

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID7-8ESIJ10008>

## ERGONOMÍA DE LA SILLA COMO EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO: RELACIONES DIMENSIONALES E HIGIENE POSTURAL

CHAIR ERGONOMICS AS A LEARNING EXPERIENCE FOR DESIGN: DIMENSIONAL  
RELATIONSHIPS AND POSTURAL HYGIENE

Iván Jeldes-Yáñez \*

**Resumen:** El diseño como disciplina, está cada vez más vinculado a lo interdisciplinar y lo transdisciplinar, por ende, es de suma importancia el dialogo colaborativo con otras áreas del saber y el hacer. El diálogo interdisciplinario que hoy existe entre la Ergonomía, y el Diseño suelen ser meras aproximaciones técnicas basadas en datos que simplemente cuantifican un proyecto preconcebido. El presente documento, busca dar cuenta de algunas experiencias significativas en entornos de aprendizaje, aplicadas en el curso de Ergonomía de la carrera de Diseño durante sus últimas 4 versiones. Involucrar la Ergonomía dentro del “proceso proyectual” de diseño, por medio de contenidos disciplinares como la Biomecánica y la Antropometría a modo de experiencia significativa de aprendizaje se nos vuelve un objetivo primordial. En una primera instancia, se realiza un estudio asociado a la biomecánica del ser humano, en donde la higiene postural nos permite visualizar las capacidades y restricciones articulares del cuerpo humano enfrentado a una secuencia postural compleja. En una segunda instancia, y habiendo entendido la problemática postural, nos introducimos en las relaciones dimensionales, entendidas estas como la relación dimensional existente entre el cuerpo humano y su entorno construido. Para ello realizamos levantamientos antropométricos individuales y grupales, los cuales se traducen en la construcción de una serie de Avatar Dimensional: avatar personalizado, avatar mínimo, avatar máximo y avatar universal grupo curso. En una última instancia, los datos cualitativos y cuantitativos arrojados por el estudio, nos permite rediseñar una silla pupitre, adecuándola a los requerimientos dimensionales de los cuatro Avatar.

**Palabras clave:** Antropometría; Diseño; Ergonomía; Experiencia de Aprendizaje; Higiene Postural; Silla.

**Abstract:** Design as a discipline is increasingly linked to the interdisciplinary and transdisciplinary, therefore, collaborative dialogue with other areas of knowledge and doing is of utmost importance. The interdisciplinary dialogue that exists today between Ergonomics and Design tends to be mere technical approaches based on data that simply quantify a preconceived project. This document seeks to account for some significant experiences in learning environments, applied in the Ergonomics course of the Design degree during its last 4 versions. Involving Ergonomics within the “project process” of design, through disciplinary content such as Biomechanics and Anthropometry as a significant learning experience, becomes a primary objective for us. In the first instance, a study is

---

\*Universidad de Viña del Mar, Viña del Mar, Chile. Correo electrónico: [ivan.jeldes@uvm.cl](mailto:ivan.jeldes@uvm.cl). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5728-5412>.

carried out associated with the biomechanics of the human being, where postural hygiene allows us to visualize the joint capabilities and restrictions of the human body faced with a complex postural sequence. In a second instance, and having understood the postural problem, we introduce ourselves to dimensional relationships, understood as the dimensional relationship between the human body and its built environment. To do this, we carry out individual and group anthropometric surveys, which translate into the construction of a series of Dimensional Avatars: personalized avatar, minimum avatar, maximum avatar and universal course group avatar. Ultimately, the qualitative and quantitative data obtained by the study allows us to redesign a desk chair, adapting it to the dimensional requirements of the four Avatars.

**Keywords:** Anthropometry; Chair; Design; Ergonomics; Learning Experience; Postural Hygiene.

Recepción: 26.06.2024 / Revisión: 06.04.2025 / Aceptación: 06.04.2025

## Introducción

El Entorno construido, llámese urbano, de edificación, transporte, objetual y comunicación, entendidos como una extensión física del quehacer, suele manifestarse como un territorio hostil para un grupo importante de individuos, quienes no logran ver resueltas problemáticas de accesibilidad impuestas por la falta de empatía y sensibilidad proyectual, las que se traducen en “barreras” que limitan y dificultan el acceso y la participación de quienes por diferentes causas quedan fuera de un rango dimensional y funcional estereotipado por interfaces estereotipadas.

Muchos en nuestra condición de usuario/a, hemos experimentado una interacción poco amigable con el entorno construido (objetos, espacios, transporte, comunicaciones y equipamientos), esto propiciado por una inadecuada relación dimensional (Mondelo, 2010) entre el usuario y el entorno que suele responder a prestaciones dimensionales heredadas o derechamente tomadas de otras realidades antropométricas como lo son la Comunidad Europea, América del norte, Brasil y Asia. Esto se traduce en adecuaciones dimensionales forzadas y de postura corporal, lo que implica un mayor gasto energético, pudiendo traducirse en afectaciones fisiológicas, lesiones y trastornos musculoesqueléticos (Mondelo, 2010). No menos importante es el compromiso de la salud mental producto de la insatisfacción por desempeño, la sobrecarga mental y factores estresores asociados. Cuando las dimensiones del entorno construido responden a la realidad dimensional de los usuarios/as objetivos, podremos hablar de una relación dimensional que facilita la “administración de la postura”, o “higiene postural” (Murga Fajardo, 2021), mejorando la experiencia de usuario, la percepción y la eficacia en la tarea.

Como lo menciona Gutiérrez Vásquez (2021), países como Brasil, Venezuela, Estados Unidos y Colombia ya han realizado estudios sobre las condiciones disergonómicas de las aulas de clases de distintas universidades nacionales, así también (Chaurand, León & Muñoz, 2007) nos muestra segmentos de la realidad de las dimensiones antropométricas en Latinoamérica.

Esperamos a partir de este estudio levantar datos y experiencias que nos permitan

avanzar en esa línea, incorporando los contenidos disciplinares de la Ergonomía al proceso proyectual de Diseño a través de “experiencias de aprendizajes significativas” en entornos de aprendizaje significativos (Dussán Aguirre, 2019), que den sentido a los contenidos dentro de un contexto proyectual de diseño.

## **Materiales y métodos**

Las experiencias de aprendizajes utilizadas intentan dar contexto al fenómeno de las relaciones dimensionales y posturales, buscando generar aprendizaje significativo desde una dimensión proyectual, a través del estudio de secuencias posturales, cargas y movimientos articulares, levantamientos antropométricos individuales y grupales. Esto nos permite elaborar insumos cuantitativos como tablas antropométricas, para luego aplicables al proceso de diseño, rediseño, y redimensionamiento. Esta experiencia de aprendizaje busca entender el fenómeno “silla pupitre” desde una mirada técnica e interdisciplinar (Cruz A, 2011), articulando la Ergonomía, la Antropometría y la Biomecánica, sin perder de vista nuestro contexto de pertinencia que es “el Diseño”. Por tanto, esta búsqueda no pretende dissociarse de las metodologías de diseño, sino, el propiciar una reflexión sinérgica y bidireccional, que complemente lo propio del diseño (Becerra, 2017), utilizando herramientas que sustenten y refuercen las decisiones de diseño, propiciando una bajada cualitativo-cuantitativo, complementando las decisiones del tipo formal-material, y de interfaz.

Cabe señalar que para el levantamiento antropométrico se utilizaron antropómetros y goniómetros de madera diseñados, contruidos y calibrados por las y los estudiantes.

### ***De lo Metodológico y su Aplicación***

A continuación, se presenta la aplicación metodológica utilizada en cuatro versiones de la asignatura de Ergonomía y Diseño Universal de la Carrera de Diseño mención Espacios y Objetos. El desarrollo se subdivide en 4 momentos detonantes y significativos, los cuales denominamos Experiencias en Entornos de Aprendizaje significativo.

1. Contextualización sobre los aspectos generales de la Ergonomía y su relevancia disciplinar aplicable al Diseño, utilizando la Silla como caso de estudio dentro de un contexto ergonómico.
2. Profundización sobre aspectos relevantes de la Biomecánica y la Higiene Postural (Murga Fajardo, 2021). A esto le llamamos estudio de “dinámicas posturales” y “administración articular”. Se observan y estudian los movimientos articulares, sus ángulos y la carga o esfuerzo articular en secuencias posturales complejas asociadas al deporte.
3. Estudio de las “relaciones dimensionales sujeto-objeto, sujeto-entorno”, y las dimensiones antropométricas (Panero & Zelnik, 1996). Para ello los estudiantes realizan levantamientos antropométricos acotados a 18 dimensiones antropométricas con pertinencia al fenómeno silla, distinguiendo las de tipo fundamentales y las de tipo complementarias. El levantamiento antropométrico presentado en este estudio es la suma de varios levantamientos realizados durante cuatro versiones de los cursos de Ergonomía y Diseño Universal, con rango etario de 20 a 25 años. No consideramos

división por género dado que el patrón de estudiantes de los últimos 4 años considera 20% sexo masculino y un 80% sexo femenino.

4. Creación de Avatar Antropométrico, y la aplicación de datos antropométricos pertinentes al Rediseño de una Silla Pupitre, utilizando de referencia: Avatar personal, avatar mínimo, avatar máximo y avatar universal.

### ***Del Contexto Ergonómico y la Silla como problemática de diseño***

Desde la etimología, se desprende que “ergos” (proveniente del latín) implica o significa “trabajo o actividad”, y “nomos” implica o significa “normas o leyes”, lo que podríamos traducir como “normas o leyes que definen y describen la actividad Humana” (Mondelo 2010).

Esta definición se percibe demasiado abierta y aplicable a más de una disciplina, pero nos da las primeras luces en cuanto a su campo de acción.

Para encontrarnos con definiciones más precisas y acotadas, recurriremos a las siguientes referencias:

- La Asociación Internacional de Ergonomía (Karwowski, 2006) define la ergonomía como “disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y método para diseñar y rediseñar a fin de optimizar el bienestar y rendimiento humano y la globalidad de un sistema”. Esta definición nos permite entender que, si bien la ergonomía es considerada parte del ámbito científico, existe convergencia con algunos objetivos propios del diseño, y entendiendo que el diseño es en esencia interdisciplinar. Por tanto, podemos entender la silla como una acción de diseño, y también como una acción ergonómica.
- Según la (Asociación Española de Ergonomía, AEE), la ergonomía es el “conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar”.

Esta definición se presenta centrada en la tarea, es decir, centrada en el “puesto de trabajo”, lo que no limita que la intervención de diseño vaya más allá de lo meramente utilitario.

### ***Factores Ergonómicos que inciden en la Interfaz Silla***

Tanto la humanización de la tarea, la mejora de interfaz, el bienestar y la disminución de factores de riesgo son entendidos como acciones de mejora en el puesto de tarea o puesto de trabajo.

Para nuestro estudio en donde abordamos “la silla” y sus peculiaridades ergonómicas, entendemos que esta puede formar parte de un sistema de tareas o ser un sistema en sí mismo, en donde la tarea es vinculante a cualquier acción corporal y mental que implique algún tipo de desgaste o carga.

Para Mondelo (2010), humanizar la tarea tiene que ver con centrar o adaptar el entorno construido y la tarea a las dimensiones físicas, psíquicas, capacidades y competencias del usuario. Es decir, el diseño centrado en el usuario y su experiencia.

Esto implica tornar la interfaz más segura, cómoda y eficaz para el usuario y el sistema en su globalidad (Mata Cabrera, 2004). Para que ello ocurra, debemos considerar los factores posturales, dimensionales, las capacidades psicosociales y cognitivas del usuario, incluyendo lo ambiental del entorno construido.

A continuación, detallamos algunos factores que influyen o son influidos por la silla como una interfaz mediadora entre el usuario y la tarea.

#### *Administración e Higiene Postural (factor directo):*

Llamaremos administración postural o administración articular, al comportamiento consciente e inconsciente del aparato locomotor. Esto entendiendo “la postura” como la puesta en posición de una o más articulaciones, mantenidas por un tiempo más o menos prolongado.

Una mala administración postural puede decantar en una serie de molestias, lesiones y enfermedades musculoesqueléticas tales como: Cervicalgias, lumbalgias, hernias discales, protrusión de discos intervertebrales, lordosis, cifosis o escoliosis, bursitis de hombro, manguito rotador, epicondilitis, epitrocleitis y tendinitis de codo, rotura de ligamentos, rotura de meniscos en la rodilla, fracturas por fatiga postural, pinzamientos, rotura del Labrum en la cadera, síndrome del túnel carpiano, síndrome de Quervain, tenosinovitis, etc.

Este tipo de lesiones o enfermedades están asociadas principalmente a posturas forzadas y mantenidas, las cuales tienden a superar los ángulos de confort articular (entre 0° y la mitad de la máxima amplitud articular). De ahí que una silla más allá de la tarea ha de permitir un amplio rango de movilidad postural, de modo de evitar este tipo de posturas.

#### *Biomecánica de la Interfaz Silla-Usuario*

La silla y el entorno construido han de responder a problemáticas morfológicas (posturales) del aparato locomotor. Entendemos que el factor postural es uno de los más relevantes a la hora de analizar la silla como interfaz.

Los trastornos musculoesqueléticos (TME), asociados a la mala postura, son un conjunto de lesiones articulares inflamatorias o degenerativas del sistema.

La organización Europea para la seguridad y la salud del trabajo define los TME como: “Alteraciones de estructuras corporales que incluye músculos, tendones, ligamentos, nervios, huesos, y el sistema circulatorio, causado o agravados fundamentalmente por el trabajo y el entorno en el que este se desarrolla, o más brevemente, como lesiones por esfuerzos repetitivos, por los cuales se define como un grupo de movimientos continuos y mantenidos durante un trabajo que implica al mismo conjunto osteomuscular, provocando en él fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesiones” (Murga Fajardo, 2021).

### *De la Postura Corporal:*

Entendemos la postura como “la puesta en posición de una o varias articulaciones, mantenidas por un tiempo más o menos prolongado, con la posibilidad de reestablecer en el tiempo una actitud fisiológica adecuada (Mondelo, 2010). Es decir, la postura es un factor relevante en el funcionamiento adecuado de todos los sistemas fisiológicos, por tanto, no es privativo al sistema musculoesquelético.

Es importante entender la esencia cinestésica del cuerpo humano, y la tendencia natural a estar en movimiento, dado que todos los sistemas fisiológicos de nuestro cuerpo lo están, independiente de la intensidad de la actividad o tarea a realizar, incluso al dormir. Por tanto, nuestro entorno construido debe facilitar el cambio postural necesario según lo requiera la tarea.

Según Mondelo (2002), los ángulos de confort articular son aquellos generados en los puntos articulares (ej.: codo), los cuales se posicionan próximos a la neutralidad articular, es decir, su rango de movimiento se delimita entre la media y la neutralidad angular.

Como ejemplo podríamos mencionar la abducción de hombro, en donde el rango articular va desde los 0° (neutralidad articular) a los 90° (máxima articular). En este caso entenderemos como rango de confort articular, aquellos movimientos posturales que se sitúan entre la neutralidad (0°) y la media articular (45°).

### *Articulaciones comprometidas en la Interfaz Silla:*

- a) Cadera (articulación coxofemoral): Es la articulación más determinante en la construcción de la postura sedente y en la transición entre bipedestación a sedestación.
- b) Rodilla (articulación tibiopatela femoral): La rodilla es importante en la transición bipedestación sedestación, dada la carga articular producida durante el recorrido, disminuyendo al llegar a postura sedente.
- c) Columna lumbar/torácica: Al igual que la cadera, suele verse sometida a carga tanto en la transición del estado de bipedestación a sedestación, como en la permanencia en sedestación.
- d) Cuello o columna cervical: Dada su proximidad con el cráneo, y como soporte principal de este, se ve sometida a carga postural constante, por lo que requiere complementos de soporte y libertad de movimiento a la vez.
- e) Hombro (glenohumeral): Su injerencia en la construcción postural de la silla es menos relevante que las anteriores, estando asociado a movimientos complementarios como alcanzar, y sostener.
- f) Codo (humeroulnar) / Antebrazo (radiocubital): Esta articulación se complementa con el antebrazo, lo que permite un movimiento muy particular denominado pronosupinación. Esta articulación está asociada a movimientos complementarios de la tarea como alcances, apoyo y movimientos expresivos comunicacionales.

Otros factores a considerar serían los siguientes:

*Gasto Energético (factor directo):*

La realización de la tarea implica una respuesta fisiológica por parte del usuario. Esta respuesta se traduce en el despliegue funcional de los sistemas musculoesquelético, respiratorio, cardiovascular y nervioso.

Según (Mondelo, 2004), un gasto energético que genere sobrecarga o sobre esfuerzo físico implicará riesgos de salud asociados a los sistemas anteriormente nombrados, por tanto, la silla podría reducir o amplificar la sobrecarga física y el gasto energético a partir de los factores posturales y dimensionales.

*Carga Mental (factor indirecto):*

Se entiende por carga mental, a la sumatoria de información y elementos de un proceso requeridos en una actividad o tarea. Esto implica que el usuario debe dar respuestas asociadas a esa tarea en un tiempo específico, llevando consigo una activación cognitiva, perceptiva y emocional, la cual determinada por la carga y las características psicológicas del usuario podrían generar riesgos individuales y sistémicos.

La sobrecarga, la infracarga, son factores estresores, de ahí que una silla responda a los requerimientos dimensionales y posturales de una tarea, podrían aminorar o moderar la carga mental.

## Resultados y discusión

### ***Experiencia de Aprendizaje 01: Estudio de la Progresión de una Secuencia Postural asociada al deporte.***

La primera experiencia de aprendizaje tiene relación con un ejercicio teórico-práctico, en donde buscamos encontrar las relaciones articulares en la construcción postural. Para ello se encarga a los estudiantes realizar un análisis observacional a la progresión de una secuencia postural asociada a un ejercicio deportivo (ej. salto mortal). El movimiento ha de ser corto y divisible en momentos diferenciadores, los cuales son dibujados a escala 1:5, y dan cuenta de la evolución y progresión articular del sistema musculoesquelético, dando cuenta de la relación articular por cada momento y la progresión de cada una de las articulaciones.

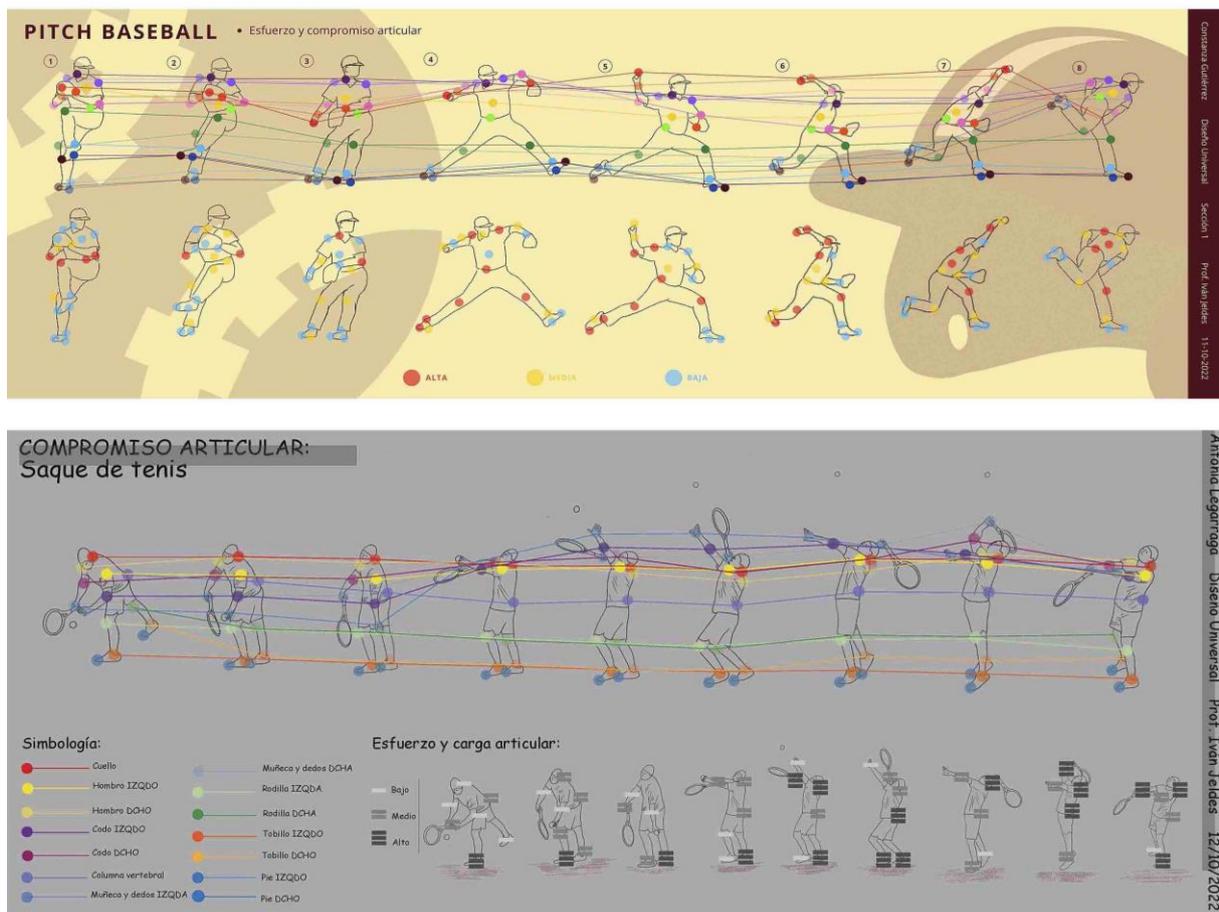
**Figura 1.** Ejemplo de lámina de análisis inicial de secuencia progresiva de un movimiento postural-articular asociado a un deporte. Análisis de una secuencia postural de una estudiante del curso de Ergonomía y Diseño Universal. (autoría alumnos curso de Ergonomía y Diseño Universal UDD)



Como lo muestra la Figura 2, en una segunda lámina se realiza un registro del movimiento articular de cada uno de los momentos de la secuencia. Esto basado en el capítulo de movimientos articulares del libro dimensiones humanas (Panero & Zelnik, 1996). De esta manera cada estudiante podrá descubrir no solo la progresión del aparato locomotor como uno todo, si no, que también la progresión de cada una de las articulaciones comprometidas en la construcción postural.

Al registro dibujado se agrega la nomenclatura técnica de los movimientos realizados por cada articulación.

**Figura 3.** Láminas de análisis compromiso articular por rango de movimiento, en una secuencia postural deportiva. Análisis y estudio de carga articular por rango de recorrido desde la neutralidad articular hasta el máximo. (autoría alumnos curso de Ergonomía y Diseño Universal UDD).



En una tercera lámina, el estudiante trabaja sobre la secuencia dibujada, mostrando la carga articular (ángulos articulares), según cuanto se distancian de los ángulos de confort. El estudio da cuenta de la carga articular focalizada, y la carga sumativa total de los momentos posturales de la progresión.

La medición de los ángulos articulares se realiza con Goniómetros análogos de madera contruidos y calibrados por los estudiantes.

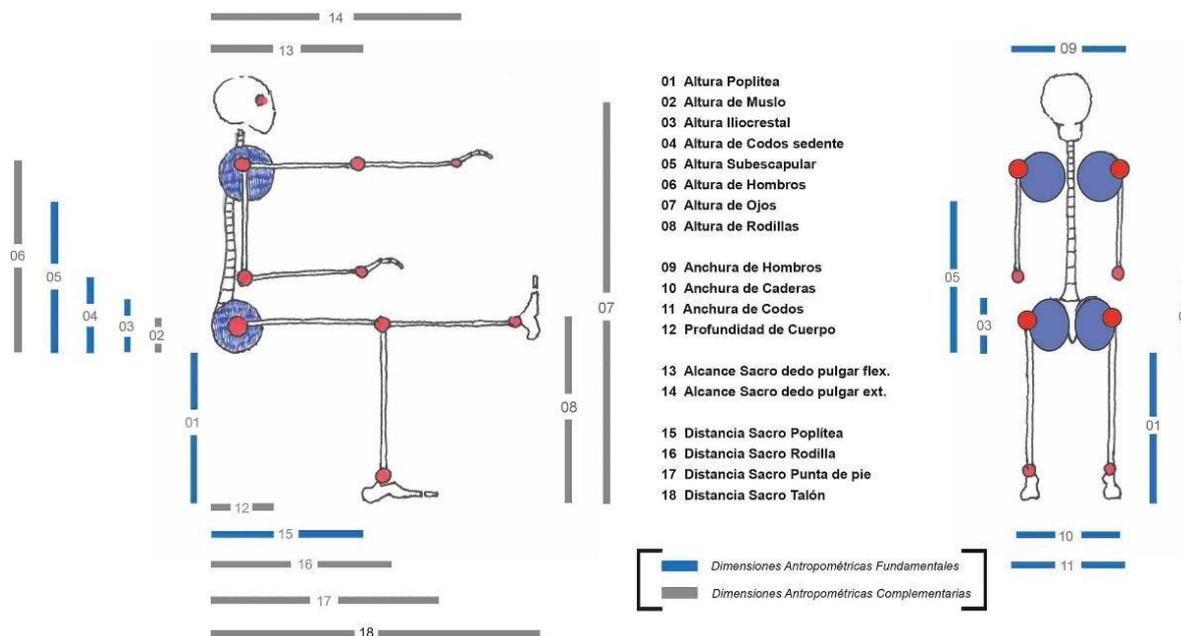
### Experiencia de Aprendizaje 02: Antropometría y las Relaciones Dimensionales

Como señalamos al inicio de este documento, muchas de las problemáticas de insatisfacción hacia el entorno construido, se deben a una mala relación dimensional entre el usuario y las dimensiones de nuestro entorno construido (de espacios, objetos, y equipamientos), las que trasuntan en insatisfacción y percepciones negativas del entorno.

Una silla que no se hace cargo de la antropometría de la población usuaria, se traduce en una interfaz deficiente, inconfortable, con baja productividad, y posibles mermas en la salud.

El estudio de las dimensiones humanas y su relación con el entorno construido es un tema que asociamos con la Antropometría. La Antropometría se ha hecho cargo del estudio dimensional del cuerpo humano a través de levantamientos dimensionales o antropométricos, los cuales nos permiten obtener información antropométrica relevante para proyectar con perspectiva dimensional (Párraga Velásquez, 2014).

**Figura 3.** Dimensiones Antropométricas Fundamentales y Complementarias aplicables al diseño de una silla.



*Nota.* 18 dimensiones antropométricas consideradas relevantes para el diseño de una silla (propia autoría)

La antropometría es la disciplina que describe diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta ergonómica, con objeto de adaptar el entorno a las personas. (Mondelo, 2010).

Distinguimos la antropometría estática y la dinámica, realiza mediciones del tipo estructural la primera del cuerpo humano, y mediciones que consideran rangos de movimientos la segunda.

Debemos considerar ambas modalidades de medición, dado que en la usabilidad convergen lo estático y lo dinámico.

### ***Dimensiones Antropométricas asociadas a la Silla***

Para el estudio de la silla como fenómeno antropométrico, seleccionamos 18 dimensiones antropométricas, de las cuales 8 serán consideradas fundamentales, y 10 de tipo complementario. Se incluye en el criterio el MJP: margen de juego de las particularidades (Cruz, 2003).

#### *Dimensiones Antropométricas Fundamentales y Percentil adecuado (silla):*

- a) Altura Poplítea: Altura del asiento / Percentil recomendado p5% (+, - MJP)
- b) Distancia Sacro-poplítea: Profundidad del asiento / Percentil recomendado p5% (+, - MJP)
- c) Anchura de Caderas: Ancho del asiento / Percentil recomendado p95% (+, - MJP)
- d) Anchura de Codos: Distancia entre apoyabrazos / Percentil recomendado p95% (+, - MJP)
- e) Anchura de Hombros: Ancho del respaldo / Percentil recomendado p95% (+, - MJP)
- f) Altura Iliocrestal: Altura inferior apoyo respaldo / Percentil recomendado p95% (+, - MJP)
- g) Altura Subescapular: Altura superior respaldo / Percentil recomendado p5% (+, - MJP)
- h) Altura de Codos Sedente: Altura de apoyabrazos / Percentil recomendado p5% (+, - MJP)

#### *Dimensiones Antropométricas Complementarias y Percentil adecuado (silla)*

- a) Distancia Sacro-punta de pie: Distancia entre el borde frontal del asiento y el respaldo de otro asiento ubicado delante / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- b) Distancia Sacro-talón: Distancia entre el borde frontal del asiento y el faldón de fondo de un escritorio / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- c) Distancia Sacro-rótula: Distancia entre el borde frontal del asiento con superficies o volúmenes que limiten el movimiento de rodillas / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- d) Altura de Muslo: Distancia entre la superficie del asiento y cualquier superficie que impida el movimiento del muslo (ej. Plano inferior de mesa) / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- e) Altura de Rodillas: Distancia entre la superficie del asiento y cualquier superficie que impida el movimiento del muslo (ej. Plano inferior de mesa) / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- f) Altura de Ojos Sedente: Altura del eje central del campo visual de algún elemento situado frente a la silla (ej. un monitor) / Percentil adecuado p50% (+, - MJP)
- g) Profundidad Máx. de cuerpo: Distancia entre el respaldo frontal y cualquier plano que impida el movimiento del tronco (ej. bandeja plegable de avión) / Percentil adecuado p95% (+, - MJP)
- h) Distancia Sacro-Alcance dedo pulgar: Distancia del respaldo frontal y la mínima distancia de agarre o alcance (ej. superficie de un escritorio) / Percentil adecuado p5% (+, - MJP)

### *Levantamiento Antropométrico:*

A partir de las dimensiones antropométricas señaladas anteriormente, se les solicita a las y los estudiantes realizar un levantamiento antropométrico personalizado para luego registrar las dimensiones antropométricas levantadas y llevarlas a una tabla antropométrica del grupo curso. Para ello los estudiantes construyen herramientas de medición análogos (no certificadas) tales como antropómetro de madera, y una adaptación del goniómetro, utilizando siempre planos antropométricos de medición.

### *El Humano medio como un no pertinente:*

Para la realización de la tabla antropométrica establecemos el criterio de no utilizar el promedio como una referencia pertinente. Lo pertinente será considerar las medidas extremas (mayor y menor) como referencia, seleccionando entre estas la adecuada.

Cabe mencionar que, en casos muy acotados, existen usuarios cuyas medidas suelen desviarse de un rango de tolerancias permisibles, lo cual tiende a desestabilizar el sistema dimensional. En esos casos se ha de tener consideraciones especiales que apunten a personalizar la problemática.

### *Diseño utilizando los extremos. “Alcanzar vs Caber”, criterios de pertinencia para uso de percentiles según extremos:*

Para el uso de percentiles se definen dos criterios conceptuales en función del uso de la medida. El primero hace relación al “caber”, y considera la elección del percentil p95% como la referencia recomendable (+ o – el margen de juego de particularidades MJP), dado que, si la mayor medida cabe, todas las dimensiones menores o iguales caben.

El segundo criterio conceptual es “alcanzar”, y considera la elección del percentil p5% como la referencia recomendable (+ o – el margen de juego de particularidades MJP), dado que, si la menor medida alcanza, todas las dimensiones mayores o iguales alcanzan.

Dentro de las posibilidades de diseño también consideramos los “intervalos regulables” en caso de diseños que requieran ajustar dimensionalmente las medidas de algo. El intervalo regulable debe considerar el rango comprendido por el mínimo p5% y máximo p95%.

### ***La Experiencia Antropométrica aplicada al rediseño.***

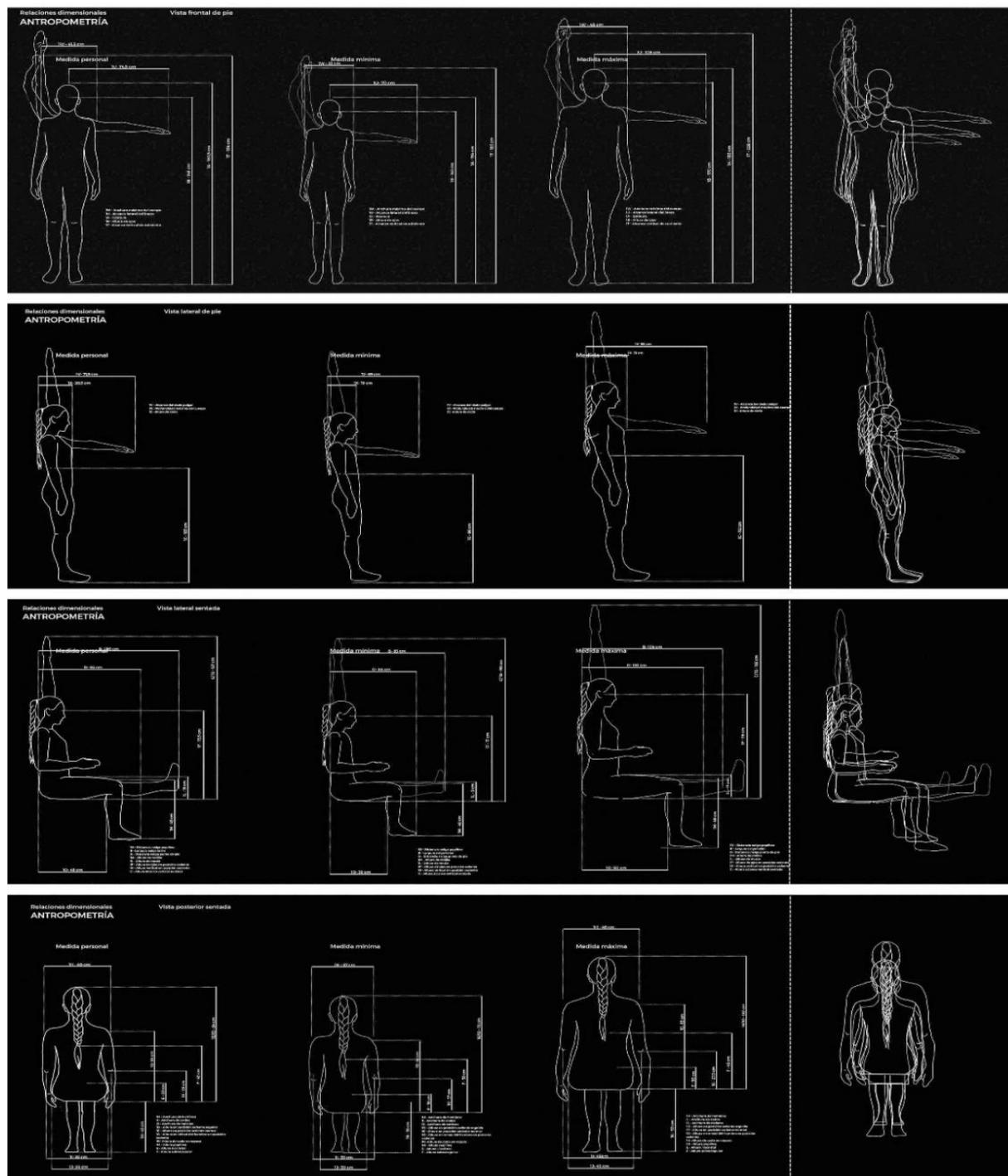
Se les encarga a los estudiantes rediseñar una “silla pupitre”. Para ello se definen las dimensiones antropométricas relevantes para la realización de un levantamiento (Párraga, 2014), incluyendo las dimensiones fundamentales y las complementarias. Dicho levantamiento se circunscribe al diseño de un Avatar dimensional personal (dibujado a escala 1:8). Este avatar recoge las medidas fundamentales y complementarias de cada estudiante aplicables a la silla. El grupo curso trabajó en la construcción de una tabla antropométrica, la cual recoge las medidas arrojadas por el “Avatar dimensional” de cada individuo. Esta tabla nos arrojó información antropométrica sobre los percentiles p5% y p95%, promedio, desviación estándar y mediana.

**Tabla 1.** Tabla Antropométrica de resumen con dimensiones fundamentales y complementarias de una silla. Datos arrojados por levantamientos realizados a cuatro cursos entre los años 2018 y 2022. (propia autoría)

TABLA ANTROPOMETRICA CURSO ERGONOMÍA-DISEÑO UNIVERSAL 2018 / 2022													
muestra tomada a 134 individuos de ambos sexos, con predominancia de un 80% sexo femenino													
LEVANTAMIENTO ANTROPOMETRICO DIMENSIONES APLICABLES A UNA SILLA: 2018 / 2022 CATEDRA ERGONOMÍA Y DISEÑO UNIVERSAL IVAN JELDES Y.	P 5%	P 95%	DESVEST	MEDIANA	PROMEDIO								
<b>DIMENSIONES FUNDAMENTALES</b>													
ALTURA POPLITEA	36	43	37	44	36	43	40	50	36	46	2,3	39	39
DISTANCIA SACRO POPLITEA	43	51	43	50	42	50	44	50	43	50	2,6	46	46
ANCHURA DE CADERAS	31	44	31	44	32	40	31	41	31	43	4	36	37
ANCHURA DE CODOS	38	49	37	47	38	48	36	48	37	48	3,2	42	42
ANCHURA DE HOMBROS	36	44	36	44	35	47	37	46	36	46	3	40	40
ALTURA ILIOCRESTAL	15	22	14	24	15	25	17	24	15	24	2,9	19	19
ALTURA SUBESCAPULAR	35	49	38	48	35	47	39	48	36	48	4,3	43	42
ALTURA DE CODOS SEDENTE	20	28	19	27	17	27	17	26	17	27	2,9	24	23
<b>DIMENSIONES COMPLEMENTARIAS</b>													
DISTANCIA SACRO-PUNTA DE PIE	60	75	57	75	59	71	66	75	59	75	5	69	68
DISTANCIA SACRO-TALON	89	104	90	105	88	102	90	101	89	104	4,7	95	96
DISTANCIA SACRO-ROTULA	51	61	52	60	51	59	50	56	51	60	2,9	55	55
ALTURA DE MUSLO	11	18	11	17	12	17	10	17	11	17	2	14	14
ALTURA DE RODILLAS	45	54	47	55	47	54	47	56	46	55	2,5	50	50
ALTURA OJOS SEDENTE	71	81	70	80	68	80	71	81	69	81	3,6	75	75
PROFUNDIDAD CUERPO	20	29	19	28	18	26	21	30	19	29	2,8	24	24
ALCANCE MAX BRAZO AGARRE	65	84	66	83	64	78	67	83	65	83	5,5	73	73

El resultado nos permitió obtener un primer comparativo dimensional entre el avatar personal, el avatar mínimo, el avatar máximo, y el avatar universal del curso.

**Figura 5.** Láminas del Avatar Antropométrico, mínimo, máximo y personal, en bipedestación y sedestación, utilizando dimensiones antropométricas asociadas a la silla. (autoría alumnos curso de Ergonomía y Diseño Universal UDD)



**Figura 6.** Láminas de registro Antropométrico que incluye el percentil personal, percentil p5%, y p95% de dimensiones antropométricas del grupo curso asociadas a la silla. (autoría alumnos curso de Ergonomía y Diseño Universal UDD)



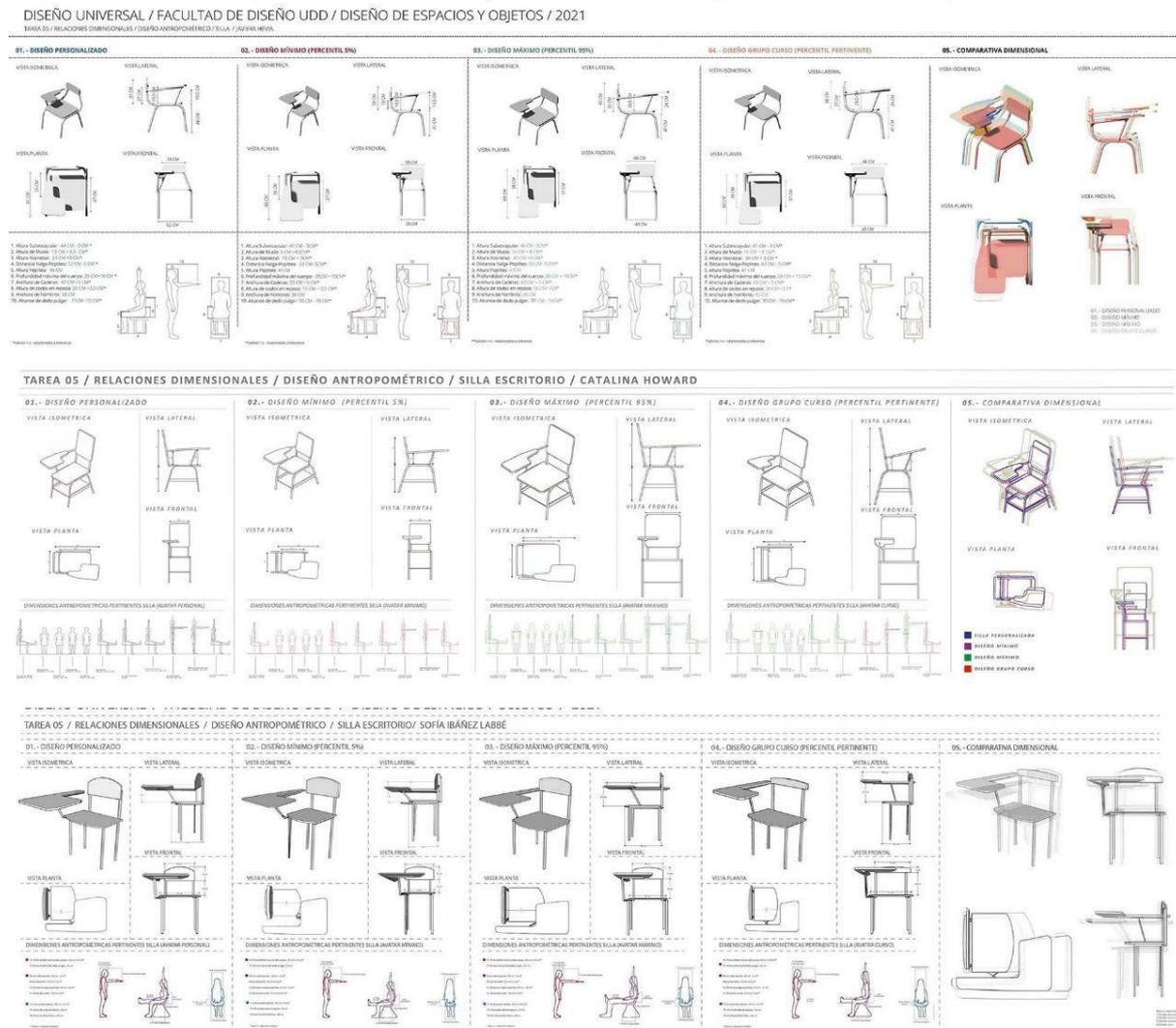
**Experiencia de Aprendizaje 03: Rediseño Dimensional Silla según Avatar**

- Realizar redimensionamiento personalizado (avatar personal), es decir, centrado en las medidas personales de cada estudiante (+ o – MJP)
- Seleccionar las medidas mínimas (avatar mínimo) del universo curso, por tanto, solo se utilizarán las mínimas medidas levantadas (p5% + o – MJP)
- Seleccionar las medidas máximas (avatar máximo) del universo curso, por tanto, solo se utilizarán las máximas medidas levantadas (p95% + o - MJP)
- Rediseño dimensional Universal (avatar maxi/min), considerando los mínimos y los

máximos según pertinencia de las medidas p5% o p95% + o – MJP)

Los cuatro resultados se presentan en una lámina que registra la planimetría individual de cada resultado a una escala equivalente, presentando cada caso por separado, para luego superponer imágenes que comparen las diferencias entre los cuatro resultados.

**Figura 7.** Láminas de rediseño dimensional de silla pupitre, utilizando de referencia los Avatar personal, mínimo, máximo y universal del grupo curso. (autoría alumnos curso de Ergonomía y Diseño Universal UDD)



## **Conclusiones**

Las experiencias de aprendizaje realizadas nos permitieron poner en valor los contenidos y saberes de disciplinas como la antropometría, la biomecánica y la ergonomía, dentro de una dimensión observacional, vivencial y proyectual. Así también detectar las posibilidades proyectuales a partir de la diversidad dimensional y la comprensión del fenómeno articular.

Entender el valor democratizador que tiene el diseño, y como la diversidad enriquece nuestro proceso proyectual es fundamental, para poner en valor el diseño como una herramienta de accesibilidad al entorno construido, por tanto, una herramienta de universalización de la experiencia de usuario.

La aplicación de estas experiencias de aprendizaje ha permitido visualizar una mayor comprensión y valoración por parte de estudiantes sobre la interdisciplinariedad, y como contenidos provenientes de otros ámbitos del saber se incorporan al proceso proyectual desde su génesis, y no solo como herramienta de validación o corrección de algo preconcebido.

## Referencias

- Asociación Española de Ergonomía (AEE). (2013). Definición de ergonomía. Recuperado de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- Becerra, O. R. (2017). *Ergonomía y procesos de diseño: Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos* (2nd ed.). Pontificia Universidad Javeriana. <https://doi.org/10.2307/j.ctvkwnq83>
- Chaurand, R. Á., León, L. R. P., & Muñoz, E. L. G. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana* (2nd ed.). Universidad de Guadalajara, CUAAD.
- Cruz, A., & Garnica, A. (2011). *Ergonomía aplicada* (4ta ed.). Ecoe Ediciones.
- Cruz, F. (2003). *Construcción formal*. Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Dussán Aguirre, R. (2019). El diseño de experiencias significativas en entornos de aprendizaje. *Cuadernos del Centro de Diseño y Comunicaciones. Ensayos*, (43), 247-258. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi43.1804>
- Gutiérrez Vázquez, L. J., Ramos Cortez, A. I., Flores Gutiérrez, X. P., & Cota Pardini, Y. B. (2021). Diseño ergonómico de una butaca para estudiantes de ingeniería mecánica. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 3(1), 116-119. <https://doi.org/10.29393/EID3-9DELG40009>
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: The paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48(5), 436-463. <https://doi.org/10.1080/00140130400029167>
- Mata Cabrera, F. (2004). Ergonomía y diseño. *Ensayos: Revista de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Albacete*, (19), 259-266. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1264651>
- Mondelo, P. R., & Torada, E. G. (2010). *Ergonomía 1: Fundamentos*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Mondelo, P. R., Torada, E. G., Vilella, E. C., Úriz, S. C., & Lacambra, E. B. (2004). *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico* (Vol. 2). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- Mondelo, P. R., Bombardo, P. B., Busquets, J. B., & Torada, E. G. (2004). *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo* (Vol. 3). Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- Mondelo, P. R., Torada, E. G., González, O. D. P., & Fernández, M. A. G. (2002). *Ergonomía 4*. Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politécnica.
- Murga Fajardo, L. F. (2021). *Diseñar un programa de higiene postural para trabajadores recepcionistas de Centro Médico Concepción entre las edades de 22 a 32 años* (Tesis doctoral).
- Panero, J., & Zelnik, M. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: Estándares antropométricos*.
- Párraga Velásquez, M. D. R. E. (2014). Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga de estudiantes y docentes. *Repositorio Institucional*. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/3618>
- Susunaga, O. F. (2011). La imagen del diseño: El laberinto complejo de la transdisciplina. *Revista del Centro de Investigación. Universidad de La Salle*, 9(35), 35-42.

