

# DOCUMENTO

***EJEMPLO DE DESARROLLO DE UN ESTUDIO ERGONOMICO***

**Este documento es una copia fiel del libro**

**PRINCIPIOS DE ERGONOMÍA**

**Capitulo**

***EJEMPLO DE DESARROLLO DE UN ESTUDIO ERGONOMICO***

**Autores**

**CRUZ Y GARNICA**

**Universidad**

**JORGE TADEO LOZANO**

**La intención del presente documento es colaborar en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Industrial; siendo su fin netamente académico; y respetando los derechos de autor vigentes.**

## Ejemplo de desarrollo de un estudio ergonómico

Un ejemplo que podría servir para ilustrar la forma en que se desarrolla un estudio ergonómico Exploratorio, que aunque sencillo, muestra la secuencia y los principales factores de incidencia considerados como los responsables de los parámetros que deberán ser usados en el proyecto de diseño, es una silla-escritorio para asistencia a clases en aulas universitarias en 1995.

### PARAMETROS PRELIMINARES

Lo primero que debe quedar establecido es la magnitud del proyecto en sus alcances y sus proyecciones, el Grupo en Estudio, la Empresa que va a desarrollar el proyecto y los recursos disponibles para la ejecución del Estudio, como son:

- a. Presupuesto asignado al estudio ergonómico.
- b. Recursos Humanos: Directores, técnicos y especialistas involucrados en la fabricación y mercadeo del producto; y el personal capacitado para la recopilación de datos, tales como: encuestadores, observadores que manejan cámaras fotográficas y de video, grabaciones magnetofónicas, etc.
- d. Equipos e instrumentos disponibles para la ejecución de mediciones, pruebas, observaciones y grabaciones.
- e. El tiempo concertado para la realización del estudio. El avance tecnológico y social cada día es mas acelerado, las Empresas rivales están produciendo rápidas innovaciones para poder mantenerse en el mercado. La pronta y eficaz producción de un estudio permitirá liderar el mercado.

La programación en un cronograma es necesaria para aprovechar el tiempo ^disponible para el estudio total. Debe considerarse la posibilidad de cambios y la flexibilidad en sus tiempos.

Se considera como un estudio exploratorio, puesto que desconocemos el proceso que dio como resultado la silla-escritorio existente, que puede ser utilizada en la observación de su desempeño funcional para obtener datos aprovechables en este estudio.

### DESARROLLO

- A.** Descripción de la Función del objeto.- Elemento de soporte para la posición sedente de cada uno de los alumnos que asisten a clases o conferencias en las aulas de universidades. Otra función complementaria, es la de soporte para escribir sobre hojas o cuadernos de notas. También se considera un lugar para colocar provisionalmente los útiles.
- B.** Motivos para la determinación de la necesidad del objeto:
  - a. Por insinuación de los usuarios, en este caso los alumnos, que las encontraban incómodas.
  - b. Se hizo una encuesta preliminar y se ratificó esta apreciación.
  - c. De acuerdo con el avance de la Ergonomía, se podrían encontrar nuevos parámetros que mejorarían su comodidad.
  - d. El aspecto del objeto no es consecuente con el concepto estético del momento.
  - e. La aparición de nuevos materiales y técnicas de construcción que le podrían mejorar el costo, apariencia, mantenimiento y durabilidad.

**f.** La existencia de un mercado importante y llamativo para la Empresa productora. El mercado permite establecer la magnitud del proyecto en su vida y producción mensual.

**C.** Identificación del Grupo en Estudio y Grupo de Mercadeo. –

Reconocimiento de las cualidades de compradores y usuarios, tanto fisiológicas como sicosociales: status, variación de edades, sexo, dispersión de dimensiones antropométricas, territorio geográfico y cualquier otro factor que pueda influir en el uso de este objeto, como puede ser, el porcentaje de zurdos y derechos para la escritura manual, por su injerencia en la localización y forma de la superficie de escritura.

Reconocimiento de los hechos

En un principio, sabemos muy poco sobre el objeto, son apreciaciones superficiales tomadas de nuestra observación descuidada, pero aun así, pueden aceptarse como base que nos servirá para comenzar este estudio, y que después se irá ampliando en la medida en que avance el reconocimiento.

**D.** Se comienza con la "Lluvia de Ideas", que es considerada como el acto de dejar libre la imaginación para hacer una lista de los supuestos hechos que puedan tener injerencia en el reconocimiento del problema.

**E.** Consulta a las fuentes de información pertinente.-Asesoramiento de ecónomos de universidades, almacenes del ramo, profesionales involucrados en este tipo de industria o similares. Preguntas a productores de la silla existente, el porqué de sus diferentes cualidades, formas de producción, materiales y aspecto. Consulta en libros, catálogos y revistas. Y finalmente, lo más importante, el Grupo de Usuarios, por medio de la Muestra.

**F.** Selección de la Muestra.-Escogencia de las personas que servirán como prototipo representativo del Grupo. La cantidad de la muestra deberá ser un porcentaje significativo. El fenotipo de los participantes debe tener cualidades compartidas con el resto del Grupo. Esta selección inicial elimina sujetos que difieran, de manera sobresaliente, de la mayoría de estudiantes.

**G.** Planeación de lo que se pretende observar.-Se debe conformar una bitácora o marcha detallada de los hechos que pretendemos reconocer con la suficiente flexibilidad, como para que nos permita cambiar, modificar o adicionar hechos no tenidos en cuenta por el desconocimiento de su existencia al principio de la planeación del estudio. La planeación deberá tener en cuenta: qué será observado, a quién, por quién, cómo se ejecutará, con cuáles instrumentos o aparatos, en qué lugar se observará, en qué fecha y hora.

**H.** Ejecución del programa. Obtención de todos los datos que surjan de la observación de actitudes y comportamientos que puedan ser cualificados y medidos utilizando la Observación Directa y Encuestas, que sirven para establecer actitudes que no pueden ser determinadas por el método de Observación Directa, pero que nos informan de condiciones sicosociológicas de gran injerencia, que van a enriquecer la lista de Factores de Influencia.

**I.** Factores fisiológicos.-Todos los que sean tocados o que intervengan en el uso o manejo del artefacto. Tendencia a la actividad, cambio de posición para evitar malestar o calambres, calor o frío por condiciones ambientales, umbrales de cansancio físico, son parte de una copiosa lista.

Los datos fisiológicos cualificables y cuantificables, que se desprenden de los estudios antropométricos y biomecánicos, determinan las dimensiones formales del objeto, para que sus propiedades sean correspondientes al Grupo. (Ver Fig. 54): y el ejemplo de la marcha para la obtención de la medida P.

**J.** Factores psicológicos.- Incluimos en este tema los impulsos generales, como es el caso de los manipulativos, que se manifiestan en dibujos y escritos sobre la superficie de escritura. Algunos

sobresalientes: Miedo adquirido a puntas, filos, falta aparente de robustez de las sillas, espacio vital; la satisfacción de usar un objeto agradable a la vista.

**K. Factores sociológicos.**-Los aspectos sociales que influyen el comportamiento del Grupo en sus preferencias, obligaciones, hábitos (Fig. 43) normas sociales, prejuicios o concepción estética, que impulsen a las personas al uso y adquisición de objetos propios de su status.

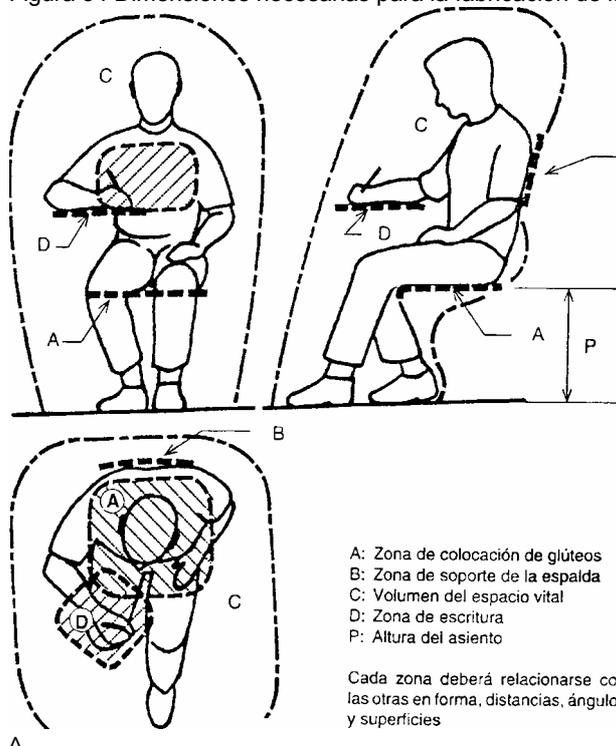
**L. Entorno.**-El lugar y espacio de uso; condiciones ambientales de luz, reflejos, temperatura ambiente, enrarecimiento del aire por hacinamiento, temperatura, o altura sobre el nivel del mar que puedan producir somnolencia; ruido; umbral de cansancio por tiempo de permanencia, asociadas con otros factores fisisociológicos.

**M. Clasificación y Valuación.**-Toda la información compilada se clasifica y jerarquiza bajo encabezamientos que recojan las cualidades deseadas para el objeto; las tabulaciones y listas pasan a su procesamiento matemático. Los datos que no merezcan ser tenidos en cuenta deben desecharse, para no causar confusión.

**N. Procesamiento matemático.**-Las tabulaciones pasan a ser interpretadas matemáticamente por gráficos e histogramas y sus resultados mostrados de manera que puedan ser utilizados como Marco de Limitantes, para su aplicación en la propuesta de solución del objeto. Con la interpretación racional de las listas se obtienen los Factores de Influencia que completan los parámetros.

#### DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES

Figura 54 Dimensiones necesarias para la fabricación de la silla



- A: Zona de colocación de glúteos
- B: Zona de soporte de la espalda
- C: Volumen del espacio vital
- D: Zona de escritura
- P: Altura del asiento

Cada zona deberá relacionarse con las otras en forma, distancias, ángulos y superficies

## DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES NECESARIAS PARA LA FABRICACION DE LA SILLA-ESCRITORIO

Cada una de las dimensiones mostradas en la Fig 54 deben ser determinadas por un estudio que considere criterios científicos y la respectiva planeación ordenada (bitácora) de la manera como se van a ejecutar las observaciones v mediciones.

Para el ejemplo que nos proponemos, solamente se analizará la dimensión P, que es la altura del asiento en que se siente cómodo cada uno de los observados.

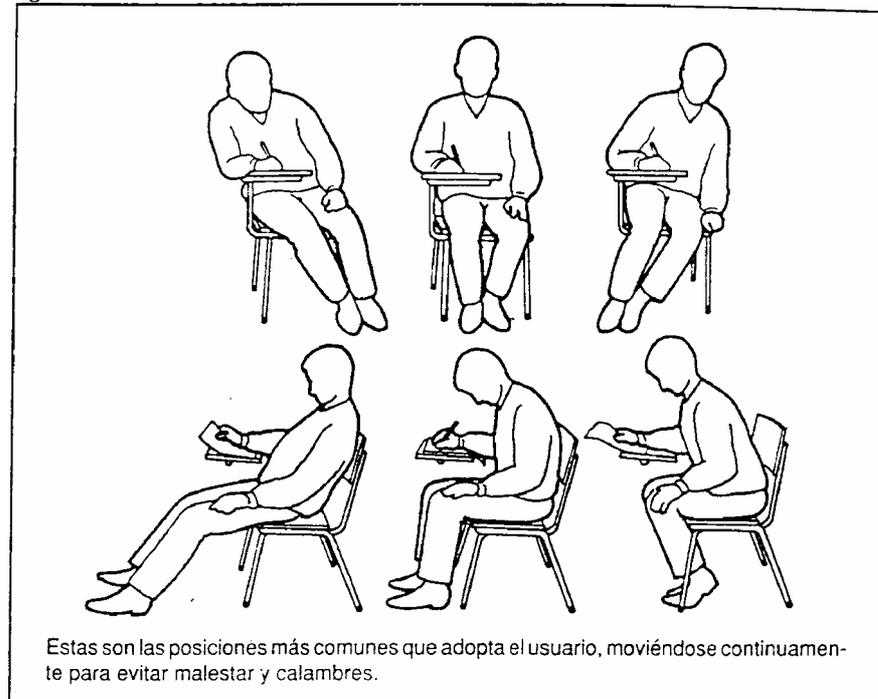
Marcha para la obtención de la medida P

Se establecen los criterios que sirven como argumentos para fijar los métodos de dimensionamiento de la muestra, complementando con el diseño del programa de ejecución del experimento.

### Criterios para determinar la altura del asiento P

- A. La silla debe acomodarse a los hábitos del Grupo.
- B. Los músculos antigravitatorios y posturales están sujetos a constantes contracciones y relajaciones, indispensables para activar la circulación sanguínea y evitar los calambres o dolores musculares. La presión en la parte posterior del muslo, también se alivia con el cambio de posición. Fig. 55.
- C. La columna vertebral tiene como función la estructura de soporte que requiere de una movilidad continua de los músculos posturales y de los discos intervertebrales que necesitan nutrición permanente. Tanto la curvatura como el desplazamiento del raquis es efecto de los dos numerales anteriores, pero también influenciados por las posturas aprendidas por observación, al comportamiento compartido de su Grupo.
- D. La existencia de respaldo ayuda a aminorar el esfuerzo de los músculos de la región lumbar, siempre y cuando permita la movilidad y cambio de posición necesaria, ya precisada en los puntos anteriores.
- E. El cuerpo queda apoyado en los tejidos blandos de los glúteos que

Figura 55 Posiciones extremas



soportan la mayoría del peso, pero también en la parte posterior de los muslos, la espalda, pies y brazos en la silla.

**F.** La postura sedente es propia del *Homo erectus*. Desarrolló glúteos prominentes, con abundante tejido adiposo, que tienen la función de almohadones naturales. Existe una hipótesis que plantea la tesis que pretende explicar la mayor protuberancia de los glúteos femeninos comparados con los masculinos: porque la mujer estaba al cuidado de las crías en las cavernas y permanecía más tiempo que el hombre en posición sedente, además de la amplitud de la pelvis, condición anatómica para permitir un parto fácil, presupone un tamaño proporcional de glúteos. Si se considera esta condición por cientos de miles de años, se concluye que es la razón del mayor desarrollo de los glúteos en las mujeres.

**G.** Las personas buscan mejor posición de reposo subiendo los pies en objetos que los coloquen a la altura del asiento, para aflojar la presión en la parte posterior de los muslos (pero es necesario contar con espaldar). (Ver Fig.56)

La postura de las piernas, colgando, sin apoyo en los pies, causa mayor presión en el muslo e impide movilidad; la tendencia cultural de los jóvenes es sentarse en el suelo, pero con apoyo en la espalda. (Ver Fig.56A).

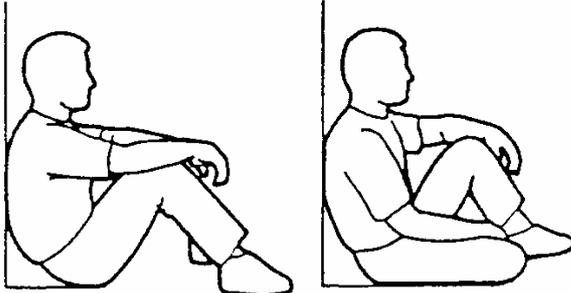
#### *Programa de ejecución de medición de la dimensión P.*

A. Se escoge los estudiantes de la muestra que tengan características de fenotipo compartidas con las del gran Grupo y un número representativo, en este caso 117. Sin embargo, los individuos escogidos muestran características diversas, como se manifiesta en las variables de talla de la tabulación del ejemplo, en la que aparece como variable intercurrente.

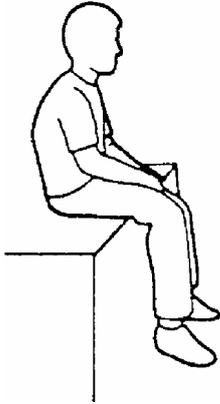
B. Las personas de la muestra estarán vestidas y calzadas, puesto que esta es la manera en que van a usar el asiento.

C. Para determinar que la presión ejercida por los muslos sobre el asiento no causará malestar a los individuos de la muestra, se utilizará una cartulina como se muestra en la Figura 57.

Figura 56A Posiciones que adoptan los jóvenes



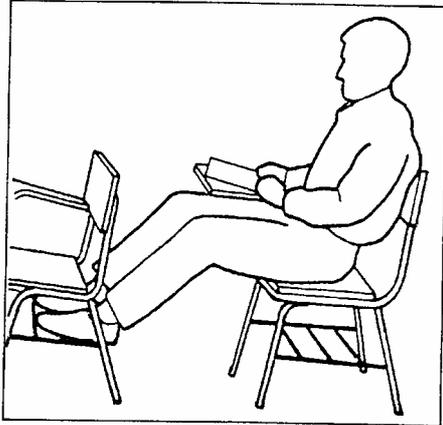
Posiciones que adoptan los Jóvenes en reunión, sentados en la alfombra, recargándose contra la pared.



Las personas rehuyen sentarse con las piernas colgando, porque el peso de las piernas produce mucha presión en la región posterior de los muslos, causando malestar en corto tiempo.

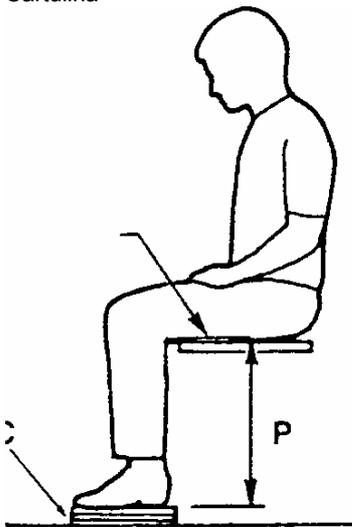
Figura 57 Programa de ejecución de medición

Figura 56



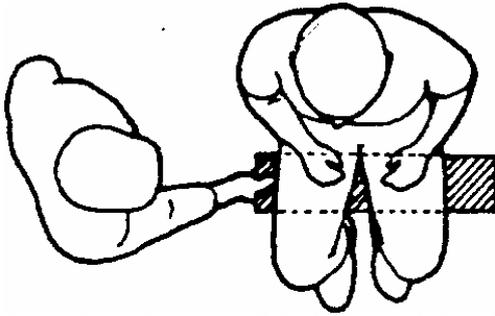
Esta posición es favorita de los asistentes a clases, se puede observar que utilizan el borde trasero de la canastilla, prevista para poner los útiles, para colocar los pies.

Cartulina



Condiciones de (a silla que servirá para tomar la altura P:

- a. Asiento plano con superficie amplia
- b. No requiere de espaldar
- c. Mecanismo que va elevando progresivamente los pies
- d. Tira de cartulina que permitirá determinar la altura P, que es cuando se pueda descorrer sin esfuerzo.



Se va elevando la superficie de apoyo de los pies hasta que la cartulina, al halarla, descorra con suavidad. De esta manera se determina que el muslo no se está presionando con el asiento.

D. El siguiente modelo de tabulación considera la medida de la talla pero solamente como variable recurrente y comparativa, respecto a estudios anteriores.

### Modelo de tabulación

T	a	b	c	d	e	f
Valores de Talla	Valores Sucesivos de P	Frecuencia Observada	Desviación de la media	Producto b x c	Producto c x d	Frecuencia esperada
150	33	1	-3	-3	64	1
	34	0	-7			2
152-156	35	3	-6	-18	108	3
155-158	36	4	-5	-20	100	6
158-161	37	5	-4	-22	128	7
159-163	38	9	-3	-27	81	10
160-165	39	14	-2	-28	56	14
160-169	40	13	-1	-13	53	16
161-171	41	17	0	-146		17
168-170	42	15	1	15	15	16
167-172	43	13	2	26	52	13
168-175	44	8	3	18	54	9
173-179	45	6	4	24	96	6
176-179	46	5	5	25	125	4
180	47	2	6	12	72	2
181 ✓	48	1	7	7	49	1
	50			127		
		117			1013	

- Columna T: Valores comparativos de talla (variable recurrente)  
 Columna a: Valores sucesivos de P  
 Columna b: Frecuencia de los casos observados  
 Columna c: Desviación en relación con la media poblacional  
 Columna d: Producto de la frecuencia por la desviación; sumatorias positivas y negativas  
 Columna e: Producto del cuadrado de las desviaciones por las frecuencias; sumatorias  
 Columna f: La frecuencia ideal sin las asperas accidentales, debidas al reducido número de observaciones. Se lee de la curva del histograma.

\* Media provisional =  $\frac{33+48}{2} = 41$

\*\* Población incluida (Conociendo la dispersión)

### Cálculo de P

**Media de las desviaciones**

Sumatoria de lo productos positivos y negativos de  $e = -146 + 127 = -19$

$$\text{Media de las desviaciones} = \frac{-19}{117} = -0.16$$

**Media verdadera:**

Media provisional  $\pm$  Media de las desviaciones =  $41 - 0.16 = 40.84$

**Desviación Standard (Dispersión)**

$$\text{Media del cuadrado de las desviaciones} = \frac{\text{Sumatoria de } e^2}{\text{Sumatoria de } b} = \frac{1.013}{117} = 8.66$$

Cuadrado de la media de las desviaciones =  $0.16^2 = 0.0256$

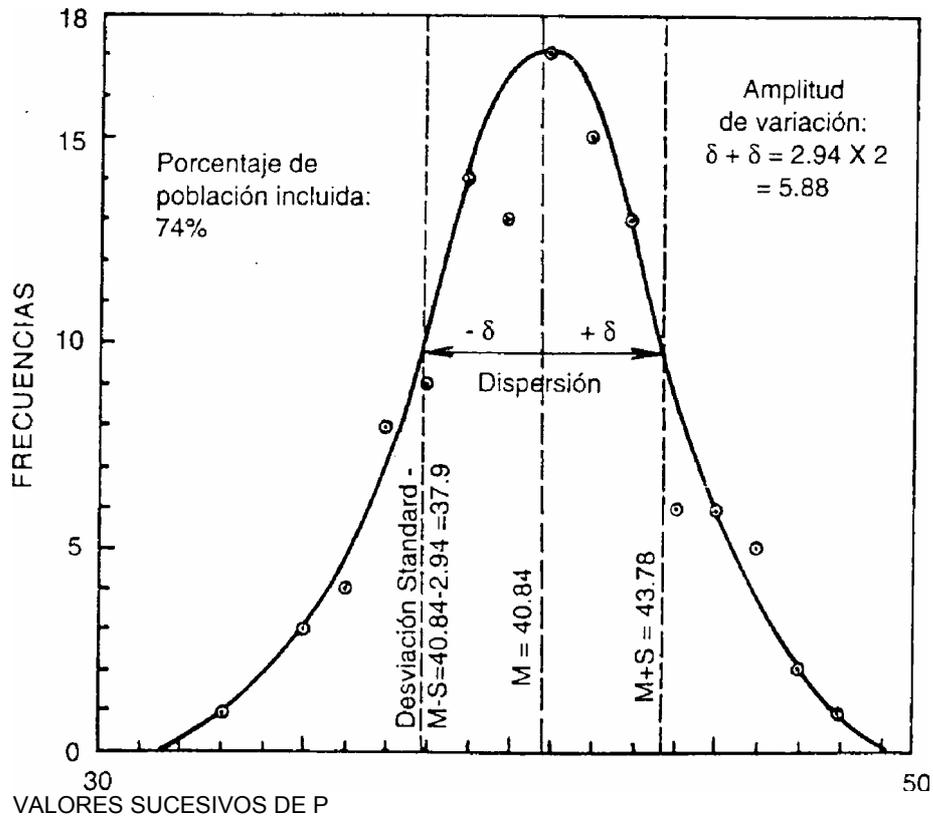
Diferencia entre la media del cuadrado de las desviaciones. El cuadrado de la media de las desviaciones =  $8.66 - 0.0256 = 8.63$

Dispersión ( $\delta$ ) = Raíz cuadrada de la diferencia =  $\sqrt{8.63} = 2.94$

$$\text{Porcentaje de la población incluida} = \frac{\text{Sumatoria de los casos dentro de la dispersión}}{\text{Número de casos observados}} = \frac{87}{117} = 74\%$$

$$\text{Error standard de la media} = \frac{\delta}{\sqrt{117}} = \frac{2.94}{10.82} = 0.27$$

$$\text{Coeficiente de variación relativa} = \frac{\delta}{\text{Media verdadera}} = \frac{2.94}{40.84} = 7.2\%$$



## CONCLUSION

La altura del asiento P, que deberá usarse como parámetro de fabricación, de Acuerdo con los criterios establecidos, corresponde a la desviación standard negativa =37.9cms, cubriendo el 74% de la población

## BIBLIOGRAFIA

- ANATOMIA, FISIOLOFIA E HIGIENE. Jorge Vidal. Editorial Stella, 31a. Edición, 1972 Buenos Aires, Argentina.
- ANATOMY, DESCRIPTIVE AND SURGICAL. Gray, Henry. Editado por T. Pickering Pick. 1974. Philadelphia, PENN.'U.SA.
- ANTROPOMETRIA PARA DISEÑADORES. John Croney Editorial Gustavo Gili S.A. 1978, Barcelona, España.
- BREVE HISTORIA DEL DISEÑO INDUSTRIAL. JohnHeskett. Ediciones del Serbal S.A.,Primera Edición 1985, Barcelona. España.
- BREVIARIOS DEL FONDO DE CULTURA. Los Orígenes de la Civilización. Cordón Childe. Colección popular. Octava Reimpresión 1971. Bogotá, Colombia.
- DICCIONARIO DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA. Mario Tamayo y Tamayo, Editorial Blanco. Bogotá, Colombia.

- DICCIONARIO INGLES- ESPAÑOL/ ESPAÑOL-INGLES. Francisco Ruiz Torres Editorial Alhambra, SA. Segunda Reimpresión, 1973, Madrid, España.
- DICCIONARIO PLANETA de la Lengua Española. Usual Editorial Planeta S.A. 1982 Bogotá, D.E., Colombia.
- DISEÑO INDUSTRIAL POR COMPUTADOR No. 2, Rafael Ferré Mesip. Colección Productiva. Marcombo S.A. 1990 Barcelona, España.
- DISEÑO INDUSTRIAL. Salvat. G.T., Biblioteca Salvat de Grandes Temas. Salvat Editores, 1973. Barcelona, España.
- EL DISEÑO INDUSTRIAL Y SU ESTETICA. Dorflès Gillo. Editorial Labor. S.A..1973. Barcelona, España.
- EL DISEÑO INDUSTRIAL Y SU ESTETICA. Gillo Dorflès. Editorial Labor. S.A. Segunda Edición, 1973, Barcelona, España.