

LA ERGONOMÍA ES PARTE DEL PROCESO DE DISEÑO INDUSTRIAL

**D.i. Carmen Villarreal E.
Universidad de Monterrey**

Para la mayoría de ustedes esta aseveración podrá sonar tan lógica como decir que el agua está hecha de hidrógeno y oxígeno, agua simple que existe desde que existimos y sobre la cual hemos descubierto innumerables beneficios para el hombre. La diferencia entre el producto de un diseño industrial y el agua, es que esta última existió y luego nos dimos cuenta de que resuelve muchos problemas del ser humano y, por el contrario, un producto diseñado tiene su origen en el descubrimiento de un problema, por lo que al final el beneficio que brinde al usuario debe de ser resolver ese problema en específico sin generar nuevos problemas. La semejanza entre el agua y un producto de diseño industrial: están hechos a la medida del ser humano. Hoy me da gusto platicar con ustedes acerca de mi experiencia enseñando la ergonomía como parte del proceso de diseño industrial.

Soy Ma. del Carmen Villarreal Erhard, diseñadora industrial; me desempeño en el área de docencia en la Universidad de Monterrey impartiendo cursos en el área de talleres de diseño, laboratorios de materiales y ergonomía, todos ellos para la carrera de Diseño Industrial.

Cuando era estudiante pensaba que este asunto de la ergonomía era exclusivo de los diseñadores, porque durante la carrera estudiábamos los aspectos ergonómicos de lo que diseñábamos, después con el tiempo me percaté que como lo dice su definición es interdisciplinaria tanto en su estudio como en su aplicación, término que no lograba entender, hasta que me fui involucrando en su estudio y me di cuenta del amplio rango que abarca. Al inicio me sorprendía que esto les pudiera interesar a los médicos, a los ingenieros, etc, hasta que comprendí que ustedes son los principales “ergonomistas”, y los diseñadores somos una minoría que aunque no menos importante, no nos distinguimos como otras profesiones que estudian teórica y prácticamente la ergonomía desde el punto de vista de productividad y seguridad industrial dando seguimiento a los beneficios y a las consecuencias derivadas de su aplicación; afortunadamente en los últimos 10 años aproximadamente se ha dado mayor importancia al confort del usuario, a facilitarle su trabajo y en general a incluir la ergonomía en el proceso de diseño industrial.

Por las razones antes expuestas les platicaré hoy un poco acerca de mi experiencia en talleres desarrollando diseños que dan prioridad al usuario, sin descuidar los demás aspectos inherentes al diseño industrial como lo son el uso eficiente de materiales, posibles procesos de producción, armonía visual, etc.

I.- DEFINIENDO LOS PRINCIPALES TÉRMINOS.

¿cómo diseñar productos con énfasis en el confort del usuario?

Primeramente se tiene que entender: *¿qué es un producto ergonómico?*, y para poder lograrlo se necesita tener muy claro los términos básicos: *¿qué es un objeto o*

producto?, ¿qué es ergonómico o ergonomía?, ¿y diseño industrial? El siguiente glosario, que resume las definiciones de varios autores, servirá de apoyo:

Objeto.- Todo lo que puede ser materia de conocimiento o sensibilidad por parte del sujeto, incluso este mismo.

Producto.- Resultado del proceso de transformación conocido por producción.

Diseño industrial.- Es una actividad de proyectar y creadora que consiste en determinar las propiedades formales de los objetos producidos industrialmente de manera óptima a las necesidades materiales y espirituales del hombre. Siendo estas propiedades las características exteriores e interiores, las relaciones funcionales, prácticas y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde el punto de vista tanto del productor como del usuario.

Ergonomía.- El término ergonomía fue acuñado en Inglaterra, en 1950, por un grupo de físicos, biólogos, psicólogos, médicos e ingenieros, para describir las actividades interdisciplinarias destinadas a resolver los problemas creados por la tecnología de guerra. El término se derivó de las raíces griegas *ergom* (trabajo o fuerza) y *nomos* (ley, regla o conocimiento).

Según la enciclopedia salvat:

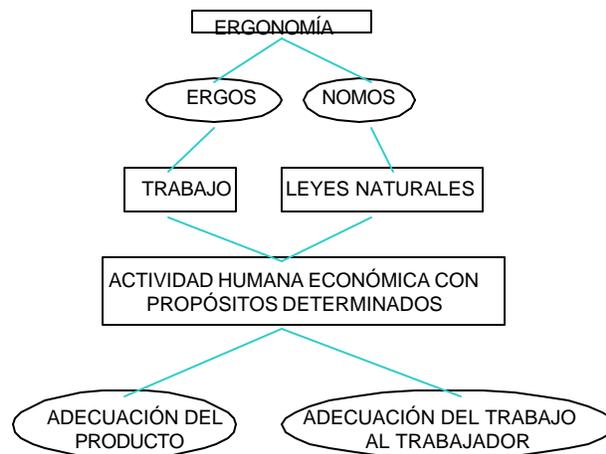
Ergonomía.- Término con que se designa la moderna ciencia del mejoramiento de las condiciones del trabajo humano en función de las facultades y limitaciones reales de los hombres que trabajan. La ergonomía se propone la adaptación óptima de la vida de trabajo, operaciones físicas, máquinas, sistemas de mecanismos, métodos de organización, medio ambiente laboral, a las exigencias biológicas, físicas y psíquicas de los trabajadores y reclama y promueve un trabajo conjunto de especialistas de las más diversas disciplinas: fisiólogos, psicólogos, expertos en medicina del trabajo, ingenieros, arquitectos, diseñadores, etc.

Según el instituto de biomecánica de Valencia, 1998:

Ergonomía.- Es el campo de conocimientos multidisciplinarios que estudia las características, necesidades, capacidades, habilidades de los seres humanos analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de productos o de procesos de producción. En todas las aplicaciones su objetivo común es: se trata de adecuar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas de manera que mejore la eficiencia, la seguridad y el bienestar de los consumidores, usuarios o trabajador

Y así, como estas dos definiciones, se pueden encontrar muchas de diferentes autores en donde algunas podrán tener mayor énfasis en algunos aspectos, algunas más extensas y algunas más concretas pero todas finalmente llegan a la conclusión de que tenemos que hacer todo; productos, espacios, etc. pensando en el mayor confort y eficacia en las actividades que realiza el hombre, en sus diferentes posiciones y situaciones, según sus requerimientos y necesidades.

En conclusión se puede resumir el término ergonomía:



Entonces se puede decir que un producto con diseño ergonómico, es aquel que cumple con o da soluciones a los siguientes conceptos:

- *ergom* .- trabajo o fuerza
- *nomos* .- ley, regla o conocimiento
- actividad humana
- operaciones físicas
- métodos de organización
- medio ambiente laboral
- exigencias biológicas, físicas y psíquicas
- trabajo conjunto de especialistas
- adecuación del producto
- adecuación del trabajo
- proyecto creativo
- propiedades formales
- producción industrial
- resolver necesidades del usuario y productor

II.- LA ERGONOMÍA, LOS FACTORES HUMANOS Y LA ANTROPOMETRÍA.

Se mencionó en las definiciones que la ergonomía es una moderna ciencia y que es un campo de conocimientos interdisciplinarios, y podría agregarse que además de ciencia y conocimientos es una disciplina.

Es una ciencia porque:

Ciencia: conocimiento cierto, exacto y razonado de las cosas por sus principios y causas. Conjunto sistematizado de conocimientos que constituyen un ramo del saber humano. Las que sólo admiten principios, consecuencias y hechos rigurosamente demostrables.

Es una disciplina porque:

Disciplina: doctrina, instrucción de una persona. Arte, facultad o ciencia que puede ser transmitida o instruida. Observancia de las leyes o reglamentos y ordenamientos de una profesión o estatuto.

Es interdisciplinaria porque:

Interdisciplinaria: involucra varias disciplinas que se relacionan y ayudan entre si.

De acuerdo a lo anterior puede decirse que la ergonomía es una ciencia porque utiliza datos que pueden ser comprobados, además se auxilia de ciencias exactas para su desarrollo y utiliza métodos científicos para la comprobación de sus principios. Pero también es una disciplina ya que puede encontrarse dentro de un plan de estudios en programas académicos y los conocimientos pueden ser transmitidos por metodologías didácticas y además es interdisciplinaria porque se apoya de múltiples y variadas ciencias y disciplinas, como fisiología, psicología, medicina e ingeniería en varias de sus especialidades, antropología, antropometría, arquitectura, diseño, etc.

Aunque sean muchos los aspectos que tienen que ser considerados para el estudio de la ergonomía en todos los casos el centro de atención es el hombre y todo gira alrededor de su mejor desempeño, es por eso que en los Estados Unidos a la ergonomía le llaman "Factores Humanos" (FH/E), en donde tenemos que considerar todo lo que está relacionado con el hombre; una de las principales características de FH/E en el diseño es que su práctica es interdisciplinaria, ya que varios campos del conocimiento convergen hacia su fin y su objetivo de estudio, que es el hombre en su entorno ambiental, ya sea ecológico, del hogar, del trabajo, de su desempeño o de su recreación, al igual que la ergonomía, por lo que son usados como sinónimos.

En los Estados Unidos el factor humano (como descripción del sujeto sin relación con su entorno), fue también reconocido aunque muchas veces desairado en los sistemas militares hombre-máquina durante la segunda guerra mundial. Los investigadores del comportamiento, antropometritas, médicos, ingenieros y otros practicantes de esta disciplina en desarrollo decidieron, en el año de 1957, referirse a su nuevo campo como *factores humanos* más que *ergonomía*.

Así, el mismo campo de investigación y sus aplicaciones se llama *factores humanos y/ o ingeniería humana* en los Estados Unidos y *ergonomía* en el resto del mundo. En la práctica, algunas veces usamos los términos como sinónimos de las siglas FH/E, pero cabe mencionar que en ergonomía se aplican los términos FH como datos ergonómicos y antropométricos que se pueden utilizar para diseñar de acuerdo a los requisitos de uso, sobre todo con los instrumentos de trabajo, y la ergonomía, por su parte se compone de otros factores que veremos a continuación.

El término ergonomía es utilizado de una manera más integral y global ya que el objetivo de la investigación ergonómica se puede subdividir en cuatro componentes sistemáticos:

- el operador o el utilizador del producto
- el producto
- el uso que se hace del producto
- el ambiente específico bajo cuya influencia está sometido el operador durante el uso que se hace del producto

La ergonomía para el diseño industrial, se enfoca a la relación hombre-objeto cuando el hombre utiliza el objeto o producto como una actividad determinada. El diseño industrial, se ocupa de adaptar los objetos al hombre en lugar de viceversa, con la finalidad de elevar

el rendimiento del ser humano, por lo que los factores que intervienen para esta causa, pueden resumirse en 4 principales y la efectividad de este sistema, está determinada por el juego complejo de estos factores.

- Factores inherentes al objeto: dimensiones del producto, distribución de los elementos de indicación y de mando, etc.
- Factores inherentes al operario: estatura, habilidad, capacidad de aprendizaje, capacidad de reacción, memoria, edad, etc.
- Factores inherentes al proceso de trabajo: grado de dificultad, volumen del trabajo, monotonía, causas de estrés, etc.
- Factores inherentes al ambiente: ruidos, vibraciones, polvo presente en el aire, tanto por ciento de humedad en el aire, temperatura, iluminación, ventilación, presión del aire, etc.

El papel del diseñador industrial está en optimizar todos los factores de la primera categoría, la que se refiere al objeto.

Todas las actividades y estudios de la ergonomía están basados alrededor del hombre, para su mayor comodidad, para su mejor desempeño, para un mejor rendimiento, etc. Es por eso que para iniciar con el tema de enseñanza de la ergonomía es importante mencionar que dentro de lo que son factores humanos, la antropometría es básica, ya que es una ciencia auxiliar que da las herramientas necesarias para las bases de lo que se quiere diseñar. Una definición de este término sería:

Antropometría: es el estudio de las medidas del cuerpo humano en todas sus posiciones y actividades, tales como alcanzar objetos, correr, sentarse, subir y bajar escaleras, descansar, etc. El estudio de todos los caracteres métricos cuantitativos y cualitativos del cuerpo humano.

Antes de tomar una medición es necesario entender los propósitos para los cuales el objeto, está diseñado para servir. Cada medida constituye una respuesta a una medida significativa, es la respuesta a una pregunta.

Para hacer más analítica la antropometría se debe recopilar información que la hará más significativa, información de índole social, cultural, económica, tecnológica, demográfica, psicológica, etc.

En nuestro país, las condiciones antropológicas, nutricionales y climatológicas son distintas de las de otros países, sin embargo hemos importado los patrones antropométricos extranjeros con muy buenos resultados.

Además del estudio de la Antropometría es importante considerar los otros factores humanos como la biomecánica, para entender cómo se mueve el cuerpo humano, la anatomía para ver como está compuesto, etc, etc, etc.

Conociendo los principios básicos de la ergonomía se puede responder a una de nuestras preguntas iniciales:

¿qué es un producto ergonómico?

Puede decirse ahora que un producto ergonómico es aquel que se ajusta perfectamente a las necesidades del hombre, usuario u operario, dentro de un ambiente de trabajo determinado y que la acción para la que está destinado podrá ser desempeñada por el usuario eficientemente.

Hoy en día se observan una serie de productos que se ofrecen en el mercado con un supuesto valor agregado: que son "ergonómicos" por ejemplo: teclados para computadora ergonómicos, asientos ergonómicos, herramientas ergonómicas, etc. Esto hace pensar en primera instancia que estos productos son "mejores" respecto a otros de su competencia, cuyas cualidades ergonómicas no son publicitadas.

Un teclado, un asiento, una herramienta... etc. forman parte de un entorno artificial que está supuestamente concebido o diseñado para ser utilizado por el hombre, por consecuencia todos los productos fabricados para el uso humano son "ergonómicos" o al menos deberían serlo.

Podría definirse que cuantos mayores principios o criterios ergonómicos se hayan tomado en cuenta en la concepción de un producto, éste será de una "mejor calidad ergonómica" conviene aclarar que el concepto de "calidad ergonómica" debe interpretarse como: un conjunto de cualidades ergonómicas.

Hay que sensibilizar y concienciar a los estudiantes y en general a todas las personas acerca de la importancia de la ergonomía y sus beneficios .

III.- METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO ERGONÓMICO.

Si ya estamos convencidos de la importancia de diseñar productos ergonómicos , entonces ¿por dónde comenzar? , ¿qué se necesita?

Primeramente organizarse mediante una metodología de trabajo que se adapte a las necesidades particulares de cada tarea.

Existe mucha información y bibliografía acerca de las distintas metodologías, tanto para metodologías de investigación, como metodologías para el desarrollo de proyectos de diseño, todas son buenas y han sido útiles según el caso, pero lo importante es que se adapte la o las metodologías a cada proyecto en específico ya que cada uno tiene diferentes requerimientos y necesidades.

A continuación se presenta un esquema general y básico en donde se fusionan metodologías de investigación con otras que nos sirven para desarrollo de proyectos y por supuesto todo esto es con la intención de que los proyectos tengan un enfoque ergonómico.

Como ejemplo, se muestra la siguiente metodología, que está realizada primeramente por una macro-estructura, que se entiende como la subdivisión del proceso en diversas etapas o fases; estas a su vez se describen con las especificaciones técnicas empleadas en cada una de las etapas que es la micro-estructura.

La metodología que se presenta, dentro de su macro estructura comprende cuatro aspectos, el primero que es de investigación, el segundo que es desarrollo del proceso creativo del proyecto, el tercero que es la realización del proyecto, que es en si los resultados y conclusiones, y el cuarto que es el proceso ergonómico, el cual está formado por todas las consideraciones y puntos importantes desde el punto de vista de factores humanos que tenemos que incluir dentro de las tres primeras fases: investigación, desarrollo del proceso creativo, solución y conclusiones; que se sigue simultáneamente o los tres anteriores, lo que es el desarrollo del proceso ergonómico.

El aspecto de investigación que es el primer aspecto, se compone de las etapas 1, 2 y 3 y está basado en organizar la manera de trabajar y la información que se va a requerir para el desarrollo del proyecto; se organiza esta información y se analiza para prepararla de manera que sea útil al caso en particular.

1.- Introducción y estructuración.- Se inicia con el descubrimiento de una necesidad y en base a esa necesidad que tiene que estar bien valorada y definida, se plantea todo el proyecto; se tiene que concretar la terminología que se va a emplear.

2.- Investigación y marco teórico.- Se establecen los temas y conceptos que se requiere investigar y se desarrolla el marco teórico en donde se incluyen temas como materiales, mecanismos, competencia, estilos de diseño, ergonomía ,etc.

3.- Metodología .- ya teniendo los temas e información que se requiere para el proyecto, se marca la metodología que se seguirá para realizar el análisis de la información como análisis de similares existentes, materiales, etc. Y esta etapa concluye con la definición de los requerimientos o premisas de diseño.

En el aspecto de desarrollo creativo, que equivale a la etapa 4, es en donde se desarrolla la idea del producto.

4.- La proyección y el desarrollo del diseño.- que se maneja como segundo aspecto, se inicia precisamente con las premisas de diseño, se concretan las ideas con bocetos, alternativas, planos, modelos, cálculo de resistencia de materiales y estructuras, costos, etc.

El tercer aspecto, es el de solución y conclusiones que son las etapas 5 y 6, es en donde se lleva a cabo el proyecto.

5.- Etapa de resultados.- se hacen pruebas de producción hasta llegar a un prototipo, para poder hacer el juego de planos finales.

6.- Etapa de conclusiones.- en esta etapa, ya con prototipos y planos, se obtienen conclusiones de los costos y de la resistencia así como del empaque, la publicidad, etc.

El cuarto y último aspecto, que es el proceso ergonómico, se desarrolla a través de toda la metodología y son puntos clave a los que se les tiene que incluir dentro de los puntos tratados en los aspectos antes mencionados, de principio a fin, desde la etapa 1 en donde se define el tipo de producto que se va a solucionar y se delimita el análisis ergonómico hasta el prototipo final en donde se hacen pruebas ergonómicas y se deja asentado en los planos.

Micro estructura:
(aspectos 1,2, y 3)

Investigación

Etapa 1 .- Introducción y estructuración

- Establecimiento de la situación a analizar, concebir la idea.
- Planteamiento o estructuración del problema de investigación
 - o Objetivos de investigación
 - o Detección de necesidades
 - o Justificación de la investigación y su viabilidad
 - o Definición del problema
 - o Alcances del proyecto

Etapa 2.- Investigación, elaboración de marco teórico

- Consulta de literatura
- Recolección de datos e información
- Extracción y recopilación de la información de interés.
- Construcción del marco teórico.

Etapa 3.- Metodología

- Análisis de literatura
 - o Ergonómico
 - o Productos existentes
 - o Mercado
 - o Tecnología
 - o Mecanismos
 - o Materiales
 - o Procesos de producción
 - o Costos
 - o Reglamentos y normas.
- Conclusiones de literatura
- Premisas de diseño, requisitos de uso y parámetros cuantificables.

Desarrollo del proceso creativo

Etapa 4.- Proyección y desarrollo de diseño.

- Anteproyecto y pruebas de producción
 - o Elaboración de bocetos (ideas en dos y tres dimensiones).
 - o Examen y selección de bocetos o conceptos de diseño
 - o Correcciones a bocetos seleccionados
 - o Conclusión de bocetos
 - o Desarrollo de las alternativas seleccionadas (en dos y tres dimensiones)
 - o Selección de alternativa
 - o Conclusión de alternativas
 - o Desarrollo de planos
 - o Diagrama de flujo de producción
 - o Modelo en tres dimensiones
 - o Corrección de planos

Solución y conclusiones

Etapa 5.- Etapa de resultados

- Desarrollo de prototipo
 - o Elaboración de modelos escala 1- 1 con materiales definitivos
 - o Pruebas y observaciones al prototipo
 - o Modificaciones al prototipo
 - o Diagrama de producción definitivo
 - o Elaboración de manual de armado
- Elaboración de juego de planos de proyecto final

Etapa 6.- Etapa de conclusiones

- Ilustraciones del producto final
- Empaque
- Costos
- Publicidad

La aplicación del proceso ergonómico (aspecto 4) inicia a la par con la metodología y se desarrolla a la vez que se van solucionando las demás etapas.

Micro estructura:
(aspecto 4)

Proceso ergonómico

INVESTIGACIÓN

Etapa 1 .- Introducción y estructuración

- 1.1 Definir tipo de objeto.
- 1.2 Establecer usuario (s)
- 1.3 Delimitar el análisis ergonómico

Etapa 2.- Investigación, elaboración de marco teórico

- 2.1 Perfil del usuario
- 2.2 Definir los aspectos ergonómicos
- 2.3 Recopilación de información antropométrica

Etapa 3.- Metodología

- 3.1 Análisis antropométrico y ergonómico
- 3.2 Estructurar los requisitos de uso
- 3.3 Parámetros de diseño y requerimientos

DESARROLLO DEL PROCESO CREATIVO

Etapa 4.- Proyección y desarrollo de diseño

- 4.1 Desarrollo de ideas
- 4.2 Estudio de formas: Bocetos, alternativas y modelos en dos y tres dimensiones.
- 4.3 Cálculos de estructuras .

SOLUCIÓN Y CONCLUSIONES

Etapa 5.- Etapa de resultados: Proyecto final y prototipos

- 5.1 Comprobaciones finales con prototipos

Etapa 6.- Etapa de conclusiones

- 6.1 ilustraciones finales

A continuación se explica cómo se integra el proceso ergonómico al desarrollo de cada etapa.

INVESTIGACIÓN

Etapa 1.- Introducción y estructuración, es la primera etapa del proyecto. Los problemas bien definidos y estructurados son aquellos en los que sus variables son claras y abstractas es por eso que en esta etapa se tiene que establecer la situación a analizar, concebir la idea planteando el problema con sus objetivos y necesidades, definiendo y justificando lo que se va a hacer y hasta dónde se quiere llegar. Es aquí en donde deben quedar respondidas preguntas tales como: ¿qué es lo que se quiere solucionar?, ¿a dónde se quiere llegar?, ¿qué se necesita?, ¿quién lo necesita?, ¿para qué?, ¿hasta qué límite

se requiere llegar?, ¿por qué se necesita?, ¿existe en el mercado?, ¿ quiénes lo van a utilizar?, etc.

Para determinar desde esta etapa inicial cuáles son las prioridades y determinar una jerarquía de valores pueden seguirse estos criterios que son los mismos que utilizaremos para ordenar nuestros requisitos de uso o premisas de diseño:

Proceso ergonómico: En esta primera etapa se plantea el problema, se ubica, justifica y define. Se tiene que asentar si es un diseño nuevo o si se está rediseñando uno existente explicándose el por qué; se determina si se va a aplicar ergonomía preventiva o correctiva y las causas por las que esto se hará; también se define quién es el usuario, el entorno, el tipo de objeto y la actividad que se desarrolla con el.

Punto 1.1 Para definir qué tipo de objeto es sirve de guía la división que hace la ergonomía de sus cuatro clases ergonómicas en donde tenemos que aclarar los objetivos:

- objetivos que hay que satisfacer taxativamente (obligatorios).
- objetivos deseables
- objetivos opcionales

Clases ergonómicas:

1.- *zona de vecindad*.- cuando el objeto tiene contacto con los órganos activos y receptivos, o con los objetos que rodean sus miembros.

- factor mano.- manillas, manoplas, utensilios
- factor pie.- pedales, levas de pie
- Receptor ojo.- gafas de protección
- Cabeza.- casco de protección
- Oreja–boca.- receptor telefónico

* necesario datos antropométricos relativos a los órganos activos, receptores y a toda su mecánica.

2.- *ámbito de prensión y de movimiento*.- objetos que se encuentran en el interior de la "ampolla espacial personal ", alrededor de 2 mts. de diámetro.

- operario de pie.- estantes, anaqueles
- operario sentado.- asientos, taburetes
- operario apoyado.- superficies o plano de trabajo

* necesario utilizar datos relativos a los órganos humanos y normas de su mecánica. (altura ojos, alcance mano, etc.)

3.- *ámbito entre dos y tres metros alrededor del operario*.- más allá del radio de prensión y que forman parte de su ambiente espacial. Ej. Máquinas de taller, sala de operaciones, interior de un avión.

* necesario datos de los factores controlados por el proyectista, coloración en el comportamiento humano, nivel de iluminación general, etc.

4.- *macro objetos, espacio desde los 30 mts. Hasta infinito*.- más allá del espacio circunscrito perceptibles de un operario y actúa de manera primaria en órganos receptores.

- ejemplo: Señalización de carreteras.

* necesario datos sobre la capacidad perceptiva del hombre.

En el punto 1.2 se establece quién va a ser el usuario o usuarios, esto se logra planteando los objetivos y describiendo la necesidad que se quiere cubrir con el producto a diseñar y a qué mercado va dirigido.

Punto 1.3 en este punto es posible, con la ayuda de los dos anteriores, plantear y definir qué tipo de relación se establecerá entre el usuario, el objeto, el entorno y la actividad, que son los cuatro factores fundamentales para su análisis, y a qué se le dará prioridad. También debe aclararse qué tipo de diseño se llevará a cabo, si es un diseño innovador o es un rediseño lo que dará la pauta para aplicar ergonomía preventiva en el primer caso o ergonomía correctiva en el segundo de los casos.

Etapas 2.- Investigación, y elaboración de marco teórico; en esta etapa se fundamenta la investigación; es en donde se recopila toda la información que pueda ser útil para adquirir conocimientos sobre el tema tratado; se puede realizar a través de investigaciones bibliográficas, de campo o puede ser experimental, aplicando algunos métodos o técnicas de investigación. En esta etapa es primordial definir exactamente los puntos que es necesario investigar y qué enfoque se les dará.

Hay que tener en cuenta que la etapa 2 (2.1, 2.2 y 2.3), es informativa; consiste en recabar los datos que serán analizados en la siguiente etapa que es la metodología.

Proceso ergonómico: es en esta etapa en donde se marca el perfil del usuario del producto y se definen los aspectos ergonómicos que serán tomados en cuenta y la relevancia tendrán en el resultado final.

En el punto 2.1 del perfil del usuario, que es el que define el grupo de población que habrá de ser el usuario y consumidor final pueden obtenerse los datos de la investigación de campo como encuestas, entrevistas u observación directa y concretándose en los siguientes puntos:

- 1.- tipo de usuario.- un mismo objeto puede ser usado por varias personas o por la misma que realiza actividades diferentes. Por lo que los análisis de esta información deberá de ser de todas las personas que se relacionan con el producto ya sea de una forma directa, haciendo el uso para lo que fue diseñado el producto o que tienen una relación secundaria como para limpiarlo, guardarlo, dar mantenimiento, etc.
- 2.- actividad del usuario.- que puede ser su función principal u otras opciones de uso del mismo producto.
- 3.- ocupación.- es la actividad económico-productiva del usuario, que nos da la pauta para definir el mercado al que va dirigido.
- 4.- sexo.- el sexo se define para determinar las diferencias anatómicas, fisiológicas, psicológicas y antropométricas de los usuarios, sobre todo cuando el objeto a diseñar será utilizado mayormente por personas de un sexo en particular por cuestiones de función o por estética.
- 5.- edad.- es conveniente especificar el rango de edad del grupo de usuarios para analizar las características y necesidades propias de su nivel.
- 6.- características físicas generales.- debemos especificar si nuestro grupo de usuarios padece o no de alguna anomalía física, sensorial y/o mental, tan simple como la miopía o tan compleja como un síndrome cerebral. Si esta discapacidad no interfiere ni altera la relación ergonómica no es determinante. Por ejemplo, para el diseño de una silla no

importa si los usuarios padecen daltonismo, pero al diseñar un tablero de control es primordial considerar las deficiencias visuales de los usuarios.

El punto 2.2 es para definir los aspectos ergonómicos; para determinar qué información será útil pueden utilizarse los siguientes puntos como guía:

- 1.- datos antropométricos sobre la mecánica del cuerpo
- 2.- elementos de indicaciones (cualitativas y cuantitativas)
- 3.- elementos de mandos (movimientos rotativos, lineales, etc.)
- 4.- proyección de puestos de trabajo, economía de los movimientos, especificaciones para muebles)
- 5.- utensilios manuales y proyección de máquinas
- 6.- percepción de forma, colores y espacios
- 7.- normas de protección y vestuario protector.

En el punto 2.3, se recopilará información antropométrica. Según la pauta que marcan los puntos anteriores, podrá definirse qué medidas, posturas, acciones, alcances, etc. Será necesario analizar.

Para cumplir con este punto es necesario auxiliarse de datos existentes en tablas antropométricas y revisar los percentiles de población a la que se referirá el diseño; también es necesario recurrir a la investigación de campo para corroborar los datos y hacerlos más precisos.

Para la obtención de datos antropométricos estáticos y dinámicos existen métodos, técnicas de medición e instrumental propios que deben respetarse para que los resultados sean confiables y válidos.

Etapa 3.- Metodología; es en esta etapa en donde se revisará toda la información que se obtuvo del marco teórico (etapa 2), se analizará y se convertirá toda la información y literatura obtenidas en datos útiles para este diseño en particular. Para lograr esto es de suma utilidad analizar la información bajo los siguientes aspectos o tipos de análisis, esto orientará la investigación de tal forma que al terminar esta etapa habremos obtenido las premisas de diseño o requerimientos.

Ergonómico.- desde el planteamiento ya se sabe quiénes son los usuarios, qué actividad realizarán y en qué entorno se dará la relación ergonómica. En este análisis debe especificarse si es un diseño o un rediseño, por que si es diseño, puede aplicarse ergonomía preventiva y si es rediseño será correctiva.

De productos existentes.- tienen que analizarse los productos semejantes que hay en el mercado, particularmente en el mercado que el producto a diseñarse deberá ocupar; de esta manera se ubica la competencia que tendrá a la vez que se estudian sus ventajas y desventajas distinguiendo lo que es útil aplicar en el nuevo diseño y lo que definitivamente se debe evitar.

De mercado.- responde a las preguntas: ¿quiénes comprarán este producto?, ¿qué es lo que realmente necesitan y que les gustaría tener?

De tecnología.- define lo necesario para que el producto funcione y de la mejor manera.

De mecanismos.- analiza cuáles son los mecanismos más apropiados para este caso en particular.

De materiales.- se deriva de la información de funciones, ergonomía, mercado, proceso de producción, etc. es la materia prima que se necesita para realizar el producto.

De procesos de producción.- dependiendo de los resultados que arroje el análisis de los materiales se define la manera en que serán transformados.

De costos.- establecer el costo del producto, aunque los primeros intentos sean tentativos.

Reglamentos y normas.- define qué normas deben cumplirse para poder sacar a delante este proyecto.

Una vez que la información se analice bajo estos rubros, se extrae toda la información de utilidad, para concluir esta etapa con los requerimientos de diseño o premisas, en donde quedarán asentados los datos importantes que ayudarán a dar respuesta a los objetivos planteados desde el inicio de la investigación.

Proceso ergonómico:

El primer punto de esta etapa es el análisis antropométrico y ergonómico 3.1.

Con anterioridad se obtuvo la información necesaria, y en este punto se estudia y extrae lo que es realmente útil para el proyecto dadas las especificaciones.

A partir de los análisis realizados en la etapa de metodología, deben quedar muy claros y resueltos los siguientes puntos:

- Los factores ambientales: estos son los que analizan las características físicas, naturales y artificiales en un espacio físico definido, que puede ser cualquier espacio natural o artificial donde el usuario realiza sus actividades; es decir, primero se analiza al usuario en sí mismo y luego se realiza la crítica y evaluación del entorno en que está inmerso y desde donde recibe estímulos continuos. Los datos de este factor tienen origen principalmente en la ciencias exactas.
- Los factores objetuales: son los que analizan las características formales propias de los objetos, definidas por medio del proceso de diseño industrial, y tienen como base los parámetros dictados por los factores anteriores.
- Los factores funcionales: estos son los que están relacionados con la actividad para la que está destinado el producto y la función que realiza el hombre con él.
- Los factores humanos: pueden entenderse desde varios aspectos:
 - el factor dedicado al análisis de la estructura, composición y funcionamiento del cuerpo humano
 - El que analiza las dimensiones corporales del hombre
 - El que considera las capacidades, limitaciones y reacciones psíquicas y mentales del ser humano
 - El que estudia al hombre como un ser social, sus características culturales, sociales, económicas e ideológicas

Para concluir con el aspecto de investigación y pasar al desarrollo del proceso creativo, es necesario llegar a una conclusión concreta de todo lo investigado y analizado ya que con ese resumen que contendrá únicamente la información útil para el caso se puede

emprender el desarrollo de la idea inicial y convertirla en proyecto. Este punto es precisamente el fin de investigación y el principio del proyecto.

El punto 3.2, es precisamente la estructuración de los requisitos de uso que se formulan como características necesarias y, según su grado de prioridad se subdividen en las tres clases siguientes:

- requisitos que hay que satisfacer taxativamente (obligatorios)
- requisitos deseables
- requisitos opcionales

Se pretende diseñar con soluciones buenas y satisfactorias en vez de soluciones óptimas, ya que hay que relacionar las tres características anteriores. A continuación y sin orden preferencial, se dan algunas categorías de los requisitos de uso: Seguridad, funcionalidad, limitaciones de los márgenes de error, comodidad en la manipulación del producto, estorbo limitado, duración, facilidad de limpieza, exigencia de espacio, accesibilidad para el montaje de piezas de cambio para mantenimiento o eventuales, carácter sistemático, forma, tamaño, distribución y señalización adecuada de los indicadores y de los mandos respecto a las normas de seguridad vigentes.

Una vez formulados los requisitos de uso, es posible avanzar al siguiente punto que es establecer los parámetros de diseño y requerimientos 3.3. estos parámetros van a resultar de los requisitos de uso; estos se van a desglosar de una manera objetiva hasta llegar a un rango cuantificable o a las características cualitativas según sea el caso de cada requisito. Para que los parámetros y requerimientos estén completos debe tenerse mucho cuidado de incluir en este punto todas las conclusiones de todos los análisis presentados en la etapa de metodología para poder adquirir finalmente un listado de requerimientos y parámetros que se irán traduciendo en líneas y formas durante cada etapa del proyecto. Por ejemplo si el diseño es de una cama de hospital, el primer requisito sería presentar un plano del sujeto en posición yacente, por lo que el parámetro activo es precisamente las dimensiones del sujeto o paciente, un factor a considerar es la dimensión de la superficie yacente, los subfactores son longitud y anchura que se cuantifican como "longitud de entre 190 y 200 cm. y anchura de 85 a 95 cm."

Este listado de parámetros y requerimientos ya estructurados y ordenados de manera obligatoria, deseable y opcional en la etapa de metodología determina las premisas del diseño.

DESARROLLO DEL PROCESO CREATIVO

Etapa 4.- Proyección y desarrollo de diseño. Esta etapa inicia con las premisas, que son los requerimientos y parámetros de diseño, los cuales deben ser traducidos al lenguaje gráfico que es en donde empieza el anteproyecto.

El anteproyecto se lleva a cabo ilustrando las ideas con bocetos de dos y tres dimensiones; estos bocetos se someten posteriormente a un minucioso análisis por medio del cual será determinado si cumplen o no con los parámetros y requerimientos que se establecieron, un procedimiento común es alimentar una matriz con la información que interesa evaluar para poder establecer una comparación. Los bocetos seleccionados se mejoran ya que como resultado del análisis pueden distinguirse sus carencias, además

pueden agregarse al diseño los beneficios que tenían los bocetos que no fueron seleccionados.

Una vez que se tienen las correcciones a los bocetos se emprende el desarrollo de estos mismos hasta llegar a diseños preliminares, que se presentan con detalles como alternativas que cumplen por igual con todos los requerimientos establecidos; generalmente se llega dos o tres opciones diferentes, que compiten justamente entre sí y que una vez más son evaluadas por medio de una matriz.; igualmente la alternativa ganadora se mejora para asegurar que no ha dejado de incluir alguno de los requisitos o aquellos aspectos positivos con los que contaban sus competidoras.

Aquí concluye la etapa de anteproyecto y se procede a la elaboración del proyecto en sí, que consiste en el dibujo de planos técnicos, constructivos y descriptivos los cuales servirán para realizar modelos o prototipos útiles a su vez para corroborar las medidas y detalles técnicos del producto, concluyendo esta etapa, la 4, con la corrección de los planos.

Proceso ergonómico:

El proceso ergonómico de esta etapa consiste en la integración de los factores humanos y ergonómicos a las ideas formales.

En el punto 4.1 se desarrollan ideas, comúnmente por medio de una “lluvia de ideas”, en la que el diseñador o grupo de diseñadores participan manifestando conceptos básicos y aislados que sirven para eliminar lo que no interesa para este diseño en particular y registrar únicamente lo que sí se desea incluir; estas ideas deben partir de los parámetros de diseño y los requerimientos, y serán integradas durante la etapa de desarrollo de bocetos.

El punto 4.2 consiste en el estudio de formas, las cuales serán evaluadas a partir de los bocetos y alternativas que se presenten así como de los modelos de tres dimensiones. Generalmente el desarrollo de soluciones a un problema o proyecto comienza dando vida a un objeto por medio de dibujos, en el papel, es decir en dos dimensiones, pero un diseño no será definitivo hasta que se presente un modelo, en tres dimensiones, ya que el concepto podría cambiar totalmente al momento de presentar este prospecto ante la realidad, en un entorno en el que pueda interactuar directamente con el hombre y con el espacio en donde se ubica, brindando la posibilidad de apreciar también su forma y los factores ergonómicos; de esta forma puede también tomarse registro y revisar alturas, anchos, espacios mínimos, puntos críticos, alcances, ángulos de visión, entre otros que sean particulares de cada proyecto.

Una vez que se obtiene una solución en tres dimensiones y queda resuelta la forma final, se avanza al punto 4.3, que consiste en la elaboración del juego de planos tanto descriptivos como constructivos o de fabricación, en los que tenemos que incluir planos ergonómicos tanto estáticos como dinámicos para destacar la importancia de la figura humana en el diseño y a su vez justificar las formas y medidas.

Y por último en esta etapa, cuando están terminados los planos, se procede al cálculo de estructuras que es el punto 4.4, ya que es necesario asegurar que el objeto que se propone como solución es factible de producción así como resistente, que el material es el más apropiado, etc.

SOLUCIÓN Y CONCLUSIONES

Etapa 5.- en esta etapa se presentan los resultados del desarrollo del diseño o proyecto final, que consiste en un juego de planos definitivo, un diagrama de producción y un modelo o prototipo elaborado a escala real con un material similar o igual al propuesto y con los colores definitivos, de tal forma que sea lo más parecido a la propuesta de solución.

Proceso ergonómico:

A esta etapa, el punto 5.1, también se le puede llamar etapa de simulación, y aunque ya se hizo algo similar en la etapa proyección, en esta ocasión se trata de asegurar que el producto tendrá aceptación en el mercado. Consiste en comprobaciones finales con prototipos, y se lleva a cabo una vez que hayan sido aprobados los planos finales; el modelo se adapta a los procesos de producción se hacen pruebas reales colocando prototipos en el mercado indicado, poniéndolos a prueba para medir su aceptación además de su funcionalidad.

Etapa 6.- o etapa de conclusiones. En esta etapa se hacen las ilustraciones de presentación del producto final, se resuelven aspectos de empaque, costos y publicidad.

Proceso ergonómico:

Punto 6.1 es de ilustraciones finales, en donde la tarea es resaltar la función del producto que se ha diseñado y su fácil adaptación a las necesidades de su usuario; es importante representar por medio de estas ilustraciones al usuario desempeñando la acción para la que fue diseñado el objeto de una manera sencilla, cómoda y agradable, así como ilustrar las proporciones del producto en comparación con el usuario.

BIBLIOGRAFÍA

Avila, Rosalío, Prado y González, “ Dimensiones antropométricas de población Latinoamericana “, México, D.R, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, 2001.

Bonsiepe, Gui, “ Teoría y práctica del diseño industrial “, Elementos para una manualística crítica, colección Comunicación Visual. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, S.A. 1978.

Croney, John., “Antropometría para diseñadores”, Barcelona, Editorial. Gustavo Gili, 1983.

Chapanis, Alphonse, “ Ingeniería hombre – máquina “, México, CECSA, 3ª. Edición, serie de Sociología Industrial, 1977.

Enciclopedia Salvat, vol. 1 y 5, Salvat editors, S.A. , 1976.

Flores, Cecilia, “ Ergonomía para el diseño “, México, D. R. Librería, S.A. de C.V., primera edición, 2001.

Hernández, Fernández y Baptista, “ Metodología de la investigación “, México, Mc Graw Hill, segunda edición, 1999.

Lôbach, Bernard, “ Diseño industrial, bases para la configuración de los productos industriales “, Barcelona, Gustavo Gili, 1981.

Munari, Bruno., “¿Cómo nacen los objetos?”, México, Editorial. Gustavo Gili, 1983

Mc. Cormick, Ernest James., “Ergonomía”, Barcelona, Editorial. Gustavo Gili, 1980.

Panero, J. Y M. Zelnik, “Las dimensiones humanas en los espacios interiores “, Barcelona, Gustavo Gili, 1984.

Rodríguez M. Gerardo, “ Manual de diseño industrial. Curso básico “, México, Gustavo Gili – UAM Azcapotzalco.