) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Para ello, se realiza un estudio estadístico de 60 hombres y 40 mujeres en atención a la altura descalzo, altura al hombro, altura al codo, altura a la cadera y altura a la rodilla. Con este tamaño en la muestra se obtiene un nivel de confianza del 95% de que los valores de las medias se encuentren en ± 18 milímetros de la media de la población, tanto para hombres como para mujeres, suponiendo que: las distribuciones de probabilidad de las variables analizadas son normales, la población es “infinita” y el muestreo es aleatorio simple.

MMETODOLOGÍA

Se midieron 100 estudiantes mexicanos de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma del Estado de México, de los cuales 60 pertenecen al sexo masculino y 40 al femenino, con edades entre 17 y 28 años, sin defectos anatómicos adquiridos o de nacimiento. Las medidas registradas fueron: altura descalzo, altura al hombro, altura al codo, altura a la cadera y altura a la rodilla (figura 2). Para ejecutar las mediciones, se utilizó material y equipo no especializado (con cinta métrica sobre un muro vertical), ya que por el momento no contamos con aparatos técnicos apropiados para realizar la investigación, por lo tanto, se advierte que los resultados obtenidos en este estudio son aproximados y de carácter preliminar.

FIGURA 2

Medidas registradas en la muestra de estudiantes.



A continuación se presenta la tabla 1, la cual exhibe las medidas registradas en los hombres y la tabla 2, las medidas registradas en mujeres.

**Tabla 1. Datos obtenidos
para los hombres, medidas en milímetros.**

No.	Edad (años)	Altura Descalzo	Altura al Hombro	Altura al Codo	Altura a la Cadera	Altura a la Rodilla
1	28	1644	1357	1035	937	475
2	21	1735	1436	1099	987	497
3	21	1730	1438	1077	1005	490
4	26	1568	1308	987	927	462
5	25	1706	1426	1074	984	461
6	20	1689	1396	1072	952	486
7	23	1773	1450	1120	1049	518
8	20	1580	1290	985	876	459
9	20	1716	1385	1067	909	492
10	26	1778	1490	1153	1025	490
11	23	1729	1424	1095	1005	495
12	21	1694	1407	1085	915	470
13	19	1886	1570	1077	1105	517
14	21	1784	1473	1108	977	515
15	23	1761	1465	1071	993	503
16	23	1729	1437	1106	1010	503
17	22	1783	1476	1140	1039	446
18	21	1684	1365	1030	978	456
19	23	1620	1337	1007	969	426
20	24	1850	1580	1069	1050	511
21	25	1640	1376	1087	948	456
22	20	1626	1350	1004	977	488
23	20	1716	1460	1096	1058	497
24	21	1574	1236	910	973	461
25	19	1743	1444	1084	1003	508
26	20	1628	1354	1036	957	481
27	21	1756	1473	1113	1012	518
28	23	1674	1395	1074	947	491
29	22	1723	1438	1089	964	487
30	19	1746	1412	1050	1024	513
31	19	1578	1282	968	926	433
32	21	1692	1414	1079	1018	494
33	21	1676	1392	1073	960	460
34	23	1625	1314	1008	868	428
35	19	1622	1346	1034	935	455
36	21	1652	1370	1056	946	456
37	18	1754	1462	1086	1045	511
38	19	1643	1364	1045	945	457
39	23	1703	1417	1048	971	493
40	20	1803	1549	1098	1047	540
41	19	1796	1477	1129	1035	435
42	20	1687	1423	1076	989	487
43	22	1651	1320	951	915	455
44	22	1673	1339	993	905	421
45	20	1642	1373	1033	967	480
46	20	1743	1452	1089	1015	502
47	22	1779	1460	1096	1010	477
48	22	1734	1424	1080	960	435
49	21	1732	1438	1096	959	452
50	23	1596	1334	999	885	446
51	22	1774	1482	1139	1020	486
52	20	1669	1361	1035	922	465
53	20	1666	1393	1049	966	436
54	21	1801	1509	1169	1032	517
55	18	1711	1413	1048	988	504
56	20	1702	1419	1095	942	456
57	20	1828	1543	1180	1083	525
58	20	1621	1337	994	943	425
59	21	1718	1433	1067	1022	493
60	19	1727	1400	1047	957	475

*Datos obtenidos para
los hombres, medidas en
milímetros*

**Tabla 2. Datos obtenidos
para las mujeres, medidas en milímetros.**

No.	Edad (años)	Altura Descalzo	Altura al Hombro	Altura al Codo	Altura a la Cadera	Altura a la Rodilla
1	23	1574	1289	975	921	407
2	22	1631	1326	1008	950	446
3	25	1542	1243	952	882	397
4	23	1695	1419	1094	1007	487
5	23	1505	1234	921	866	423
6	18	1576	1305	956	894	462
7	19	1572	1300	965	918	446
8	17	1480	1217	921	844	409
9	20	1561	1310	979	903	445
10	21	1648	1365	1012	1000	444
11	22	1543	1295	961	875	422
12	20	1535	1255	957	877	407
13	23	1654	1373	1052	936	461
14	20	1535	1263	972	885	422
15	22	1460	1177	907	840	400
16	19	1596	1330	1021	901	451
17	21	1538	1234	990	860	437
18	20	1546	1267	988	884	426
19	20	1492	1222	928	826	428
20	19	1554	1283	980	903	457
21	20	1636	1370	1052	977	474
22	18	1550	1273	967	913	435
23	19	1651	1369	1028	986	428
24	19	1615	1324	990	951	436
25	20	1587	1315	995	939	438
26	22	1500	1240	915	903	394
27	21	1582	1330	1007	845	424
28	28	1533	1272	921	864	429
29	19	1543	1271	966	863	404
30	22	1510	1201	916	844	425
31	24	1571	1300	960	883	455
32	19	1666	1367	1035	933	456
33	20	1634	1346	1020	999	457
34	20	1543	1283	986	915	442
35	20	1626	1352	1027	947	435
36	21	1562	1310	982	924	447
37	21	1591	1323	1037	909	437
38	19	1675	1396	1075	979	484
39	21	1596	1314	1010	998	410
40	25	1644	1353	1005	943	434

Resultados

Se procesaron los datos en una hoja electrónica para obtener medidas de tendencia central y medidas de dispersión. En la tabla 3 se presentan los resultados para los hombres y en la tabla 4 para las mujeres.

Adicionalmente se trazaron diagramas de distribución de frecuencia y de frecuencia relativa acumulada para cada una de las variables analizadas en las tablas 1 y 2. En la figura 3 se presentan estos resultados para los hombres y en la figura 4 para las mujeres.

Tabla 3. Parámetros de tendencia central y dispersión para hombres, medidas en milímetros.

	Edad (años)	Altura Descalzo	Altura al Hombro	Altura al Codo	Altura a la Cadera	Altura a la Rodilla
Moda	20	1716	1438	1096	1005	456
Mediana	21	1708.5	1415.5	1073.5	975	483.5
Media	21.3	1704.4	1411.5	1064.3	978.9	477.9
Desviación Estándar	2.0	70.6	69.7	51.8	50.5	29.1
Coefficiente de Variación (%)	9.6	4.1	4.9	4.9	5.2	6.1
Máxima	28	1886	1580	1180	1105	540
Mínima	18	1568	1236	910	868	421
95 percentil	25.05	1804.25	1543.3	1140.65	1050.4	518
5 percentil	19	1579.9	1307.1	984.15	904	427.9
50 percentil	21	1708.5	1415.5	1073.5	975	483.5

Tabla 4. Parámetros de tendencia central y dispersión para mujeres, medidas en milímetros.

	Edad (años)	Altura Descalzo	Altura al Hombro	Altura al Codo	Altura a la Cadera	Altura a la Rodilla
Moda	20	1543	1234	921	903	407
Mediana	20	1571.5	1302.5	984	906	435.5
Media	20.9	1576.3	1300.4	985.8	912.2	435.5
Desviación Estándar	2.2	57.1	55.5	45.2	49.5	22.5
Coefficiente de Variación (%)	10.5	3.6	4.3	4.6	5.4	5.2
Máxima	28	1695	1419	1094	1007	487
Mínima	17	1460	1177	907	826	394
95 percentil	25	1666.45	1374.15	1053.15	999.05	474.5
5 percentil	18	1491.4	1216.2	915.95	843.8	399.85
50 percentil	20	1571.5	1302.5	984	906	435.5

Figura 3. Diagramas de distribución de frecuencias para hombres.

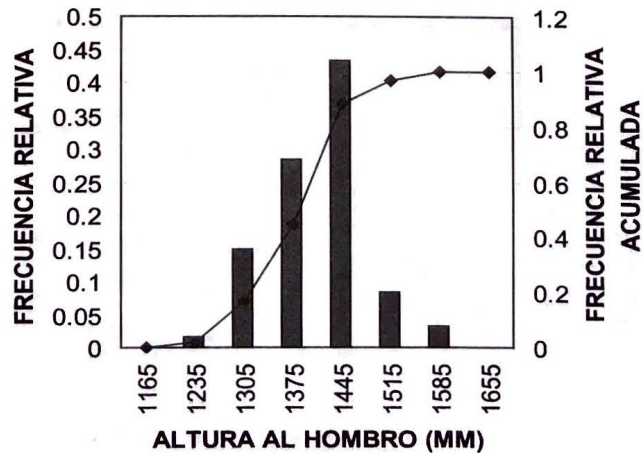
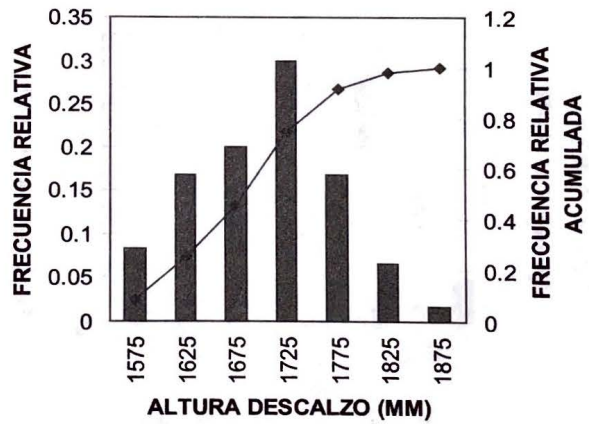
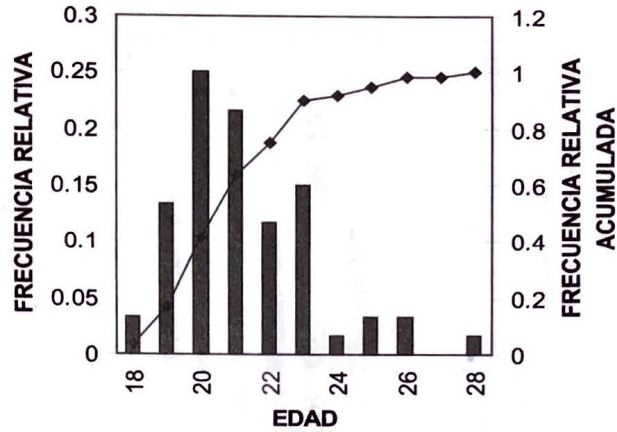


Figura 3 (Continuación) Diagramas de distribución de frecuencias para hombres.

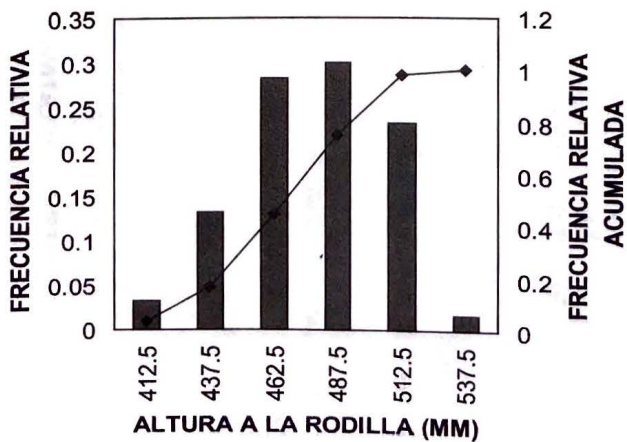
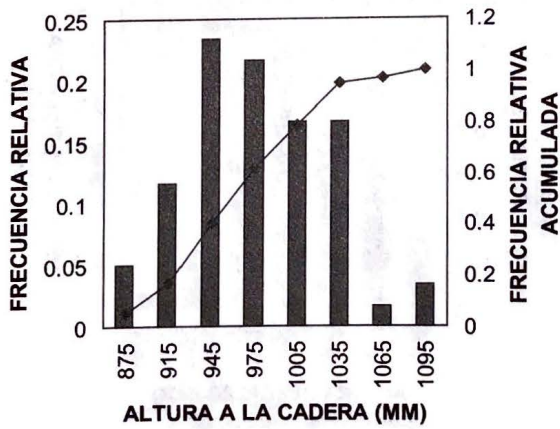
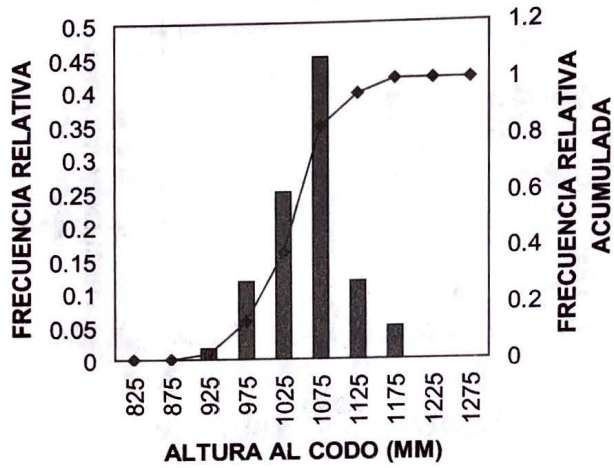


Figura 4. Diagramas de distribución de frecuencias para mujeres.

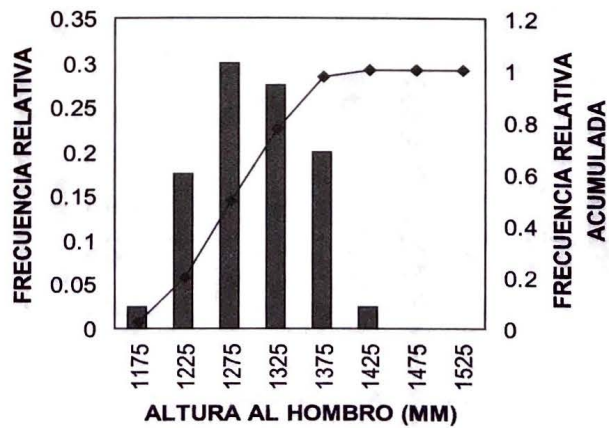
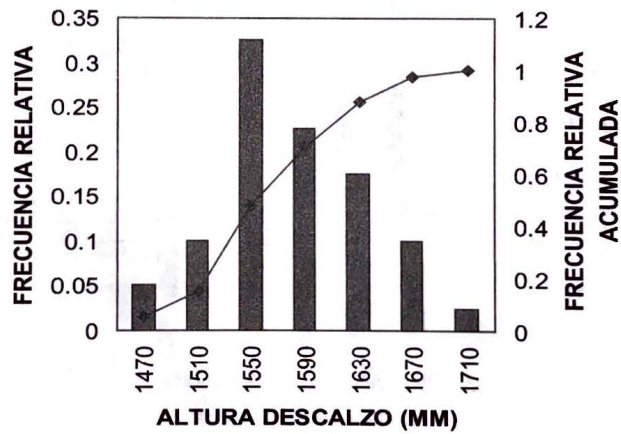
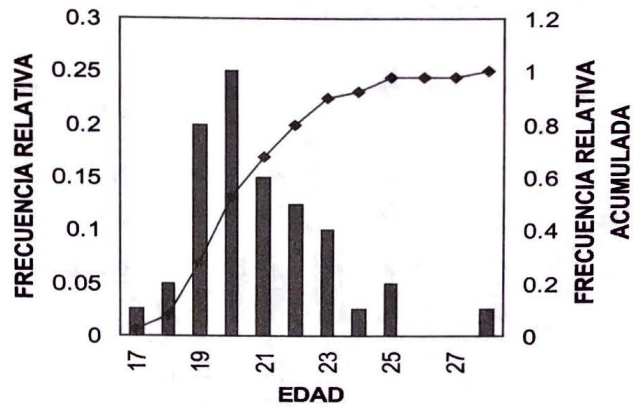
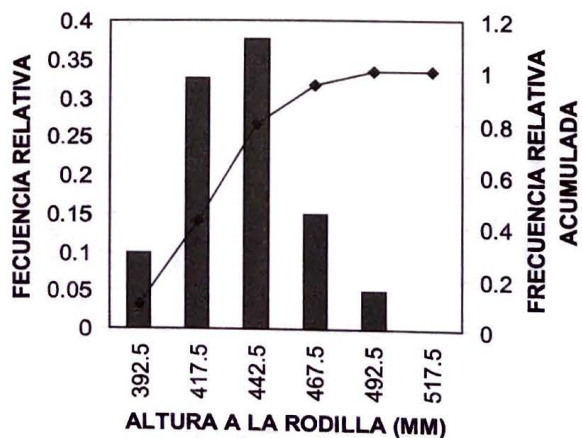
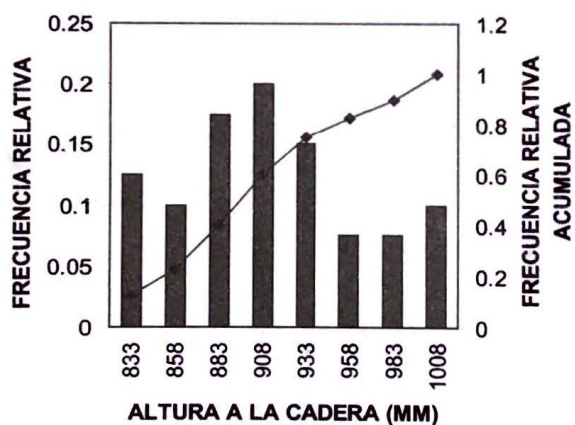
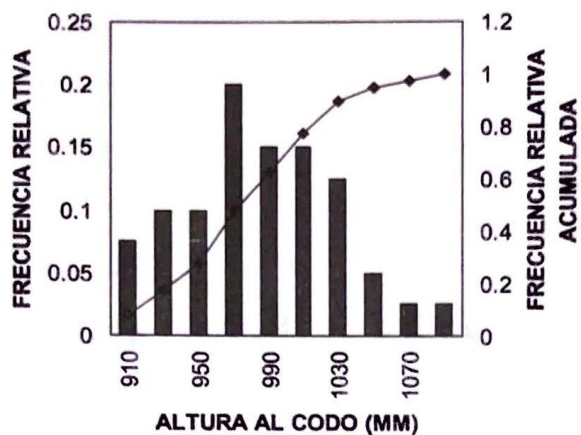


Figura 4. (Continuación) Diagramas de distribución de frecuencias para mujeres.



Por otro lado, se realizaron análisis de regresión y correlación para las variables estudiadas con respecto a la altura descalzo para hombres y mujeres. La tabla 5 presenta los resultados para hombres y la tabla 6 para mujeres. Para ambos cuadros, “m” y “b” representan la pendiente y la ordenada en el origen de la recta que mejor ajusta a los datos observados por el método de mínimos cuadrados respectivamente, “r²” es el coeficiente de determinación (cuadrado del coeficiente de correlación que varía entre 1.0 y 0.0; si vale 1.0 hay una correlación perfecta, es decir, no hay diferencia entre el valor estimado y el valor real, en el otro extremo, si vale 0.0 la ecuación de regresión lineal no es útil para predecir un valor; Ortega C., 2005) y “r” es el coeficiente de correlación (raíz cuadrada del coeficiente de determinación). La figura 5 presenta el diagrama de dispersión y la recta que mejor ajusta a cada variable estudiada respecto a la altura descalzo para hombres; y la figura 6 para mujeres.

Tabla 5. Parámetros de regresión y correlación para hombres, respecto a la altura descalzo

	m	b	r ²	r
ALTURA AL HOMBRO	0.94	-196.32	0.91	0.96
ALTURA AL CODO	0.58	71.59	0.63	0.79
ALTURA A LA CADERA	0.57	11.19	0.63	0.79
ALTURA A LA RODILLA	0.26	35.75	0.40	0.63

Tabla 6. Parámetros de regresión y correlación para mujeres, respecto a la altura descalzo

	m	b	r ²	r
ALTURA AL HOMBRO	0.94	-177.26	0.93	0.97
ALTURA AL CODO	0.72	-153.27	0.83	0.91
ALTURA A LA CADERA	0.73	-243.54	0.72	0.85
ALTURA A LA RODILLA	0.27	6.86	0.47	0.69

Figura 5. Diagramas de dispersión y de regresión lineal para hombres.

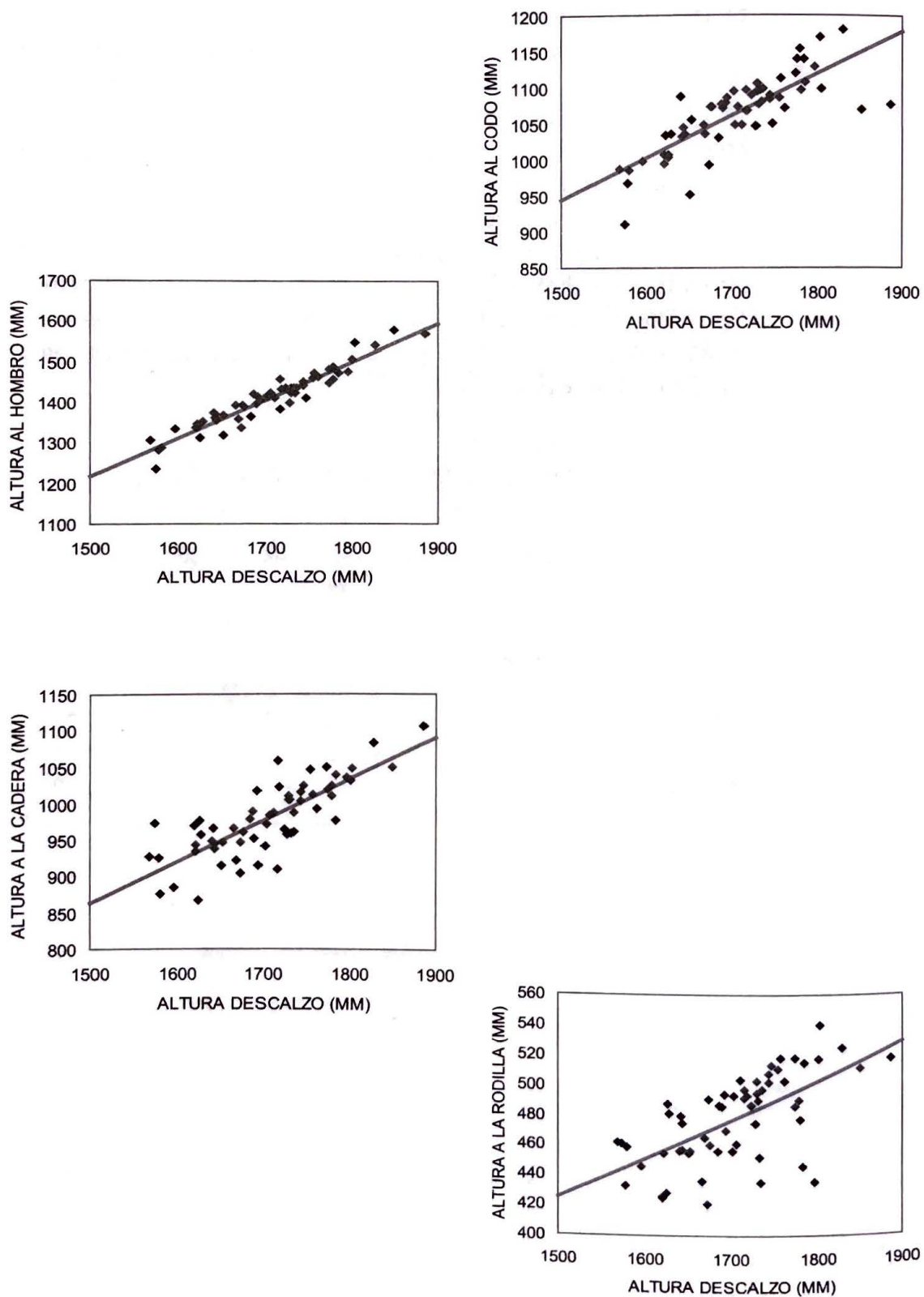
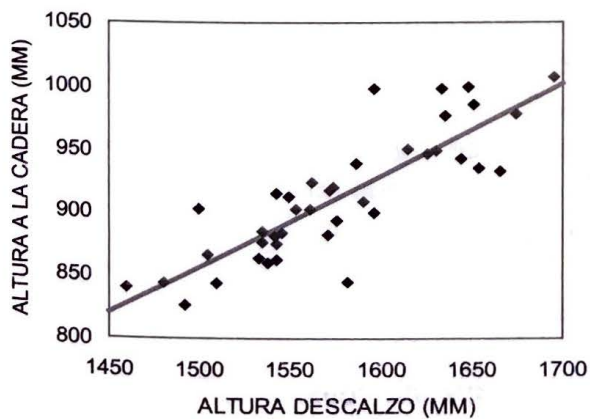
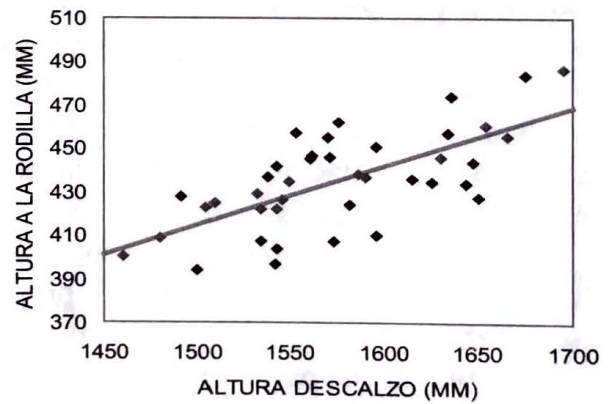
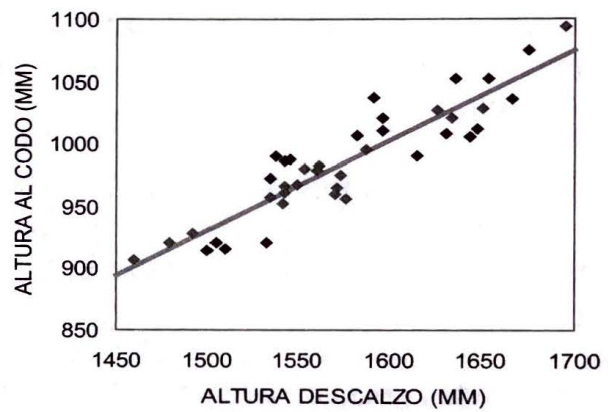
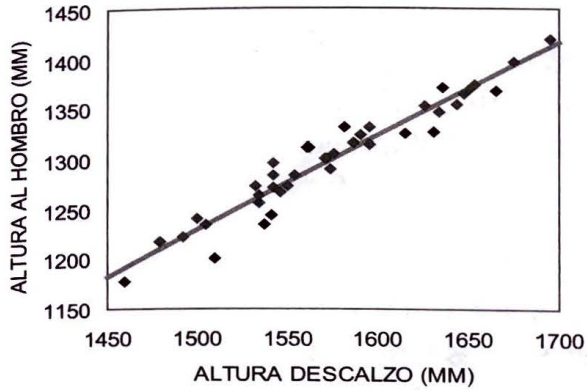


Figura 6. Diagramas de dispersión y de regresión lineal para mujeres.



ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las tablas 3 y 4 presentan las medidas de tendencia central y dispersión para hombres y mujeres respectivamente. En ambos casos, la moda, la mediana y la media para cada una de las variables estudiadas toman valores similares, y considerando que en la distribución de probabilidad normal, la moda, la mediana y la media tienen el mismo valor, esta distribución de probabilidad puede usarse para modelar las variables estudiadas con media y desviación estándar igual a los valores mostrados en las tablas 3 y 4. Por otro lado, las variables estudiadas tienen coeficientes de variación del orden de 4.5%, lo que indica una dispersión moderada. En las tablas 3 y 4 también se presentan los percentiles 5, 50 y 95, que usualmente son los que se reportan en la literatura.

Las figuras 3 y 4 muestran diagramas de distribución de frecuencias y de frecuencias relativas acumuladas para hombres y mujeres respectivamente. En estas figuras se puede estimar la probabilidad (frecuencia relativa) para que cada variable tome un cierto valor (o un intervalo de valores); también se puede estimar la probabilidad (acumulada) de que cada variable estudiada tome un valor menor o igual a cierta cantidad. Estos diagramas son importantes para el diseñador, ya que a través de ellos se puede valorar la proporción de personas que tendrían problemas con cierto diseño.

Por otro lado, en las tablas 5 y 6 se presentan los parámetros de regresión y correlación respecto a la altura descalzo de hombres y mujeres. En estas tablas se observa que el coeficiente de determinación (r^2) es cercano a 1.0 para la variable altura al hombro (respecto a la altura descalzo), por tanto, se puede predecir con buena aproximación una variable con otra. El caso de altura al codo y altura a la cadera el coeficiente r^2 , no es cercano a la unidad, y por tanto, debe tomarse con cierta precaución predecir una variable respecto a la otra. Por último, la variable altura a la rodilla presenta un coeficiente r^2 bajo (del orden de 0.45) y por tanto, no se confía en el análisis de regresión lineal para predecir una variable a partir de la otra. Lo comentado en este párrafo se presenta gráficamente en las figuras 5 y 6.

Se debe advertir que los resultados obtenidos después de un estudio antropométrico deben aplicarse con criterios amplios y razonables. La persona “media” no existe, ya que aunque alguna de sus medidas

corresponda con la media de la población, es muy probable que no ocurra con el resto de sus medidas. Se ha generalizado en exceso el concepto de la persona estándar y como puede comprenderse a partir del presente trabajo, se trata de una ficción que conduce inevitablemente a diseños inadecuados.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó un análisis estadístico básico del perfil antropométrico de 100 estudiantes de la FAD-UAEM, que se concentró en la altura descalzo, altura al hombro, altura al codo, altura a la cadera y altura a la rodilla. Las mediciones se realizaron con equipo no especializado, por tanto, los resultados son aproximados y de carácter preliminar.

Para dar una mayor precisión a las medidas tomadas, se recomienda la adquisición de equipo especializado para realizar investigaciones futuras, que permitan estudiar otras variables como: peso, altura al ojo, altura al glúteo, altura a la muñeca, altura al dedo medio, ancho de brazos extendidos lateralmente, ancho de codos con las manos al centro del pecho, ancho de hombros, ancho de pecho, ancho de cadera, largo de brazo, circunferencia del cuello, circunferencia del pecho, circunferencia de la cintura, circunferencia de la cadera, etc.

Creemos que la ergonomía es una disciplina joven que aún tiene grandes retos y espacios para desarrollarse y una de las áreas donde falta mucho trabajo por realizar es precisamente la recolección de datos e información.

La dispersión existente en las diferentes dimensiones de las personas sugiere que para las recomendaciones de diseño se tomen en cuenta valores con una mínima probabilidad de excedencia, con el objeto de que los usuarios gocen de la debida comodidad al realizar sus actividades.

FUENTES DE CONSULTA

1. Alvin R. T. y Henry Dreyfuss Associates. *The measure of man and woman revised edition human factors in Design*, John Wiley and Sons, New York, 2002.
2. Martínez-Santiago G. y Millán-Hernández E. *Determinación del perfil antropométrico en una empresa metalmecánica* en *Revista Latinoamericana de la Salud en el Trabajo*. Num. 1, Vol. 2, México, enero – abril, 2002
3. Panero J. and Zelnik M. *Human dimension and interior space: a source book of design reference standards*. Watson – Guptill Publications, New York, 1989.
4. Ortega César. *Notas del curso sobre Estadística*. División de Estudios de Posgrado de la FAD-UAEM, Toluca, 2005.