

## “Análisis ergonómico de las Aulas del nuevo campus de la Unidad de Ciencias Económico Administrativas (UCEA) de la Universidad de Guanajuato”.

Autor: **Ulises Arturo Plascencia Muñoz**. [kingarthur30@hotmail.com](mailto:kingarthur30@hotmail.com)  
Dirección: Circ. Int. Mártires 22 de abril, casa No. 323 Col. Hierbabuena Guanajuato, Guanajuato.  
Tel. 01 473 73 78730 y del trabajo 01 477 110441 ext. 109 en León, Gto.

### 1) Introducción

El traslado de la población estudiantil a las instalaciones del nuevo campus en el año de 2002; denominado UCEA, trajo consigo una serie de controversias e inconformidades tanto del profesorado como del alumnado, pues el edificio carecía de ciertas normas que garantizaran la seguridad de los usuarios.

Aunque el diseño arquitectónico es vanguardista, podría decirse que a la fecha al interior de las aulas, todavía existe ausencia de ciertas condicionantes que del todo apoyen al confort general de estudiantes y profesores.

El presente estudio en consecuencia, pretende aportar algunos elementos que coadyuven a dicha labor, aprovechando los conocimientos adquiridos durante la materia de **ergonomía y salud ocupacional**, misma que forma parte del contenido curricular de asignaturas de la maestría en Desarrollo Organizacional.

La ergonomía como disciplina, no solo puede ser aplicada a centros de trabajo industrial o de oficinas, sino a todos aquellos espacios en los que la presencia humana requiera como una necesidad ineludible, confort total para elevar su producción individual y / o colectiva.

#### Objetivo General.

Generar posibles alternativas de solución a algunos de los problemas de diseño que tiene el campus universitario en sus aulas, en aras de mejorar la productividad y el desempeño de los alumnos y maestros que hacen uso de ellas.

### Hipótesis

“Existen detalles de diseño ergonómico, que no fueron considerados en la elaboración del proyecto del UCEA, mismos que pueden determinar cierto grado de inconfort a los estudiantes, maestros y personal administrativo que interactúan como usuarios de las aulas”.

### Marco teórico

La base teórica del presente trabajo, descansa principalmente en los estudios realizados en la Universidad Politécnica de Valencia por el departamento de ingeniería, así también en los software desarrollados por el departamento de seguridad y salud de los Estados Unidos; mismos que ofrecen herramientas de apoyo valiosas para la elaboración de diagnósticos.

El diseño de cualquier tipo de espacio ergonómico de trabajo, hace necesaria la consulta de los estudios de Mondelo (2002), y las Normas ISO y principios referenciados en el Manual de Ergonomía de Velásquez (2001) ambos de España, un país que en los últimos tiempos ha realizado valiosas aportaciones en el campo de la investigación ergonómica.

### Desarrollo

Para el desarrollo de este trabajo, se escogieron a dos grupos al azar contemplando a un total de 18 de alumnos de aulas diferentes, pero contando con las mismas condiciones de luminosidad, ventilación y campo visual, elementos que impactan sobremanera en el rendimiento y productividad del estudiante. Se hacen las mediciones antropométricas, y posteriormente se realizan las tabulaciones, separando a los alumnos por características de género. Dichas mediciones se establecieron de la siguiente forma:

Parámetros evaluados	Medidas en centímetros de las mujeres												
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$	S	Mb	Ver	Med
Codo al suelo (de pie)	75	74	70	94	70	70	74	72	<b>75</b>	<b>8.0</b>	70	56	73
Anchura de hombros	36	41	36	38	40	39	41	34	<b>38</b>	<b>2.6</b>	36	6	38.5
Altura popítea	47	43	45	43	42	44	42	44	<b>44</b>	<b>1.7</b>	43	2	43.5
Distancia sacro popítea	35	39	46	33	50	40	50	42	<b>42</b>	<b>6.4</b>	50	36	41
Pecho a respaldo silla	23	34	30	28	30	26	30	29	<b>29</b>	<b>3.2</b>	30	9	29.5
Suelo a ojos	116	115	113	111	118	110	110	111	<b>113</b>	<b>3.0</b>	111	8	112
Suelo a codo	69	70	71	66	110	68	100	75	<b>79</b>	<b>16.7</b>		244	70.5
Suelo a ojos (pie)	153	155	152	141	157	150	146	143	<b>150</b>	<b>5.8</b>		29	151
Sacro a suelo	45	48	48	47	43	43	46	44	<b>46</b>	<b>2.1</b>	48	4	45.5

Parámetros evaluados	Medidas en centímetros de los hombres												
	1	2	3	4	5	6	7	8	$\bar{x}$	S	Mb	Ver	Med
Codo al suelo (de pie)	105	115	104	110	104	106	103	103	<b>107</b>	<b>4.0</b>	104	14	105.5
Anchura de hombros	37	45	44	51	58	47	52	44	<b>47</b>	<b>6.4</b>	44	35	46
Altura popítea	46	46	36	47	46	35	44	46	<b>43</b>	<b>4.9</b>	46	21	46
Distancia sacro popítea	50	43	49	44	42	42	45	43	<b>45</b>	<b>3.1</b>	43	8	43.5
Pecho a respaldo silla	25	34	29	28	33	31	30	29	<b>30</b>	<b>2.9</b>	29	7	29.5
Suelo a ojos	115	119	116	118	125	117	118	120	<b>119</b>	<b>3.1</b>	118	8	118
Suelo a codo	75	70	72	68	72	71	70	72	<b>71</b>	<b>2.1</b>	72	4	71.5
Suelo a ojos (pie)	156	167	160	161	156	157	160	161	<b>160</b>	<b>3.6</b>	156	11	160
Sacro a suelo	50	47	45	49	45	46	45	47	<b>47</b>	<b>1.9</b>	45	3	46.5

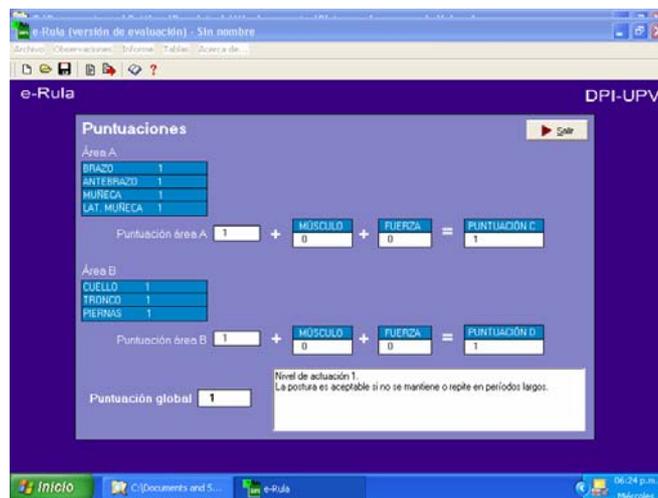
Con las medidas expresadas en las tablas anteriores se procede a determinar la media, desviación estándar y moda, para obtener ciertos indicadores globales en el estudio antropométrico para así vaciarlos en los programas computacionales que nos permiten ofrecer un diagnóstico de la situación, luego entonces las cifras

Parámetros evaluados (mujeres)	Media	Desviación estándar	Moda	Parámetros evaluados (hombres)	Media	Desviación estándar	Moda
Codo al suelo (pie)	75	8	70	Codo al suelo (pie)	107	4	104
Anchura de hombros	38	2.6	36	Anchura de hombros	47	6.4	44
Altura popítea	44	1.7	43	Altura popítea	43	4.9	46
Distancia sacro popítea	42	6.4	50	Distancia sacro popítea	45	3.1	46
Pecho a respaldo silla.	29	3.2	30	Pecho a respaldo silla.	30	2.9	29
Suelo a codo	79	16.7	-	Suelo a codo	71	2.1	72
Suelo a ojos (pie)	150	5.8	-	Suelo a ojos (pie)	160	3.6	156
Sacro a suelo	46	2.1	48	Sacro a suelo	47	1.9	45

se expresan de la siguiente manera:

### Estática postural con el método E-Rula

Con base al método E-Rula<sup>1</sup> se procede a realizar el análisis de las principales posturas que adoptamos como alumnos; al momento de introducir los datos mencionados, al sistema se obtienen los siguientes resultados:



- a) **Posición del brazo.** Considerando que en un día de trabajo normal, este se encuentre entre los 20° de extensión y 20° de flexión, con la existencia de un punto de apoyo como lo es la mesa.
- b) **Posición del antebrazo.** Con una ubicación normalmente entre los 60 y 100°, incluyendo la flexión que ocurre cuando el sujeto toma papeles dentro del alcance de su mesa.
- c) **Posición de la muñeca.** Considerándose que los movimientos son poco repetitivos, por ejemplo a la hora de escribir a mano; la muñeca permanece por espacios largos de tiempo, en posición neutra.
- d) **Posición del cuello.** En base a las opciones que da el propio sistema, se considera que la posición del cuello se encuentra entre los 0 y 10° grados de flexión, aunque podrían darse los casos dentro de las aulas, en los que la personas con dificultades de visión pudieran flexionar su cuello hasta los 10 y 20°.

<sup>1</sup> Asencio Cuesta, Sabino (et al). Sistema E-Rula (software ver 2.1), Departamento de Proyectos de Ingeniería; Universidad Politécnica de Valencia: España.

e) **Posición del Tronco.** En teoría la mayor parte del tiempo que permanecemos sentados, el ángulo que forman el tronco y las caderas es mayor a los  $90^\circ$ , a menos que por no existir descanso y estiramiento de piernas, la misma posición nos obligue a reducir dicho ángulo; esto sucede a menudo cuando hay encorvamientos y apoyo de los codos sobre la mesa.

f) **Posición de las piernas.** En este caso, las sillas que ocupamos nos permiten apoyar perfectamente los pies en el suelo.



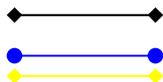
Se debe mencionar que por el tipo de actividad que realiza el estudiante, existe una posición estática del músculo.

Equipamiento y mediciones del espacio donde estudiamos y aplicación del método Ergoeaser para su evaluación.

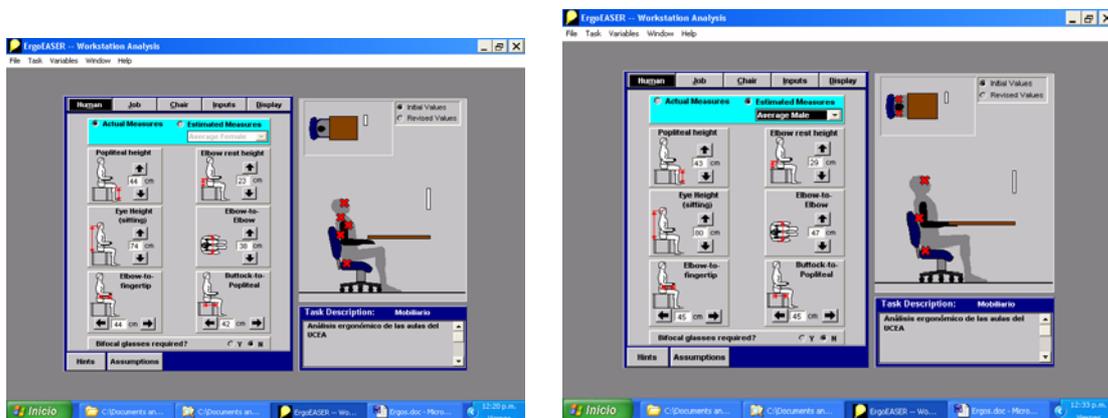
Una vez que se han tomado las medidas de nuestra aula como espacio de trabajo, así como de la sillas y mesas que son parte del mobiliario, se procede a interrelacionar estas variables con la persona o personas que resultan ser los usuarios de las instalaciones; resultaría difícil diseñar de alumno por alumno, un espacio confortable en base a sus características específicas, por ello se procedió a calcular una media del conjunto poblacional estudiado, para introducirla en el sistema Ergoeaser<sup>2</sup>. Las medidas del equipamiento y espacio son las siguientes:



Altura de la silla: 83 cm  
Ancho del asiento : 45 cm.  
Ancho del respaldo : 40 cm.  
Distancia del suelo a la base de la silla: 39 cm.



<sup>2</sup> Brown W, Bill (et al). Sistema Ergoeaser (software). Pacific Northwest Laboratory; Department of Safety and Health, 1995 : EUA.



En el cuadro de la izquierda se observa el análisis de las mujeres; con las cruces en rojo, se denota que existen errores posturales tanto en la forma de sentarse, como en la colocación del brazo y así también en la columna y el cuello. Existe incongruencia entre las medidas de las personas estudiadas y el mobiliario. Su altitud podría no concordar con las medidas antropométricas estándar, calculadas en las mujeres del grupo. En el cuadro de la derecha se observa el análisis hecho a los varones.

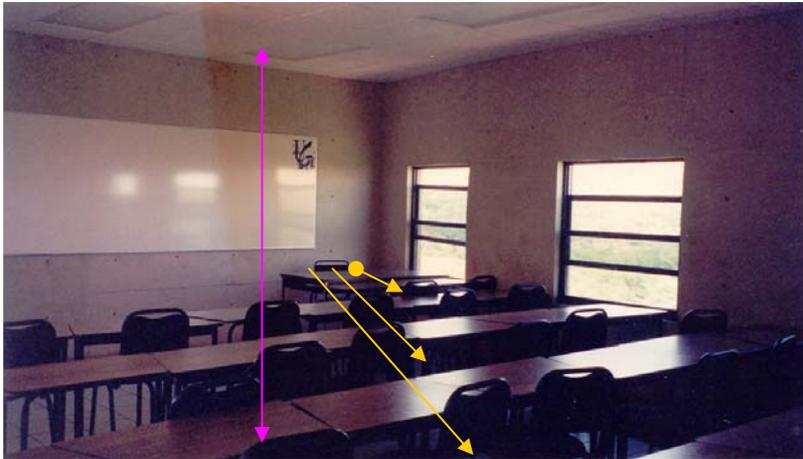
#### Illuminación y ambiente cromático.

Según lo expuesto en el libro el trabajo en oficinas<sup>3</sup>, “*el nivel de iluminación adecuado para cada tipo de tarea, resulta ser un dato fundamental; la cantidad de luz, no asegura por sí sola una buena iluminación; además se requiere una calidad que generalmente es difícil de conseguir*”.

En base a las recomendaciones hechas para iluminación en interiores se requiere de 150 lux<sup>4</sup>, además deben considerarse aspectos como la edad, pues esta comprobado que con el paso de los años se da en el ser humano una degeneración visual que hace necesario el aumento del nivel de iluminación para mantener el mismo rendimiento visual, por lo que el rango puede extenderse hasta los 200 lux.

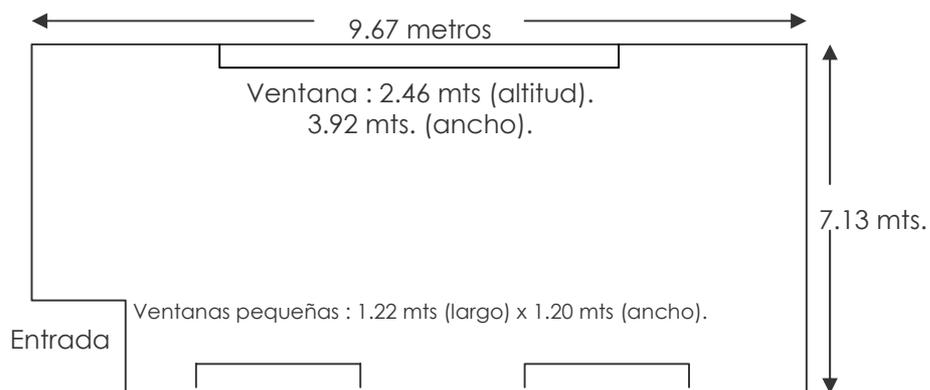
<sup>3</sup> Mondelo R., Pedro (et al). “Diseño de oficinas”. Editorial Alfa omega; México: 2002. P.p. 147-159.

<sup>4</sup> Norma ISO 8995-1989. Velásquez, Farrer (et al). “Manual de ergonomía”... Op. Cit. P. 440.



Altura y alcance visual		Medidas	Observaciones
Altura del suelo al techo		2 metros con 95 cms.	ninguna
Alcance visual Desde la primera banca al pizarrón.		2 metros con 34 cms.	El alcance visual puede ser limitado si la imagen que se proyecta desde un cañón como herramienta de apoyo a la enseñanza; ya que este último tiene dimensiones de 1.20 mts. de ancho por 1 metro de alto y la vista se tiene que forzar un poco más.

PLANO CON LAS MEDIDAS DEL AULA



Con el vaciado de la información correspondiente, el resultado para la posición en cuanto a un diseño adecuado de puesto trabajo sería la siguiente:

ILUMINACION AMBIENTE CROMÁTICO			
TIPO DE ILUMINACION NATURAL	TIPO ILUMINACION ARTIFICIAL	DISPOSICIONES	NIVELES (LUX)
VENTANAS	X INCANDESCENTE	GENERAL	Natural
DOMOS	FLUORESCENTE	X LOCALIZADA	Artificial
CLARABOYAS	VAPOR HG.	AUXILIAR	X Combinada 200
OTROS	OTROS	OTRAS	OTRAS
LUMINANCIAS	150 LUX	ORIGEN	Lámparas fluorescentes y luz solar
LUMINANCIAS CAMPO VISUAL (MAX-MIN)	200-150-100		
DESLUMBRAMIENTOS	Luz directa sin respetar el ángulo de 45 grados		
OBSERVACIONES: En ocasiones y según la posición del sol, los deslumbramientos impactan sobre el fondo blanco del pizarrón, ocasionando molestia visual. Se recomienda uso de cortinas.			

En las siguientes tomas se puede apreciar, dos tipos de ventanas, en dos aulas distintas, la condición ideal de iluminación, esta dada en la foto de la derecha.



Análisis de las condiciones ambientales del aula por medio del sistema OFITERM.

Según lo establecido en el libro del Manual de ergonomía, “*unas condiciones ambientales desfavorables al equilibrio térmico producirían una tensión (estrés), a la que el cuerpo responderá con mecanismos fisiológicos de termorregulación, produciéndose estados de confort e inconfort*”<sup>5</sup>.

En la siguiente gráfica, se observará la introducción de datos correspondientes a las características físicas del inmueble en el sistema OFITERM<sup>6</sup>, considerándose la filtración de humedad en época de lluvias, a través

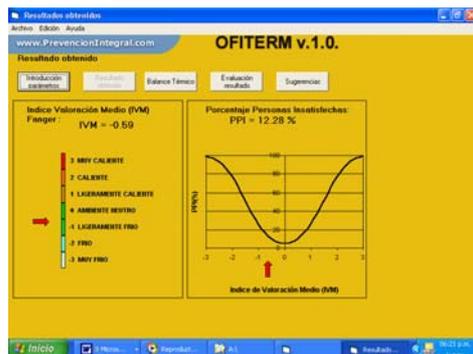
<sup>5</sup> Velásquez, Farrer (et al). “Manual de ergonomía” .-- Editorial Mafre: España (2001) p. p. 251-253.

<sup>6</sup> De Pedro González Oscar. Sistema Ofíterm Ver 1.0. Prevención Integral: España (2001).

de las paredes de concreto (como se muestra en la fotografía); con su respectivo descenso de temperatura y su impacto en las condiciones ambientales.



Según la norma ISO 7730 <sup>7</sup>, se establecen escalas para medir sensaciones térmicas que van desde lo muy caliente (+3), hasta lo muy frío (-3), y según los parámetros del sistema, los resultados obtenidos para el aula, en épocas en las que la lluvia provoca un descenso de temperatura considerable y en consecuencia provocando que la vestimenta a usar por parte del alumno llegue a un clo, el puntaje ofrecido como resultado dentro de esa escala es de -0.59; que determina un ambiente ligeramente frío, según lo expuesto en la siguiente gráfica:



En esta foto se pueden observar claramente las filtraciones de agua que ocurren en épocas de lluvia.

<sup>7</sup> Velásquez, Farrer... Op.Cit. p.p.463.

### Resultados

1. Se observó que no existe una correlación adecuada entre las medidas del mobiliario y las antropométricas del alumnado.
2. Según la sugerencia de los expertos, adoptar una postura sentada o sedente, es estable y requiere un menor gasto de energía, siempre y cuando no se prolongue en espacios de tiempo largos.
3. La altura de la mesa es un poco baja, ello obliga al usuario a flexionarse hacia delante en ocasiones, aumentando la presión intraabdominal.
4. Las condiciones entre fuentes de luz, podría provocar deslumbramientos, sobre todo si los reflejos impactan sobre fondos brillantes, como el pizarrón.
5. Se recomiendan descansos y pausas, entre hora y hora de clase de por lo menos 10 minutos, para evitar la fatiga por posición prolongada en los asientos.
6. Es importante corregir el error de diseño estructural del edificio, en relación a las filtraciones de agua por las paredes, ya que la humedad puede motivar ciertas alteraciones.

### Bibliografía

- Velásquez, Farrer (et al). “Manual de ergonomía” .-- Editorial Mafre: España (2001) p. p. 251-253.
- Mondelo R, Pedro (et al). “Diseño de oficinas” .-- Editorial Alfa Omega: España (2002).
- Norma ISO 8995-1989. Velásquez Farrer (et al). “Manual de Ergonomía”.—Editorial Mafre: España (2001).

### Software de apoyo

- De Pedro González Oscar. Sistema Ofiterm Ver 1.0. Prevención Integral: España (2001).

- Asencio Cuesta, Sabino (et al). Sistema E-Rula (software ver 2.1), Departamento de Proyectos de Ingeniería; Universidad Politécnica de Valencia: España.
- Brown W, Bill (et al). Sistema Ergoeaser (software). Pacific Northwest Laboratory; Department of Safety and Health, 1995 : EUA.