

MANUAL DEL ESTUDIANTE

MÓDULO 5: ERGONOMÍA, ANTROPOMETRÍA Y DISEÑO

1. Presentación del módulo

La ergonomía aplicada al diseño parte de una idea simple, pero poderosa: no todas las personas tienen el mismo tamaño, alcance, altura, fuerza ni proporciones corporales. Por ello, diseñar puestos, herramientas, estaciones o mobiliario con medidas únicas y rígidas suele generar incomodidad, fatiga, errores y lesiones.

La antropometría proporciona la base técnica para adaptar el diseño a la variabilidad humana. A través del uso de percentiles, medidas corporales y criterios de ajustabilidad, es posible construir estaciones de trabajo más seguras, eficientes y funcionales.

Este módulo se centra en tres ejes fundamentales:

- Percentiles
- Diseño de estaciones de trabajo
- Ajustabilidad

Además, incorpora ejercicios prácticos y análisis de casos reales para que el estudiante no se quede en la teoría bonita que luego nadie aplica. Porque sí: una mesa mal diseñada puede parecer un detalle menor, hasta que te dispara dolores, errores y baja productividad.

2. Objetivo del módulo

Al finalizar este módulo, el participante será capaz de:

- Comprender los principios de la antropometría aplicada al trabajo.
- Interpretar el uso de percentiles en el diseño ergonómico.
- Diseñar o evaluar estaciones de trabajo considerando criterios dimensionales y funcionales.
- Explicar la importancia de la ajustabilidad en puestos y equipos.
- Analizar casos reales y proponer mejoras ergonómicas basadas en criterios antropométricos.

3. Competencias a desarrollar

Al concluir el módulo, el estudiante podrá:

- Aplicar criterios antropométricos al diseño de puestos.
- Identificar incompatibilidades entre la persona y la estación de trabajo.
- Utilizar percentiles de forma técnica y razonada.
- Proponer mejoras dimensionales y funcionales en mobiliario, herramientas y espacios.
- Fundamentar técnicamente decisiones de diseño ergonómico.

DESARROLLO TEÓRICO DEL MÓDULO

4. Ergonomía y antropometría: conceptos base

4.1. ¿Qué es la antropometría?

La antropometría es la disciplina que estudia las dimensiones y proporciones del cuerpo humano. En ergonomía, su objetivo es aportar datos para diseñar entornos, equipos, herramientas y puestos de trabajo compatibles con las características físicas de la población usuaria.

En otras palabras: la antropometría responde a la pregunta

“¿para qué cuerpo estoy diseñando?”

4.2. ¿Por qué la antropometría es importante en ergonomía?

Porque cuando el diseño no coincide con las dimensiones del usuario, aparecen problemas como:

- posturas forzadas,
- alcances excesivos,
- compresiones innecesarias,
- trabajo por encima o por debajo de zonas cómodas,
- fatiga,
- errores operativos,
- disminución del confort y del desempeño.

4.3. Relación entre antropometría y diseño ergonómico

La ergonomía usa datos antropométricos para tomar decisiones como:

altura de mesas,

profundidad de superficies,

ubicación de controles,

altura de estantes,

dimensiones de sillas,

**espacio libre para piernas,
tamaño de herramientas y agarres,
distancias de alcance.**

4.4. Tipos de antropometría

A. Antropometría estática

Mide el cuerpo en posiciones fijas o estandarizadas, por ejemplo:

- estatura,
- altura sentado,
- longitud de brazo,
- ancho de hombros,
- altura poplítea,
- longitud de muslo.
- Se usa mucho para diseñar mobiliario, asientos y espacios.

B. Antropometría dinámica o funcional

Analiza medidas relacionadas con el movimiento y el alcance, por ejemplo:

- alcance máximo,
- alcance funcional,
- zona cómoda de trabajo,
- amplitud de movimiento.

Se usa para ubicar controles, herramientas, materiales y superficies de trabajo.

4.5. Principio clave

Diseñar para el promedio suele ser una trampa. Porque el “promedio” no representa bien a quienes están por debajo ni a quienes están por encima. Y al final terminas con un puesto que le queda medio bien a nadie.

5. Percentiles

5.1. ¿Qué es un percentil?

Un percentil es una medida estadística que indica la posición relativa de un valor dentro de una población ordenada. En antropometría, permite saber qué proporción de personas tiene una dimensión igual o menor que un determinado valor.

Por ejemplo:

- Percentil 5 (P5): el 5% de la población tiene una medida igual o menor.

- Percentil 50 (P50): corresponde aproximadamente a la mediana.
- Percentil 95 (P95): el 95% de la población tiene una medida igual o menor.

5.2. ¿Por qué se usan percentiles en diseño ergonómico?

Porque permiten diseñar considerando la variabilidad corporal de una población, en lugar de asumir que todos tienen las mismas dimensiones.

5.3. Percentiles más utilizados

Percentil 5

Se usa generalmente cuando se desea asegurar que las personas más pequeñas puedan alcanzar, accionar o apoyar adecuadamente.

Ejemplos:

- altura mínima de controles accesibles,
- alcance a interruptores,
- fuerza de accionamiento baja.

Percentil 50

Representa un valor central, pero no suele ser suficiente para diseño inclusivo cuando la variabilidad es amplia.

Percentil 95

- Se usa cuando se necesita asegurar espacio, holgura o capacidad para personas grandes.

Ejemplos:

- espacio para piernas,
- anchura libre,
- altura de paso,

profundidad necesaria para acomodar segmentos corporales.

5.4. Regla general de uso de percentiles

- Para alcances:
- Se suele diseñar para los más pequeños, usando un percentil bajo, por ejemplo P5.
- Para espacios o holguras:
- Se suele diseñar para los más grandes, usando un percentil alto, por ejemplo P95.

5.5. Ejemplos prácticos

Ejemplo 1: Ubicación de un botón de emergencia

Si se coloca demasiado alto, una parte de la población no llegará con facilidad. Por eso, el criterio debe considerar el alcance de personas pequeñas.

Ejemplo 2: Espacio libre bajo una mesa

Si el espacio se diseña con base en personas pequeñas, quienes tengan muslos más altos o piernas más largas estarán incómodos. Aquí conviene diseñar para percentiles altos.

5.6. Error común con percentiles

Pensar que basta con usar “un percentil cualquiera” para todo. No. El percentil se elige según la función del diseño:

- si se trata de llegar, diseñar para pequeños;
- si se trata de caber, diseñar para grandes;
- si se trata de adaptarse, diseñar con ajuste.

5.7. Limitaciones del uso de percentiles

- No todos los segmentos corporales se correlacionan perfectamente.
- Una persona con piernas largas no necesariamente tiene brazos largos.
- Diseñar con un solo percentil no resuelve toda la variabilidad.
- La población usuaria debe estar bien definida; no es lo mismo diseñar para escolares, administrativos o personal industrial.

6. DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO

6.1. ¿Qué es una estación de trabajo?

Es el conjunto organizado de elementos con los que interactúa una persona para realizar una tarea. Incluye:

- superficie de trabajo,
- asiento o apoyo,
- herramientas,
- equipos,
- materiales,
- controles,
- espacio disponible,
- entorno físico.

6.2. Objetivo del diseño ergonómico de una estación

Lograr que la persona pueda trabajar:

- con postura adecuada,

- con mínimo esfuerzo innecesario,
- con buena visibilidad,
- con alcance funcional,
- con seguridad,
- con eficiencia.

6.3. Factores a considerar en el diseño

A. Altura de trabajo

- Es uno de los criterios más importantes. La altura ideal depende del tipo de tarea:
- trabajo de precisión: suele requerir superficie más alta,
- trabajo ligero: superficie cercana al nivel del codo,
- trabajo de fuerza: superficie algo más baja para aprovechar el peso corporal.

B. Alcance

Los objetos de uso frecuente deben ubicarse dentro de la zona de alcance cómodo, evitando que el trabajador tenga que inclinarse, girar o extender demasiado los brazos.

C. Espacio libre

Debe existir suficiente espacio para piernas, rodillas, pies y movimientos del cuerpo.

D. Visibilidad

La estación debe permitir ver el trabajo sin forzar cuello, ojos o tronco.

E. Organización del puesto

Materiales, herramientas y controles deben ubicarse según frecuencia de uso, secuencia operativa y lateralidad del usuario.

6.4. Tipos de diseño de estación según la tarea

Estaciones para trabajo sentado

Requieren atención a:

- altura del asiento,
- soporte lumbar,
- espacio para muslos y piernas,
- altura de mesa,
- ángulo visual,
- apoyo de antebrazos.

Estaciones para trabajo de pie Requieren atención a:

- altura de superficie,
- profundidad de alcance,
- posibilidad de alternar postura,
- apoyo para pies si procede,
- reducción de inclinación del tronco.
- Estaciones mixtas

Permiten alternancia entre sedente y bipedestación. Suelen ser más favorables cuando la tarea cambia o dura muchas horas.

6.5. Zonas de trabajo

- Zona de alcance óptimo
- Es el espacio donde la persona puede trabajar con comodidad, con los brazos cerca del cuerpo y mínimo esfuerzo.
- Zona de alcance máximo
- Es el límite al que la persona puede llegar, pero no debe ser la zona habitual de trabajo.

Regla clara:

- lo frecuente va cerca; lo ocasional puede ir más lejos.

6.6. Problemas comunes en estaciones mal diseñadas

- mesas muy altas o muy bajas,
- sillas que no permiten ajuste,
- controles fuera de alcance,
- ausencia de espacio para piernas,
- monitor mal ubicado,
- herramientas mal dimensionadas,
- almacenamiento fuera de la zona funcional.

6.7. Principios de buen diseño

- adaptar la estación a la persona o a la población usuaria,
- reducir posturas extremas,
- acercar lo importante,
- facilitar la visión,
- minimizar movimientos innecesarios,
- permitir cambios de postura,
- incorporar ajuste siempre que sea posible.

7. Ajustabilidad

7.1. ¿Qué es la ajustabilidad?

Es la capacidad de un equipo, puesto, herramienta o mobiliario para modificarse y adaptarse a las características del usuario.

7.2. ¿Por qué es tan importante?

Porque cuando una estación será usada por personas diferentes, una medida fija rara vez funcionará bien para todos. La ajustabilidad permite atender la variabilidad corporal sin rediseñar todo el sistema cada vez.

7.3. ¿Qué elementos pueden ser ajustables?

- altura de silla,
- respaldo,
- apoyabrazos,
- altura de mesa,
- inclinación de superficies,
- posición de pantalla,
- soporte de pies,
- ubicación de controles,
- longitud o diámetro de herramientas.

7.4. Beneficios de la ajustabilidad

- mejora adaptación individual,
- reduce postura forzada,
- incrementa confort,
- facilita inclusión de distintos usuarios,
- disminuye riesgo biomecánico,
- mejora rendimiento.

7.5. Condiciones para que la ajustabilidad sea útil

No basta con que “tenga perillas”. Debe ser:

- fácil de usar,
- comprensible,
- accesible,
- estable una vez ajustada,

suficientemente amplia en su rango de regulación.

7.6. Error frecuente

- Tener un equipo ajustable, pero que nadie ajusta.
- Eso pasa cuando:
- no se capacita al usuario,

- el ajuste es complicado,
- el mecanismo está mal diseñado,
- se considera pérdida de tiempo.

Entonces el puesto termina siendo “ajustable en teoría” y “rígido en la práctica”.
Un clásico.

7.7. Ajustabilidad vs diseño para promedio

La ajustabilidad suele ser la mejor respuesta cuando:

- la población es heterogénea,
- hay rotación de usuarios,
- la tarea es prolongada,
- se busca mayor precisión ergonómica.

8. Aplicación integrada: antropometría, percentiles y diseño

La verdadera aplicación ergonómica no consiste en ver estos temas por separado. En un diseño real, se integran así:

- se identifica la población usuaria,
- se revisan datos antropométricos,
- se seleccionan percentiles según la función del diseño,
- se define qué partes serán fijas y cuáles ajustables,
- se organiza la estación según la tarea,
- se verifica el alcance, la postura y la visibilidad.

En resumen:

la antropometría aporta datos, los percentiles orientan la decisión, el diseño materializa la solución y la ajustabilidad le da flexibilidad.

9. PRÁCTICA: EVALUACIÓN DE CASOS REALES

Caso 1: Puesto administrativo con mesa fija

Situación

Una trabajadora de baja estatura utiliza una mesa fija diseñada para personal general. La altura de la mesa le obliga a elevar los hombros al teclear. Además, sus pies no apoyan completamente en el suelo y la pantalla está ubicada ligeramente alta respecto a su línea visual.

Análisis guiado

Problemas detectados:

- mesa no compatible con dimensiones del usuario,

- falta de ajuste en la silla o ausencia de apoyapiés,
- desalineación visual,
- sobrecarga en cuello y hombros.

Ejercicios prácticos

- ¿Qué error de diseño se evidencia en este caso?
- ¿Qué parte del puesto debería ser ajustable?
- ¿Qué percentil podría haberse considerado mejor para el diseño?
- Propón tres acciones correctivas.

Respuesta orientativa

- error: uso de diseño fijo sin considerar variabilidad antropométrica;
- elementos ajustables clave: silla, apoyo de pies, altura de monitor;
- acciones: ajustar altura de asiento, incorporar apoyapiés, elevar o reubicar pantalla.

Caso 2: Operario de pie en mesa de trabajo muy baja

Situación

Un trabajador realiza ensamblaje de piezas pequeñas sobre una mesa que se encuentra por debajo de la altura adecuada para tareas de precisión. Debe inclinar constantemente el tronco y flexionar el cuello hacia abajo para observar el detalle del trabajo.

- Análisis guiado
- Problemas detectados:
- altura de trabajo insuficiente para la tarea,
- demanda visual alta,
- flexión sostenida de cuello y tronco,
- posible fatiga y dolor cervical/lumbar.

Ejercicios prácticos

- ¿Por qué una tarea de precisión requiere una altura distinta?
- ¿Qué problema de diseño de estación observas?
- ¿Cómo influye la visibilidad en el diseño ergonómico?
- Propón una mejora de ingeniería y una administrativa.

Caso 3: Herramientas fuera del alcance funcional

Situación

En una estación de empaque, los materiales de uso frecuente están ubicados al fondo de la mesa, obligando a los trabajadores a extender repetidamente los brazos y flexionar el tronco para alcanzarlos.

Análisis guiado

- Problemas detectados:
- distribución deficiente de la zona de trabajo,
- uso frecuente del alcance máximo,
- repetición de movimientos innecesarios,
- incremento de fatiga de hombro y espalda.

Ejercicios prácticos

Diferencia entre alcance óptimo y alcance máximo.

- ¿Qué criterio de diseño se incumple aquí?
- ¿Cómo reorganizarías la estación?
- ¿Qué lesión o molestia podría aparecer a mediano plazo?

Caso 4: Puesto compartido por varios trabajadores

Situación

Una misma estación es utilizada por tres trabajadores con estaturas y proporciones diferentes. La mesa y la silla son fijas. Uno trabaja cómodo, otro eleva hombros y el tercero flexiona demasiado el tronco.

Análisis guiado

Problema central:

ausencia de ajustabilidad en puesto compartido.

Ejercicios prácticos

- ¿Por qué no basta diseñar para un solo usuario en este caso?
- ¿Qué elementos deberían ser ajustables?
- ¿Qué riesgo genera un puesto compartido sin regulación?
- Diseña una propuesta ergonómica básica para este escenario.

10. EJERCICIOS PRÁCTICOS DESARROLLADOS

Ejercicio 1: Selección de percentil

Relaciona cada necesidad de diseño con el criterio antropométrico más adecuado:

- Altura máxima de un control que todos deben alcanzar
- Espacio libre para piernas debajo de una mesa

- Ancho de una salida o paso de acceso, Ubicación de objetos de uso frecuente en una mesa

Respuestas esperadas

- percentil bajo, como P5
- percentil alto, como P95
- percentil alto

d) zona de alcance funcional, considerando percentiles bajos para asegurar acceso

Ejercicio 2: Identificación de error de diseño

Lee la situación:

“Una mesa de trabajo fue diseñada con una única altura fija para todos los operarios, sin considerar la variabilidad de estatura ni el tipo de tarea realizada.”

Preguntas

- ¿Qué principio ergonómico se incumple?
- ¿Qué problemas puede generar?
- ¿La solución ideal sería rediseño fijo o ajustabilidad? Justifica.

Respuesta orientativa

- Se incumple la adaptación del trabajo a la persona.
- Puede generar posturas forzadas, fatiga y menor eficiencia.
- La solución ideal sería la ajustabilidad, especialmente si hay varios usuarios o tareas diferentes.

Ejercicio 3: Diseño básico de estación

Imagina que debes diseñar una estación para trabajo administrativo prolongado.

Define al menos:

- altura regulable de silla,
- necesidad de apoyapiés,
- ubicación de monitor,
- espacio para piernas,

zona de alcance para teclado y mouse.

Desarrollo esperado

El estudiante debe justificar cada criterio en función de postura, visibilidad, alcance y variabilidad del usuario.

11. ACTIVIDADES APLICADAS DEL MÓDULO

Actividad 1: Diagnóstico de estación real

Evalúa una estación de trabajo real y responde:

- ¿Qué partes del diseño son compatibles con el usuario?
- ¿Qué partes no lo son?
- ¿Existen elementos ajustables?
- ¿La organización del puesto respeta el alcance funcional?
- ¿Qué tres mejoras aplicarías primero?

Actividad 2: Ficha de compatibilidad antropométrica

Completa una ficha con:

- puesto evaluado,
- dimensiones visibles relevantes,
- problema detectado,
- criterio antropométrico implicado,
- percentil sugerido,
- propuesta de mejora.

Actividad 3: Rediseño rápido

Escoge un caso real y plantea:

- situación actual,
- incompatibilidad dimensional,
- consecuencia postural,
- solución fija o ajustable,
- beneficio esperado.

12. GUÍA RÁPIDA DE APLICACIÓN

Usa percentiles bajos cuando:

- necesites asegurar alcance,
- el usuario de menor talla debe llegar o accionar.
- Usa percentiles altos cuando:
- necesites asegurar espacio,
- el usuario de mayor tamaño debe caber o desplazarse.
- Usa ajustabilidad cuando:

- la población es diversa,
- hay varios usuarios,
- la tarea dura mucho,

se requiere precisión de adaptación.

Revisa siempre:

- altura,
- alcance,
- visibilidad,
- espacio libre,
- frecuencia de uso,
- posibilidad de cambio postural.

13. AUTOEVALUACIÓN

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué diferencia existe entre antropometría estática y dinámica?
- ¿Por qué diseñar para el promedio no siempre es correcto?
- ¿Cuándo conviene usar el percentil 5 y cuándo el 95?
- ¿Cuál es la diferencia entre alcance óptimo y alcance máximo?
- ¿Por qué la ajustabilidad es clave en puestos compartidos?
- ¿Qué riesgos genera una estación mal dimensionada?
- ¿Qué elementos de una estación deberían priorizarse para regulación?
- ¿Cómo influye el tipo de tarea en la altura de trabajo recomendada?

14. CONCLUSIONES DEL MÓDULO

La ergonomía del diseño no consiste en poner medidas “estándar” y esperar que el cuerpo se adapte. Es exactamente al revés: el diseño debe responder a la variabilidad humana. La antropometría permite conocer esa variabilidad, los percentiles ayudan a tomar decisiones de diseño, y la ajustabilidad ofrece una solución práctica cuando no existe un único usuario ideal.

Un puesto bien diseñado reduce posturas forzadas, mejora el confort, facilita la tarea y disminuye la carga física innecesaria. Un puesto mal diseñado hace lo contrario, aunque a simple vista parezca “normal”. Y ese es el truco más peligroso: que lo incómodo se vuelva costumbre.

15. TAREA FINAL DEL MÓDULO

Desarrolla un informe breve sobre una estación de trabajo real o simulada, considerando lo siguiente:

Descripción de la estación.

- Tipo de tarea realizada.
- Problemas antropométricos identificados.
- Percentiles que deberían considerarse.
- Elementos que requieren ajustabilidad.
- Propuesta de rediseño.
- Conclusión ergonómica.