

Roberto Tomassiello
Roxana Del Rosso

El Diseño desde las medidas humanas

Concepción de una línea de instrumentos para la medición de personas

El conocimiento de los datos antropométricos de las personas es vital para el mejoramiento del nivel de calidad de vida y de las condiciones operativas de quienes interactúan con productos o se desempeñan en puestos laborales. Se plantea el diseño de un conjunto de aparatos para relevamientos antropométricos, compuesto por estadiómetro, calibres, plicómetros, goniómetros y valija porta-instrumentos, destinados a las poblaciones infantil, adulta y de la tercera edad. El trabajo se integra con la elaboración de una guía, para el uso correcto del referido equipamiento. Asimismo, se prevé que los aparatos puedan ser utilizados por profesionales de diferentes campos relacionados con el tema. El trabajo corresponde a un proyecto de investigación subsidiado por la SECyT, 2005-2007.

Roberto Tomassiello es

Diseñador Industrial graduado en la UNCuyo, 1985. Magíster y Especialista en Docencia Universitaria. Se ha perfeccionado en el país y el exterior becado por la OEA, el gobierno de Colombia y el Instituto Argentino del Envase, entre otras instituciones. Es Profesor Titular y Director de Proyectos (Categoría II), en las Universidades Nacionales de Cuyo y de San Juan, ejerciendo también como Coordinador Académico en esta última. En el nivel de Posgrado dicta cátedras en maestrías, especializaciones y cursos de actualización. Ha sido invitado como disertante a eventos científicos de carácter nacional e internacional, obteniendo distinciones por sus ponencias. Ha sido jurado de concursos docentes efectivos en diferentes instituciones académicas del país, y publicaciones con referato en varios medios.

Roxana Del Rosso es

Diseñadora Industrial graduada en la UNCuyo, 1994. Se ha posgraduado como Especialista en Docencia Universitaria en la misma institución, y cursa actualmente la carrera de Especialización en Higiene y Seguridad en el Trabajo, en la Universidad Tecnológica Nacional. Es Profesora Adjunta de la carrera de Diseño de Interiores en la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Mendoza, y docente en la cátedra Ergonomía" en la UNCuyo y Universidad del Aconcagua. Desde 2003, es responsable del Laboratorio de Ergonomía de la Facultad de Artes y Diseño de la UNCuyo. Se desempeña también como directora de becarios y co-directora de proyectos subsidiados por la SECyT.

La necesidad del conocimiento de las dimensiones humanas, en el campo del diseño

El ser humano, a lo largo de su existencia terrena, ha construido un "universo material" determinado por objetos, para la satisfacción de sus necesidades cotidianas. Durante el uso, los individuos interactúan con dichos objetos, por lo cual es importante que se manifieste una adecuada relación persona-producto, de cuyo estudio y modos de optimización se encarga la ergonomía.

Esta disciplina se vale -entre otros campos científicos- de la antropometría, cuyo propósito es el conocimiento de las dimensiones de los seres humanos, aspecto determinante para una correcta vinculación de las personas con los productos utilizados en sus tareas. En tal sentido, conviene señalar que la estructura y las funciones del cuerpo humano son aspectos medulares en el diseño de objetos de uso y también en el proyecto de ambientes habitables y de puestos de trabajo.

Del mismo modo, falencias que se registran habitualmente en el diseño de puestos de trabajo provocadas, por ejemplo, por espacios insuficientes o de difícil acceso, pueden implicar una significativa criticidad para el operador. Es probable que se arriesgue no sólo su eficacia y eficiencia, sino también el nivel de seguridad y bienestar, y la integridad del equipo utilizado. Teniendo en cuenta los aspectos dimensionales de las personas, el espacio necesario se puede proporcionar sin comprometer los requerimientos técnicos del diseño.

Actualmente, el uso de datos antropométricos confiables y la aplicación del método de la ergonomía, se convierten en herramientas indispensables para la adecuación dimensional de los productos, de las máquinas y de los equipos de protección, que interactúan con las personas en su vida cotidiana, favoreciendo las condiciones para su desempeño, así como su seguridad y bienestar.

El Laboratorio de Ergonomía dependiente de la Facultad de Artes y Diseño de la UNCuyo desde 1992, ha venido desarrollando proyectos relacionados con el tema de la antropometría, mediante la asignación de subsidios de la Secretaría de Ciencia, Técnica y Postgrado de dicha institución.

Propuesta de instrumentos para relevamientos antropométricos

En el período comprendido entre los meses de mayo de 2005 y abril de 2007, se ha desarrollado una propuesta de instrumentos para relevamientos antropométricos en el Laboratorio de Ergonomía. El examen del material obtenido a partir de las entrevistas a comerciantes y usuarios de instrumentos de medición antropométrica, ha permitido establecer la necesidad de contar con aparatos que permitan obtener los siguientes datos cuantificables, en el cuerpo humano:

- estatura
- diámetros
- pliegues corporales
- segmentos corporales
- ángulos de movimiento articular.

Asimismo, debe preverse que las mediciones puedan efectuarse en consultorios, laboratorios, o bien en trabajos de campo. En este último caso se presentan contextos diferentes para la ejecución de las mediciones, tales como gimnasios, puestos de trabajo en empresas, o la intemperie.

En función de las condiciones señaladas, resulta pertinente considerar un listado de necesidades, agrupadas en una serie de criterios que se detallan a continuación.

1. De los instrumentos:

- seguros durante el uso;
- fiables para la obtención de los valores de las mediciones;
- de bajo peso relativo y reducido volumen;
- que posean facilidad y precisión en las operaciones de montaje y desarme;
- cómodos y seguros durante su transporte;
- resistentes estructuralmente e inalterables en condiciones de uso intenso;
- que permitan una fácil limpieza de sus partes;
- capaces de brindar una lectura de las mediciones simple y precisa.

2. Del lugar de uso:

- fácil adaptación a terrenos irregulares y/o con diversas características superficiales;
- posibilidad de contar o no con muros que sirvan de apoyo;
- resistentes a la intemperie.

A partir de estos requerimientos, se ha concebido un conjunto de instrumentos que, por su volumen y complejidad, puedan responder efectivamente a los problemas ocasionados por el transporte para efectuar relevamientos de campo.

Hipótesis

El análisis de la realidad contextual y la experiencia recogida a partir de las actividades encaradas por el Laboratorio de Ergonomía, ha permitido establecer la siguiente hipótesis que sustenta el trabajo: *la concepción de una gama de instrumentos específicos para la obtención de datos antropométricos, podría coadyuvar a la optimización de las relaciones entre los usuarios y los objetos utilizados por ellos cotidianamente. La posibilidad de contar con medidas confiables de las citadas poblaciones, facilitaría el diseño ergonómico de los productos y de los puestos de trabajo, previniendo así la manifestación de riesgos en las actividades laborales.*

Aspectos metodológicos

Por las características del trabajo de investigación, el método proyectual que se ha implementado, es el de Litwin (1986), que consta de las siguientes etapas:

- proceso de *reconocimiento*: identificación y definición del problema, elaboración de programa de diseño;

- proceso *creativo*: conceptualización del problema y producción de alternativas. Desarrollo del partido;
- *verificación y ajuste*: elaboración del anteproyecto;
- *resolución*: definición del proyecto.

Las actividades que incluye este método para cada una de esas etapas, son:

- indagación bibliográfica con el fin de seleccionar conceptos, criterios y recursos técnicos de acuerdo con los productos a diseñar;
- análisis (dimensional, morfológico, funcional, ergonómico) de productos actualmente utilizados para mediciones antropométricas;
- diseño de un modelo conceptual, para visualizar conexiones morfológicas, funcionales, dimensionales, entre los diferentes elementos que conforman el instrumental;
- generación de alternativas;
- selección de alternativas;
- desarrollo de modelos;
- evaluación y perfeccionamiento de la propuesta;
- producción de prototipos;
- validación en el terreno;
- diseño de una guía y de un programa de entrenamiento para el uso de los instrumentos;
- comunicación de los resultados a los potenciales usuarios (médicos e ingenieros laborales, evaluadores de salud, entre otros);
- aplicación del equipamiento a nivel experimental, y seguimiento de los resultados;
- registro de patente de diseños;
- elaboración de Informe final.

Impacto esperado con el producto de la investigación

De acuerdo con lo expresado en párrafos anteriores, con el producto de este trabajo se espera lograr dos resultados principales, y otros secundarios.

a. El resultado principal, es una propuesta de diseño de instrumental de medición antropométrica, que contemple las necesidades de los evaluadores de salud y de los responsables de higiene y seguridad laboral. Por otra parte, se intenta que dicho equipamiento se adecue a su función, observando los requisitos planteados en el proyecto. Del mismo modo, se ha elaborado una guía para el uso del instrumental, que permita a los usuarios un trabajo correcto con el material durante las mediciones.

b. Como logro secundario, es deseable que este proyecto sirva para afianzar los lazos con los profesionales intervinientes en los servicios de higiene, seguridad y salud, en todas las especialidades involucradas en esta problemática. Así, la Universidad se compromete con una relevante labor de vinculación con el Sector Productivo: industrias, organismos estatales, ONGs.

Características de la propuesta

Programa de diseño

El kit resulta integrado por los siguientes aparatos:

- Calibre chico, para medición de los más pequeños segmentos corporales (hasta 300 mm);
- calibre mediano, para la valoración de segmentos comprendidos entre 300-600mm,
- calibre grande, para medición de segmentos corporales que posean entre 600 y 2200 mm;
- plicómetro para medición de pliegues cutáneos;
- estadiómetro, para medición de estatura (con la posibilidad de conformar diferentes variantes constructivas, a partir del uso de los mismos elementos y en función de los grupos de individuos), permitiendo una cota máxima de 2200 mm;
- goniómetro grande, para medición de los movimientos angulares de diferentes articulaciones (brazos, piernas);
- goniómetro pequeño, para medir esos movimientos en las falanges;
- valija para alojamiento y transporte de los instrumentos.

La selección de los citados instrumentos para su diseño, se justifica por las siguientes razones:

a. Por un lado, que a partir del análisis y diagnóstico, son los que presentan más deficiencias constructivas, funcionales y ergonómicas. En esa gama de aparatos se puede operar desde el diseño, con aportes más significativos.

b. Por otra parte, del estudio de la factibilidad técnico-productiva, se ha concluido que dichos aparatos son los que reúnen mejores condiciones para su desarrollo y posterior inserción en el mercado.

Partido

La concepción proyectual del conjunto de aparatos, se logra con un partido definido en base a la portabilidad y el uso de materiales comunes a todos, a fin de lograr una racionalidad productiva. Asimismo, en el campo formal se plantea una imagen que facilite la identificación perceptual de la gama de productos, unificándolos a través de la reiteración de los códigos utilizados, que en lo semántico acusan intencionadamente el carácter técnico de los productos.

Por otra parte, la respuesta estético-formal apunta al logro de un lenguaje que acuse las características tecnológicas de los productos (*high-tech*), con recursos que integran y unifican los diferentes aparatos del *kit*.

Componentes de la línea de instrumentos. Características

Calibre chico

El calibre de tamaño pequeño se ha planteado para la medición de los segmentos corporales de reducidas dimensiones, por ejemplo: ancho de manos, pies, dedos, entre otras. El aparato está construido con perfiles y planchuela de aluminio y al igual que el estadiómetro y los restantes tipos de calibre, cuenta con nivel de líquido en su estructura.



Calibre mediano

El calibre mediano permite, entre otras mediciones, la de segmentos como ancho de hombros y la longitud poplíteo (es decir, la distancia entre el hueso poplíteo y el piso, para estimación de la altura de asientos).



Calibre grande

El calibre grande permite, entre otras mediciones, la determinación de la envergadura del cuerpo, es decir la longitud -considerada horizontalmente- de los brazos extendidos, entre sus puntos extremos. Este aparato también permite medir la longitud de los brazos (por ejemplo, para la valoración de alcances en puestos de trabajo), y otras distancias, como la altura del hombro.



da. Asimismo hay una plataforma desmontable, que constituye la base donde se ubica el sujeto durante la medición.

La conformación del aparato se ha resuelto con el criterio de priorizar el uso de perfilería estándar de aluminio, combinando piezas de diferentes secciones en la construcción de los productos que integran toda la gama de instrumentos.



Estadiómetro

El estadiómetro, posee la función específica de medición de estatura. Consta de una columna donde se ubica la escala de medición, y sobre dicha columna se desliza el cursor, que al contactarse con el vértex, es decir, el punto superior de la cabeza, define la altura de la persona estudia-

El estadiómetro admite su completo desarme a fin de reducir el espacio para el transporte, pudiendo guardarse en una valija con el resto de los instrumentos. Asimismo, al estar construido con materiales de muy bajo peso relativo, se facilita el desplazamiento para la realización de los trabajos de campo.

Goniómetros

Como se ha descrito en el programa de diseño, la propuesta contempla la concepción de dos variantes de estos aparatos, concebidas para aplicaciones específicas, según las partes corporales tomadas como referencia para llevar a cabo las mediciones angulares. La imagen siguiente, muestra un goniómetro que permite la medición de movimientos angulares producidos en articulaciones que vinculan segmentos corporales de tamaño reducido, como el caso de las falanges del carpo.

Este aparato es de muy sencilla construcción, realizado totalmente en plancha de acrílico transparente y opaco. Posee una pieza plana, cuya geometría describe un arco de círculo y en ella está la escala, grabada en bajorrelieve mediante láser y pigmentadas sus divisiones y números, para una fácil lectura. Este componente del aparato posee dos soportes para ubicar de modo coincidente con los segmentos corporales cuyo ángulo pretende determinar. Para la medición, el operador sostiene los extremos de estos soportes, pudiendo leer en la escala graduada, el valor del ángulo que se forma entre los citados segmentos corporales.



con escalas grabadas sobre ellas y ambas piezas quedan solidarias a dos barras construidas con perfiles de aluminio. Durante la medición, éstas se adosan a la parte del cuerpo cuyos ángulos se quieren valorar y la fijación del aparato al cuerpo se logra a través de un par de cintas con velcro, como se puede ver en la imagen.

Por otra parte, la persona que está siendo estudiada sostiene con su mano una empuñadura de poliuretano elastomérico que se ubica en el extremo de un perfil de longitud regulable, para adaptarse a sujetos con diferentes medidas en sus extremidades superiores. Asimismo, el brazo solidario a la empuñadura está articulado y puede girar con su pivote coincidente con el centro geométrico de la escala circular, para determinar movimientos angulares de la mano.

Este aparato permite analizar las variaciones que se presentan en el cuerpo humano durante la ejecución de actividades, por ejemplo, en puestos de trabajo. Asimismo, el conocimiento de las relaciones angulares entre los segmentos corporales es un insumo esencial para el diseño ergonómico de herramientas y también para el estudio de los efectos de la carga física en el trabajo.



Otra variante de goniómetro que se ha desarrollado en esta investigación, combina la acción de dos aparatos, para facilitar la determinación de los valores angulares en segmentos corporales ubicados en serie, como el conjunto brazo/antebrazo/mano. Este instrumento posee dos círculos de plancha de acrílico transparente,

Plicómetro

Este aparato consta de dos piezas, que están vinculadas entre sí a través de un perno roscado y por dos resortes de acero, que almacenan energía a fin de que ambas retornen a su posición original luego de la medición. Asimismo, permiten mantener la tensión necesaria de las dos partes del aparato que se contactan con el pliegue cutáneo, en el momento de efectuar la valoración. Dichas piezas, poseen una resolución formal que, en ambos casos, presenta una extremidad a modo de "pinza", conformándose con plancha de acrílico de un espesor de 5 mm.

La parte del cuerpo en la que se va a llevar a cabo la medición del pliegue cutáneo, se ubica entre los topes de la extremidad mencionada y, al separarse dichas piezas, la aguja que es parte de una de éstas, indica -en milímetros- sobre una escala impresa en la otra parte del aparato, el espesor del pliegue analizado.

Se ha diseñado asimismo una empuñadura realizada en elastómero de poliuretano, con el propósito de lograr una adecuada presión del instrumento durante la medición.



Vista de conjunto de la línea de aparatos



Valija porta instrumentos

Con el fin de transportar los instrumentos, se ha desarrollado una valija que permite su contención, asegurando la integridad de los mismos, en particular, cuando se debe realizar trabajo de campo. Dicha valija está conformada con perfiles de aluminio estándar para las tapas inferior y superior.

Para resolver el interior, se han utilizado láminas de tablero duro de fibra de madera (hard board), cubiertas con espuma de polipropileno, que asegura la amortiguación de los golpes que pueden producirse en el desplazamiento del conjunto. Las dos partes de la valija, están unidas por bisagras externas de acero estampado.



Transferencia de los resultados

El conocimiento de las dimensiones humanas es un factor determinante para hacer viable la adecuación dimensional de objetos y ambientes de trabajo, teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los usuarios. Los resultados de la investigación, está previsto transferirlos en primer término a los profesionales que se desempeñan en los servicios de Higiene y Seguridad del campo empresarial, y también a médicos pediatras, del trabajo y gerontólogos, entre otros.

Por otra parte, mediante la proyección de los datos obtenidos a propuestas de diseño morfológico y dimensional, es posible llegar a los usuarios en general, y a los trabajadores en particular. Estos últimos, si bien deberían ser los primeros interesados en el logro del mejoramiento de sus condiciones de trabajo y calidad de vida, por lo general suelen ser reacios al cambio y con frecuencia difíciles de persuadir. En este sentido, la motivación es una parte importante del método ergonómico, ya que la aplicación de cualquier cambio depende siempre de la acción humana y no se pueden esperar resultados positivos, sin el convencimiento de los destinatarios.

Asimismo, el conocimiento teórico aplicado a la realidad del medio de inserción, es capaz de permitir una retroalimentación en el sistema educativo, a través de la formación más ajustada en el ámbito de los cursos de Ergonomía en las carreras de Diseño Industrial, Higiene y Seguridad en el Trabajo y Medicina del Trabajo. Se espera entonces volcar parte del conocimiento adquirido durante el desarrollo del proyecto en estas formaciones.

Conclusión

El desarrollo de este trabajo, ha permitido a sus autores la oportunidad de incursionar en un campo de la ergonomía poco explorado aún a nivel nacional, como es el estudio de instrumentos portátiles para mediciones antropométricas.

Por otra parte, es sabido que en los últimos años la ergonomía ha tenido una importante difusión en Argentina, especialmente en el ámbito de la producción, desde la puesta en vigencia de la Resolución N° 295/03 de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo de la Nación (SRT). En tal sentido, el Anexo 1 de la citada Norma legal plantea referencias concretas sobre temas de esta disciplina, referidos al ámbito laboral.

En este orden, la posibilidad de disponer de una línea de aparatos concebidos para mediciones en trabajo de campo, complementando al propio de laboratorio, genera un amplio espectro de aplicaciones, orientado al mejoramiento de los puestos laborales. Se debe partir entonces del conocimiento profundo de las relaciones que se manifiestan entre las personas, y el equipamiento utilizado en sus actividades. Sobre la base de dichas consideraciones, es factible el logro de diseños ergonómicos, donde se ponga de manifiesto una armónica interacción de las personas y los equipos.

Del mismo modo, es oportuno señalar que la investigación ha concluido con el desarrollo de los prototipos de una línea de instrumentos que, en el futuro, puedan fabricarse a escala industrial. Dichos prototipos constituyen herramientas esenciales para poner a prueba el diseño elaborado, permitiendo efectuar sobre ellos los ajustes que surjan como consecuencia de un periodo de utilización experimental en diferentes condiciones.

Finalmente, creemos que con el producto de este trabajo, el Laboratorio de Ergonomía plantea una alternativa económica y tecnológicamente posible, tendiente al fortalecimiento de los vínculos entre la universidad y el sector productivo. De ahora en más, nos espera el desafío de superar los obstáculos para lograr la fabricación seriada de estos aparatos y, en un tiempo razonable, que estén al alcance de sus destinatarios.

Estamos convencidos de que el ser humano dignifica su existencia mediante el trabajo cotidiano, pero el trabajo no debe menoscabar la integridad psicofísica de quien lo ejecuta. La ergonomía, con la aplicación de sus principios, coadyuva para que cada actividad del hombre no implique un sufrimiento sino, por el contrario, sea una experiencia grata y que amerite realizarse.

Reconocimientos

En el proyecto de investigación participaron también los diseñadores Cecilia Lasagno y Roberto Rodríguez, los alumnos Orlando Bassino, Enzo Hinrichsen, Juan M. Monteoliva y Natalia Roldán, y como asesores el ingeniero Alfredo Bendini y los médicos Antonio Prieto y Pablo Ubriaco.

Bibliografía

- Chaurand, R. y otros, *Dimensiones Antropométricas de población latinoamericana*. CUAAD Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño y Centro de Investigaciones en Ergonomía, Universidad de Guadalajara México, 2003.
- Chiner Dasi, M., Más, J, y Alcaide Marzal, J., *Laboratorio de Ergonomía*, México, D.F.: Alfaomega-Universidad Politécnica de Valencia, 2004.
- Damon, A., Stoud, H. W., MC Farland, R.A. *The human body in equipment design*, Harvard University Press, Cambridge: Massachusetts, 1971.
- Hertzberg, H.T.E., *The conference on standardization of anthropometric technics and terminology*. Ameer J Physical Antropol, 1968.
- Hiba, J.C. y Fernández de Luco, M. *Relevamiento antropométrico de población argentina*. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, 1982.
- Industrial Ergonomics, *The school of human biology*, Ontario University of Guelph, Ontario, 1982.
- Instituto de Biomecánica de Valencia, *Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*, Grupo de Biomecánica Ocupacional - IBV, Valencia, 1992.
- ISO, *Norma ISO 7250. Basic human body measurements for technological design*, 1996.
- Norma ISO 15534-3:2000. Ergonomic design for the safety of machinery Part 3: Anthropometric data*, 2000.
- Norma ISO 14738 Safety of Machinery. Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery*. 2002.
- Norma ISO 15535. General requirement for establishing anthropometric databases*, 2003.
- Jouvencel, M. R., *Ergonomía básica aplicada a la medicina del trabajo*, Díaz de Santos, Madrid, 1994.
- Litwin, E., *Teorías de aprendizaje*. Aplicaciones en la enseñanza de la Arquitectura, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 1986.
- Llanesa Álvarez, J., *Ergonomía y Psicología Aplicada. Manual para la formación del especialista*, Lex Nova, Valladolid, 2004.
- Nasasta, E., *Relevamiento antropométrico de la población Argentina*, RELANTRO, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, 2004.
- Panero, J. y Zelnick, M., *Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*, Gili, México, 1994.
- Roebuck, J.A., Kroemer, K. H. E. y Thomson, W.G., *Engineering Anthropometry*, John Willey and Sons, U.S.A., 1975.
- Singleton, W.T., *Introduction to ergonomics*, Work and health Organization, Gèneve, 1972.
- Vernhes, M. *Técnica para el estudio antropométrico de personas sentadas*, CIUNC, Mendoza, 1996.

Recursos electrónicos

Estadísticas Superintendencia de Riesgos de Trabajo de la Nación. Disponible en <http://www.srt.gov.ar/nvaweb/data/data2003.htm>