

La enseñanza de la ergonomía en México

NORBERTO ENRIQUE CAMARGO CEA

Teoría y Análisis/Posgrado CyAD
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Xochimilco
ecamargo@correo.xoc.uam.mx

PALABRAS CLAVE

Ergonomía
Diseño industrial
Ingeniería industrial
Administración
Planes y programas de estudio

KEYWORDS

Ergonomics
Industrial Design
Industrial Engineering
Management
Plans and Programs of Study

RESUMEN

El presente trabajo rastrea el desarrollo de la ergonomía en el transcurso de la historia mundial y de México; de alguna manera, desde su aparición y hasta nuestros días. El desarrollo de esta disciplina involucra su enseñanza en los centros de estudio superiores, particularmente en las licenciaturas de Diseño Industrial, Ingeniería Industrial y Administración. En cada una de ellas el enfoque y la importancia dentro de los planes y programas de estudio varían con distinto énfasis. La enseñanza ha ido variando según el avance y difusión que la ergonomía ha tenido en los campos de aplicación y el grado de importancia que ha tomado para las organizaciones.

ABSTRACT

This paper places the ergonomics in the course of world history and Mexico, that is, somehow, from its inception to the present day. The development of this discipline involves teaching in higher study centers, particularly in the degree of Industrial Design, Industrial Engineering and Management. In each, focus and importance in the plans and programs of study vary according to the emphasis of each discipline. Teaching has been changing in compliance with the advancement and dissemination of ergonomics in the fields of application and the degree of importance it has taken to the organizations.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ergonomía en México y en el mundo es de vital importancia para la realización de un diagnóstico del estado que guarda su conocimiento, su uso y aplicación, y su aprovechamiento como recurso en la planeación, diseño y administración de la producción, distribución y consumo de bienes de consumo duradero en la sociedad. Su conocimiento es relevante para lograr índices de eficiencia que favorezcan el desarrollo económico del país y su autosuficiencia y soberanía con respecto a otras naciones. La competencia en la nueva globalización de los mercados requiere mayor eficiencia y productividad en condiciones de salud laboral con el fin de alcanzar la calidad demandada para la subsistencia en los mercados mundiales; tales propósitos son imposibles sin la participación de la ergonomía.¹

ANTECEDENTES

La historia de la ergonomía se remonta al siglo XIX cuando –después de la Revolución Industrial surgida en Inglaterra en el tercer cuarto del siglo XVIII– ya se empezaban a estudiar los principios del trabajo para aumentar la producción en medio de una situación de mercado de libre competencia. Para 1857, el polaco Wojciech Bogumil Jastrzebowski usó por primera vez el término, pero no fue sino hasta 1949 que Kenneth Frank Hywel Murrell, cuando fue fundada la Ergonomics Research Society, utilizó el término con su significado más contemporáneo.

La ergonomía apareció en escena como la herramienta principal que posibilitaría el aumento de la eficiencia en los sistemas hombre-máquina, mediante la elevación de la calidad de vida en la estación de trabajo y el aumento de la productividad, condición tan anhelada para la supervivencia en un mercado mundial de competencia.

Comienza manejando, entonces, como principio la adecuación del puesto de trabajo al operario.

Hacia 1821, luego de la guerra de Independencia de México, es que en países como el nuestro comienza apenas a darse un cambio del modo de producción artesanal, casi feudal, a un incipiente modo de producción industrial. Para entonces, Inglaterra ya había conseguido un avance extraordinario en mecanización e industrialización de sus procesos productivos, el cual fue mostrado en la Exhibición Mundial de Londres de 1851, asombrando al mundo por sus logros. Deducimos que “las técnicas de la productividad” aparecieron en ese lapso y fueron aplicadas para alcanzar tales avances.

Estas técnicas (que por lo demás llegarían a aplicarse en México solo hasta más de un siglo después, hacia 1954) son el antecedente de los principios que pasarían a formar parte integral de la ergonomía años más tarde. Agreguemos que la muerte de miles de mexicanos durante la gesta independentista favoreció la disminución de la fuerza de trabajo y con ello el potencial de desarrollo para la producción industrial y por tanto de la ergonomía. El inicio del proceso de industrialización en México tuvo, entonces, que cargar con este lastre.

La Primera Guerra Mundial, de 1914 a 1918, fue una contienda por los mercados mundiales que cambió la geografía del planeta a partir de los nuevos territorios dominados, con lo cual se dio una salida a los problemas económicos internacionales. Sin embargo, esto duraría poco tiempo, ya que entre 1929 y 1939 la Gran Depresión prepararía el camino para algo peor: la Segunda Guerra Mundial. La nueva repartición del mundo trajo entre otras consecuencias el agotamiento del territorio por repartirse, lo cual asimismo significó el fin de la repartición de los mercados. El progreso ya no contaría más con ese recurso.

Evidentemente, los avances en el campo tecnológico y de la ergonomía fueron impulsados de manera importante en este periodo debido a la necesidad de lograr la supremacía bélica para la conquista; así, el conocimiento ergonómico se nutrió de las soluciones a las problemáticas de la interacción entre soldados y armas.

La Asociación de Factores Humanos y Ergonomía (HFES)², fundada en 1929, registró en sus congresos durante la Segunda Guerra Mundial que 75% de aportaciones eran aplicaciones para la guerra, y solo 25% restante eran aplicaciones civiles. Esta dinámica perduró durante todo el conflicto bélico, y solo cambió drásticamente cuando este finalizó. De esta manera, de 1949 y hasta 1966 se registraron 75% de aplicaciones civiles y únicamente 25% para la guerra, aunque probablemente este registro haya sido alterado debido a los secretos de estado y a la posterior Guerra Fría (Cárcamo Solís, 1984) (Figura 1).

Conseguir este propósito requirió de la participación del diseño industrial para la búsqueda de formas novedosas y llamativas que, aunque no necesarias, motivaran al consumo masivo e irracional. Mientras tanto, dentro de las fábricas, la ergonomía ejercía ya su acción sobre las líneas de producción para el logro del aumento de la productividad y la reducción de costos. Todavía indistinta de la ingeniería, la ergonomía (llamada aún ingeniería humana) se desarrolló en el contexto de las teorías clásicas de la organización de la producción, bajo la sombra de la administración científica de Taylor y sus contemporáneos (Gilbreth, Fayol y Ford, entre otros), y adquiere ya el nombre de ergonomía industrial u ocupacional. La ergonomía de producto aparecería más tarde.

En México, alrededor de 1930, los avances en lo que a automatización e industrialización de los procesos productivos se refiere, tuvieron su impacto en las ramas productivas de alfarería y cerámica, vidrio, madera, orfebrería y textiles e indumentaria. Todas esas ramas enmarcadas todavía en lo que podemos llamar una producción artesanal en serie, pero no industrializada. (Recordemos que el inicio de invenciones de corte tecnológico aconteció apenas hacia 1850 en la rama minera.) Aquellos años treinta estuvieron fuertemente marcados por el impacto que el Tratado de Bucareli, firmado por Álvaro Obregón en 1923, tuvo

¹ “Grant (1991) y Schoemaker (1992) proponen el uso adecuado de la información y, en especial, del conocimiento como la principal fuente de diferenciación en un mercado cada vez más competitivo y global. Para estos autores, dentro de los recursos que cada organización posee cabría distinguir entre los recursos tangibles –capital, mano de obra y tierra– y los recursos intangibles o capacidades –mezcla de habilidades y conocimientos que la organización posee–. De hecho, algunos investigadores sugieren que la principal ventaja organizativa proviene de la creación, obtención, almacenamiento y difusión del conocimiento (Nahapiet y Ghoshal, 1998)”. Véase “Gestión del conocimiento” en Sylvia Sacchi, *Catedra Administración de Personal*. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República, Uruguay. Disponible en www.ccee.edu.uy/ensenian/catadmper/materiales/Gestion_del_Conocimiento.pdf

² *Human Factors and Ergonomics Society*.

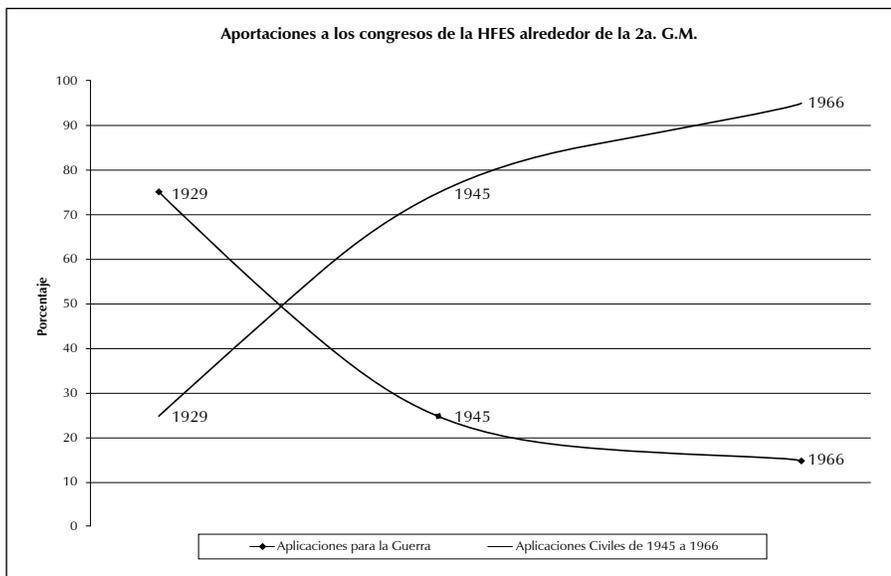
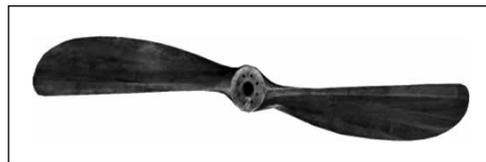


Figura 1. Aportaciones a la HFES (Autoría personal con datos de Cárcamo Solís, 1984).

Figura 2. Hélice Anáhuac. Mexican Aviation History. www.mexicanaviationhistory.com/juan_villasana/articulo.php?id=0



(y sigue teniendo) sobre la economía del país, manteniéndonos en el subdesarrollo y en la dependencia para con los Estados Unidos, toda vez que estos prohibieron a México la producción de motores de combustión interna y maquinaria pesada. La vigencia de tal tratado varió, según diversas fuentes entre 20 y 50 años, pero al año de 1973 llegó a su fin; no obstante, la presión del gobierno estadounidense sigue haciendo valer condiciones similares hasta la fecha. La ausencia de desarrollo y creación de alta tecnología mexicana nos obliga aún a adquirirla en los mercados internacionales a costos elevados con una calidad de segunda, si no es que se trata de tecnología obsoleta. Para el progreso de la ergonomía industrial nacional, esto representa un freno en cuanto que no se aplica al diseño de nueva tecnología ni al estudio de su uso y aplicación en las industrias; cuando mucho se utiliza en el proceso de su adecuación a las condiciones específicas de la realidad mexicana. Además, conforme a la ley de libre mercado, al no haber demanda no hay impulso al sector.

De esta manera, los efectos del Tratado de Bucareli han sido nefastos para el diseño y la ergonomía, los cuales al no contar con

un terreno fértil para el ejercicio natural de su oficio enfocan sus esfuerzos a ramas de producción de baja tecnología, como las ya enlistadas antes. La protección que este tratado dio a los intereses estadounidenses constituyó un importante freno al desarrollo de la industria petrolera, y al resto de la industria como consecuencia. No solamente se inhibió el surgimiento de nuevas industrias, sino que algunas en proceso de desarrollo desaparecieron con todo y sus creaciones de diseño innovador en ramas incipientes como la automovilística y la aeronáutica. Ejemplo de ello fue la empresa que llevaba por nombre Talleres Nacionales de Construcción Aeronáutica (1915) y sus inventos como la hélice Anáhuac de Juan Guillermo Villasana (1916), una hélice de madera que tuvo éxito internacional y demanda de países como Japón y El Salvador. Su utilidad consistía en permitir más revoluciones de los motores para que alcanzaran mayores alturas, un logro que nadie en el mundo había alcanzado y que fue superado únicamente hasta 1930. (Figura 2).

Desde entonces, los gobiernos de nuestro país se han debatido entre el pugnar por el desarrollo integral de la nación o el alimentar la voracidad de las empresas pri-

vadas ligadas a intereses de las compañías transnacionales extranjeras. Los intentos de desarrollo nacional han incluido las expropiaciones del petróleo y los ferrocarriles, hechas por Lázaro Cárdenas, por supuesto dentro de un ambiente hostil y de enfrentamiento con el imperio norteamericano, pero con un fuerte apoyo del pueblo mexicano entre 1937 y 1938.

Entre 1946 y 1952, durante el mandato de Miguel Alemán, hubo aumento de las industrias textiles, emparadoras de alimentos, siderúrgicas, cemento, celulosa y papel, metalmeccánica y de productos químicos, todo ello aprovechando que después de la Segunda Guerra hubo un fenómeno de expansionismo acompañado de exportación de capitales de los países centrales hacia los países periféricos, entre ellos el nuestro. No obstante, los países poderosos asimismo presionaron para endeudar a los países pobres con el fin de obtener utilidades financieras (Ivens de Fontoura, 1984), si bien se dieron condiciones oportunas para la obtención de créditos para el desarrollo. El expansionismo incluía también la venta de industrias a los países dependientes, los cuales adquirirían la tecnología junto con los diseños y deudas por regalías. La oportunidad de crecimiento se desvaneció además en manos corruptas que despilfarraron los préstamos, ocasionando estallidos y una crisis económica social y política.

Al respecto, conviene señalar que entre 1940 y 1946, Manuel Ávila Camacho intentó consolidar el proceso de industrialización, implementando una política de sustitución de importaciones (política que se mantendría hasta los años 70), lo cual favoreció de manera incipiente a la ergonomía y al diseño industrial. No obstante, en aquel periodo de despegue, el progreso del diseño se basó exclusivamente en la creación de objetos para los cuales no era vital la compatibilidad con el usuario sino con la sola tecnología existente. El lema era "producir lo que sea con tal de no importarlo". De hecho era usual —aunque por suerte no ocurría siempre— copiar casi en su totalidad diseños extranjeros para producirlos con maquinaria también extranjera. No se puso empeño en el diseño de objetos adecuados al mercado nacional sino para la capacidad de la industria instalada en el país. Con todo, la educación fue tomando un perfil técnico en todos los

ámbitos y se privilegiaron sus programas sobre los de las ciencias sociales y las humanidades. Fue por ello que poco a poco proliferaron las escuelas técnicas por todo el país en los niveles de educación secundaria, preparatoria y de licenciatura, hasta que en 1970 apareció el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). Asimismo la creación de leyes para el sustento de las políticas de fomento industrial, tales como la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias y la Ley de Fomento de las Industria de Transformación sirvieron de marco para estos esfuerzos, que lamentablemente no tuvieron el resultado esperado debido a las presiones externas, el endeudamiento excesivo y la corrupción.

Adolfo Ruiz Cortínez (1952 a 1958) dio impulso a la agricultura y a la industria estratégica (Pemex, CFE), en tanto que Adolfo López Mateos (1958 a 1964) nacionalizó la industria eléctrica y declaró la soberanía de la plataforma continental y el espacio aéreo. Asimismo propició la fabricación de máquinas de escribir, partes y refacciones automotrices, motores diesel y relojes de pulsera estilo suizo. Gustavo Díaz Ordaz (1964 a 1970), a su vez impulsó las industrias minera, petroquímica y eléctrica, así como las comunicaciones.

En la década de los 70 se hizo evidente el fracaso de la política de sustitución de importaciones, lo cual dio pie a la búsqueda de la calidad para estar en condiciones de competir con los productos del mercado internacional, muchos de los cuales hasta entonces habían gozado de las políticas proteccionistas. El boom petrolero no pudo aprovecharse como debió haber sido, y los recursos y las oportunidades de desarrollo se vieron eclipsadas, una vez más, por el exceso de corrupción y endeudamiento.

Hacia los años 80, la situación fue muy similar en términos económicos. El endeudamiento y la hiperinflación fueron las características del período de gobierno de Miguel de la Madrid Hurtado, y ello se tradujo en una situación contraproducente para el diseño. En esa década, la mayor parte de la industrialización de México se dio basada en tecnología extranjera. Gran parte de las empresas pertenecían o estaban asociadas a trasnacionales, por lo que, sin desarrollo tecnológico propio, tanto el diseño industrial como la ergonomía luchaban apenas por su sobrevivencia.

En la última década del siglo xx, Ernesto Zedillo Ponce de León reforzó la iniciativa privada, a la cual consideraba como el motor del desarrollo y crecimiento económico nacional, y promovió tanto las exportaciones como la competitividad, productividad, y eficiencia de la industria nacional. Dio continuidad al Tratado de Libre Comercio de América del Norte que, habiendo sido pactado por Carlos Salinas de Gortari, provocó el aumento de la importación de artículos extranjeros y obligó a los productores mexicanos a recurrir al diseño como recurso para la competencia.

Con respecto a la ergonomía, estos años señalan el inicio de su aplicación al diseño de productos pues los diseñadores tomaron conciencia de su importancia desde el inicio del proceso de diseño; probablemente como reflejo del impacto que ello ha tenido en el mundo, mientras que las grandes compañías trasnacionales también entendieron en las últimas décadas que la supervivencia de las empresas en los mercados radica en poner al consumidor, no solo en el centro del proceso de diseño de sus productos, sino en el centro de la razón de ser de las empresas, cuya misión ha desplazado su prioridad hacia la búsqueda de la satisfacción total del usuario.

Así, el papel de la ergonomía en la búsqueda de la calidad total de las empresas es crucial en sus dos vertientes, ocupacional y de producto. En la vertiente ocupacional porque aporta beneficios a las condiciones de la producción, y en la vertiente de producto porque logra que las características del objeto se adapten a las necesidades funcionales y culturales de los usuarios.

Por tanto, en el diseño del producto deben incluirse también consideraciones ergonómicas relativas al proceso productivo, diseñando el objeto para una producción que reduzca al máximo los riesgos de lesiones para los operarios que participan en la línea de producción al interior de la fábrica, lo mismo que puede buscarse alterar las ca-

racterísticas del producto de acuerdo con la tecnología instalada (ergonomía industrial). Lo cual no excluye que se busquen coincidencias entre ambas vertientes con un mismo propósito.

ENSEÑANZA DE LA ERGONOMÍA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Antecedentes

Sin duda la ergonomía existió desde antes de la era moderna, si bien solo en su modalidad de ergonomía vernácula, la cual fue aplicada de manera espontánea y empírica por parte de los artesanos y los usuarios de la época. El artesano estaba integrado plenamente con su ambiente de trabajo y regulaba todos los factores que influían en su proceso de producción de manera natural (ergonomía ocupacional). Por otro lado, conocía ampliamente a su cliente, ya que la convivencia diaria con este y su propio entorno le ofrecía la información necesaria para abordar el proceso de diseño de las artesanías que deseaba producir (ergonomía de producto). La enseñanza de esta ergonomía carecía de escuelas y se transmitía a través de la relación artesano-aprendiz.

Los cambios de modo de producción de artesanal a manufactura, y de manufactura a maquinismo, enajenaron gradualmente el proceso de diseño y cambiaron las relaciones del productor con su entorno de trabajo y con su cliente. La ausencia de control sobre los factores de la producción, incluyendo los relativos al usuario, provocó la desnaturalización en ambas vertientes: las de la ergonomía industrial y la de la ergonomía de producto. Asimismo, la enseñanza de las formas de regulación del proceso productivo fue modificándose en la medida en que avanzaba la división social y técnica del trabajo (Figura 3).

Por tanto, y solo después del enorme daño a los operarios y consecuencias para la eficiencia de las industrias, los empresarios tuvieron que tomar medidas para el



Figura 3. Taller de artesanos egipcios. Biblioteca de Joyería Ybarra. www.raulybarra.com/museos/joyeria_egipcia/galeria1.htm

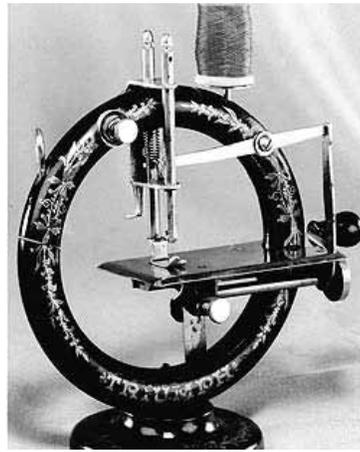
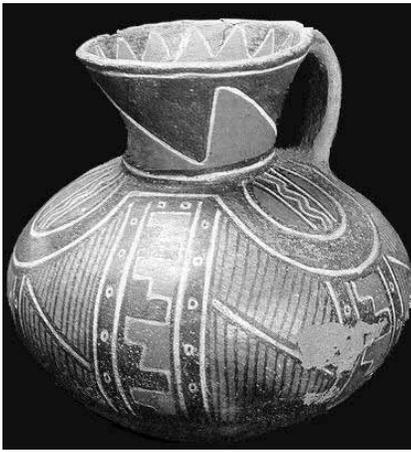


Figura 4. Vasija molle (Norte Chico-Chile). <http://ernesto51.wordpress.com/2010/10/10/domingo-refrescando/>

Figura 5. Máquinas de coser Escriche. www.coseramaquina.com/historia-maquina-coser/

mejoramiento de las condiciones de trabajo. Los estudios para el efecto condujeron en un principio a la aparición de la ergonomía industrial u ocupacional, lo cual llevó a la estructuración de la ergonomía y su enseñanza para garantizar la cobertura de la industria en crecimiento. Los especialistas en ergonomía (ingeniería humana) asesoraban a las empresas y capacitaban a sus futuros colegas en sus oficinas o despachos. No fue sino hasta la fundación de los institutos, colegios y universidades que estos contenidos empezaron a integrarse en los planes de estudio de los planteles educativos, inicialmente en los planes de formación en ingeniería (Figuras 4 y 5).

No obstante, en vista de que la consolidación de las escuelas sufrió un proceso muy inestable por motivos políticos y económicos, no pudo contarse con planes y programas homogéneos para las licenciaturas con interés en la ergonomía. Así, cada país, institución o área de conocimiento interesada, tenía distinto perfil en cuanto a contenidos, número de horas, ubicación y duración a lo largo de la currícula, valor de los créditos, etc., presentándose, entonces, un alto grado de heterogeneidad en el horizonte educativo. Esta situación prevalece hasta la fecha, aunque no con la misma intensidad. En México, las tendencias de la ergonomía, aunque han hecho escuela en áreas de influencia según distintos países de origen, han sido permeadas por la corriente norteamericana de corte productivista. Es decir, sobre la base del estudio del trabajo en función de tiempos y movimientos para fines de elevación de la productividad, donde los aspectos psicológicos, fisiológicos y socioculturales tienen muy poco peso.

Así, ante la enorme influencia de Estados Unidos, la visión industrial predomina en los centros de estudio del país.

PROBLEMAS EN LA ENSEÑANZA DE LA ERGONOMÍA

Debido a la ausencia de una formación sobre ergonomía que deriva de la visión parcial del diseño como una práctica profesional aislada, los diseñadores han dejado un vacío que han llenado paulatinamente los profesionistas ligados a las ciencias que estudian aspectos de la relación individuo-usuario-consumidor, estos, en lo general, vienen a ser psicólogos, biomecánicos, etnólogos, sociólogos, etcétera, quienes suelen impartir esta asignatura o temas estrechamente vinculados a ella en las escuelas de diseño, administración e ingeniería. Puede corroborarse esta tendencia al observar que en las universidades del mundo, la enseñanza de la ergonomía se encuentra anidada en facultades como Psicología, Ingeniería o Administración, entre otras.

Y dada esta circunstancia tampoco es de extrañar que existan serias dificultades para que alumnos, profesionales y maestros comprendan e integren los contenidos de estas ciencias al proceso de diseño. Usualmente estos limitados esfuerzos se topan con la Antropometría y ahí terminan. Por tanto, la vertiginosa carrera de la obsolescencia de las formas no da tiempo a retomar tan importante aspecto de la realidad del diseño, provocando solo una lluvia de objetos anti-ergonómicos. Los usuarios avanzados son los que saben mejor de esta realidad.

Luego, no sorprende que los profesores de *ergonomía* no compartan las mismas

concepciones acerca de lo que debe significar su objeto de estudio, ya que retoman diferentes aspectos que se ubican en distintos campos del conocimiento científico, y en ocasiones desconocen siquiera que existan diferentes tendencias. Algunos, por ejemplo, conciben a esta disciplina como una aplicación de la física al análisis del usuario, reduciéndola al aspecto antropométrico, cuando no, y con buena suerte, solo al aspecto biomecánico.³

Esta visión de la ergonomía tiene su origen en la tendencia productivista tayloriana proveniente de los Estados Unidos, la cual se interesa básicamente por la relación dimensional del operario y los medios de producción o del usuario y los objetos, centrándose únicamente en el estudio de los movimientos que se realizan con el fin de reducirlos al mínimo necesario, siempre con el fin de abreviar los tiempos de los procesos, elevar la productividad y disminuir los costos.

Con ello, no obstante, se dejan completamente de lado los aspectos psíquicos, cognitivos y socioculturales de la problemática ergonómica, que son campos que sí han sido desarrollados en mucho mayor medida por estudiosos europeos. El viejo enfoque, entonces, privilegia los aspectos técnicos y considera a la ergonomía como parte de la acepción mecánica del trabajo, identificándola como una especie de tecnología para la adecuación del hombre a la máquina. Pareciera, entonces, que el factor humano termina en su dimensión física, es

³ Experiencia propia en intercambio de opiniones con profesores de Diseño en la UAM, UNAM y otras universidades entre 2007 y 2012.

decir biológica-corporal. Dado lo anterior, no sorprende que se desconozca por completo que la ergonomía estudia muchas otras dimensiones del ser humano y, como consecuencia, los procesos de diseño no cuentan más que con datos técnicos para la elaboración de sus propuestas. Se repite así una práctica que ya demostró su insuficiencia desde el fracaso de la Ingeniería humana, y sobra decir que los productos diseñados de esta manera son ineficientes y portan riesgos de lesiones ergonómicas para los usuarios y operadores.

El desconocimiento de la ergonomía industrial, por tanto, lleva a eliminar de la perspectiva del diseñador el impacto que sus propuestas puedan generar en la línea de producción, pues echa mano solo de la ergonomía de producto (relación objeto-usuario), y lo anterior tampoco extraña si se sabe que la ergonomía de producto, que está más directamente relacionada con el diseño de objetos, es apenas conocida.

En sentido contrario, las últimas tendencias proponen que el diseñador industrial puede y debe considerar los aspectos ergonómicos de la línea de producción derivados de sus propuestas, coadyuvando así con la búsqueda de la calidad total en las empresas, toda vez que ello coopera con la disminución de costos al preferir procesos más simples y más rápidos que finalmente ofrecen idénticos resultados, pero procurando en el trayecto así también la disminución de lesiones a los operarios y consecuentemente que se logre la reducción de faltas, el ausentismo o bien demandas por accidentes de trabajo, etcétera.

Es un hecho que los diseñadores que desconocen los principios de la ergonomía industrial no se percatan de la importancia de las decisiones que toman desde su escritorio de trabajo. Por lo demás, la importancia de este punto rebasa los límites del entorno de trabajo de la fábrica y se proyecta a gran escala, pues su impacto afecta a la economía de los países, pasando en primer término por los bolsillos de los consumidores.

Este asunto es de tal importancia que ya se pueden encontrar especialistas que se encargan de la gestión del diseño, planeando y supervisando todos estos “pequeños” detalles, y los países poderosos del mundo se han dado cuenta de que esto no es un tema secundario. La ergonomía, junto con el dise-

ño industrial, está tomando el mando de las empresas, y las gerencias cuentan cada vez más con estos especialistas en sus equipos.

Sánchez Monroy (1984) indica que “Es importante señalar que *la ergonomía se aborda como una materia esencialmente teórica*, haciendo pensar que es un cúmulo de conocimientos que está ahí para su consulta y aplicación directa”. Tales ideas, por supuesto equivocadas, producen toda clase de frustraciones al diseñador interesado cuando acude en búsqueda de respuestas para un caso particular y lo que encuentra no le resuelve ningún problema más allá de la aportación del dato duro. Por otra parte, existe la creencia de que el profesor de ergonomía puede resolver cualquier problema porque conoce todo lo que hay que saber sobre la disciplina; lo anterior sin tomar en cuenta que la ergonomía es una especialidad basada en una práctica experimental la cual se apoya en el uso de simuladores e instrumental de registro y medición. De este modo, si no se piensa como una disciplina teórico-práctica, la ergonomía no puede aportarle al diseño toda la riqueza de información que puede generar. Redondeando esta idea, Julio César Margain y Compéan (2005) reitera que la ergonomía debe ser integral.

Al respecto, los problemas para la adquisición de los recursos teóricos y metodológicos ergonómicos se centran, en primer término, en las limitaciones que el interesado en el tema tiene para su comprensión y asimilación. Y es esto lo que puede explicar la preferencia por abordar los aspectos técnicos del problema sobre sus aspectos teóricos o psicosocioculturales, en la medida que nuestra formación de diseñadores implica, de base, una mentalidad práctica que se caracteriza por procesos formales (lógico-matemáticos) de pensamiento, pero que son insuficientes para la comprensión y asimilación de conceptos y teorías del ámbito de las ciencias sociales, en donde el manejo cualitativo tiene preferencia sobre el cuantitativo, lo cual, por supuesto, puede llegar a ser más complejo. Preferimos, pues, las ciencias exactas porque para nosotros son más fáciles.

Por otra parte, es necesario consignar la carencia o escasez del material bibliográfico sobre temas ergonómicos, frecuentemente constatada por profesores y alumnos, debido a lo cual la enseñanza se ve

seriamente limitada. Como agravante, los materiales existentes son extranjeros, por lo tanto muy caros, pero lo peor es que no están enfocados al diseño sino que en su mayoría abordan solo aspectos de la ergonomía industrial u ocupacional, y como ocurre con muchas de las lecturas que se publican en español.

Pero más allá de la mera “traducción” de otros idiomas, la transferencia de los principios ergonómicos de la vertiente industrial a la del producto, requiere mucha experiencia sobre la aplicación de tales principios a problemáticas reales. Esta labor debe ser apoyada por tecnología de simuladores, uso de instrumentación especializada, etc., y todo lo que logre la acumulación de material publicable para su difusión. No obstante, esto cuenta con el freno de las políticas del secreto industrial que las empresas ejercen para la protección de sus intereses. Aunado a lo anterior, la experimentación en instituciones como las universidades públicas es escasa y cuenta con muy poco presupuesto para investigación, por lo cual no representa, salvo en honrosas excepciones, una fuente de material bibliográfico o al menos el que hoy requieren los planes y programas de diseño industrial en México.

PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE LA ENSEÑANZA DE LA ERGONOMÍA

Como hemos venido defendiendo, consideramos que la enseñanza de la ergonomía debe ser integral (Camargo, 2009), para que de esa manera sea reflejo de la complejidad del ser humano, el cual se compone de múltiples elementos y aspectos que pueden abordarse para su estudio, pero no se desintegra en partes. Por ello, esta disciplina debe plantearse como una herramienta metodológica para la aproximación al estudio del usuario.

Debido a que comúnmente se aborda desde el terreno de la física, la ergonomía frecuentemente se confunde con los aspectos más obvios de su campo de estudio, a saber, la antropometría y la biomecánica. Por ello es importante insertar también en los programas de enseñanza de la materia contenidos más específicos, menos evidentes y más complejos, tales como: ergonomía psicológica, ergonomía cognitiva o ergonomía sociocultural, entre otros (Figura 6).

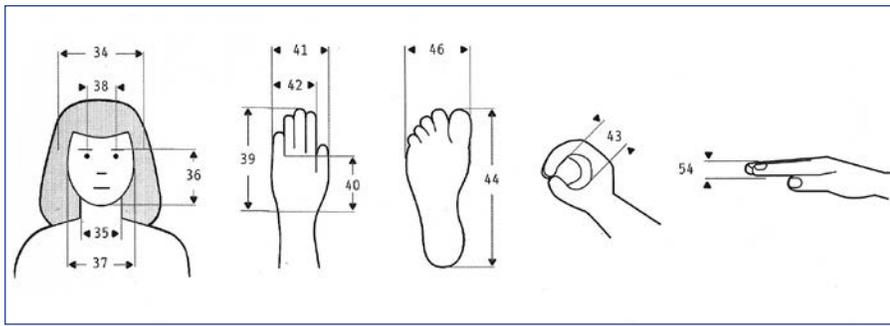


Figura 6. Dimensiones antropométricas. Tomado de Rosalío Ávila Chaurand. Universidad de Guadalajara. CUAAD. México, 2007, 2a. ed., p. 97.

El hecho de considerar a la ergonomía como una disciplina pone de relieve su interacción múltiple y simultánea con las ciencias en las que se apoya. Esto significa que la complejidad del análisis ergonómico requiere o presupone un nivel de complejidad mayor, en el cual participan distintas disciplinas y por ello debe concebirse a la ergonomía, al igual que al diseño, como una materia interdisciplinaria.

Definitivamente, como se ha comentado, la ergonomía no es una disciplina esencialmente teórica sino más bien experimental, y que basa sus avances en las investigaciones realizadas. Eso significa que la práctica con simuladores, solo por poner un ejemplo, representa una de sus herramientas primordiales para su aplicación. En el terreno de la enseñanza debe considerarse esto muy en serio y fortalecer la realización de ejercicios experimentales invariablemente unidos a la revisión de los contenidos teóricos.

Para algunos diseñadores, la científización del proceso de diseño se logra siguiendo el esquema clásico del proceso de investigación planteando el proyecto de diseño como "la hipótesis" del proceso científico. Como consecuencia, la fabricación de los prototipos, y aún más la producción en serie, se ofrecen como la comprobación de las hipótesis.

No obstante, en este esfuerzo por científizar al diseño se cometen crasos errores metodológicos, ya que en el ánimo de forzar el proceso de diseño, se simplifica el método científico y en contraparte el proceso de diseño, lo cual da como resultado solo un amasijo empírico pragmático, más lo segundo que lo primero, pero invariablemente amorfo; vívido ejemplo prosaico.

Quiero señalar, además, que por supuesto valdría la pena ir incluyendo contenidos de ergonomía a lo largo del programa

académico de las carreras de diseño, ya que de ningún modo resultan un conocimiento inútil, sino que forman parte esencial y deberían ubicarse en el centro de la práctica profesional del diseñador industrial.

Por tanto, debe considerarse un acierto la inclusión de la ergonomía como materia básica del diseño en todos los niveles de programas de licenciatura de todas las escuelas de diseño mexicanas, al estilo del Taller de Diseño que en universidades como la UAM-Xochimilco es un componente presente en los programas modulares de todos los trimestres hasta el fin de los estudios. Para justificar tal propuesta pregunto, ¿hay alguna parte de la ergonomía que no tenga que ver con el diseño o que no le sea útil?

Para estos efectos, en un primer momento es importante dar cursos de ergonomía a los profesores que están o estarían a cargo de la materia, lo mismo que los profesores del Taller de Diseño y los de otras materias que requieren capacitación en este rubro. Consignemos al respecto, que no es de extrañar que las asesorías prestadas a los alumnos sobre su proyecto de diseño se vuelvan trabajo estéril entre sesión y sesión debido a la desaprobación, por parte del profesor encargado del proyecto, de la inclusión de modificaciones que responden a la aplicación de conocimiento y metodologías ergonómicas. Luego, entonces, capacitando a los profesores de todas las materias en los contenidos ergonómicos tendremos un eje temático común.

También es importante enfocar los esfuerzos de las escuelas de diseño en la aplicación de la ergonomía hacia el exterior. En cuanto a ello, la determinación de políticas de estudio de problemáticas reales ofrece varias ventajas. Entre otras, podemos señalar la selección de líneas troncales de investigación derivadas del análisis de las problemáticas de la realidad nacional, la

relación y cooperación con las empresas productivas, y la definición de los alcances del diseño alrededor de los programas académicos. Con ello podremos lograr un grado de efectividad que nos permita avanzar en la construcción de alternativas reales para la sociedad y en la incorporación de casos reales en la dinámica escolar, obteniendo los componentes más importantes para obtener una educación problematizada e interdisciplinaria. Tendremos además un ejercicio del presupuesto más eficiente y una educación más objetiva.

En cuanto a la urgente necesidad de generar material bibliográfico para la consulta de temas relacionados con la enseñanza de la ergonomía, la traducción de los textos extranjeros puede aliviar momentáneamente la presión sobre este punto; sin embargo, esto requiere una buena selección de las fuentes bibliográficas. No obstante, tal medida no debe suplir la generación de material en idioma español, como tampoco debe perderse de vista la necesidad de recopilar, traducir y sobretodo generar material bibliográfico sobre ergonomía enfocada al diseño. Por fortuna, esta urgencia está siendo abordada por algunas personas y empresas relacionadas con el diseño.

Por último, es importante establecer y mantener canales de comunicación entre las escuelas de diseño de todo el país con el propósito de coordinar esfuerzos y realizar congresos, cursos de actualización, y por supuesto difundir permanentemente los nuevos acontecimientos y conocimientos incluyendo los del campo ergonómico. Como ejemplo puedo citar la idea de crear una Asociación Nacional de Profesores de Ergonomía (o incluso alguna más específica que determine campos específicos como el diseño, la administración o la ingeniería). Tal organización podría funcionar también para vincular a las escuelas

con la industria, es decir, para obtener los mencionados casos reales y propiciar la participación de los alumnos en empresas relacionadas con su disciplina.

PANORAMA DE LA ERGONOMÍA EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Recientemente (en 2010) realicé una investigación acerca de la enseñanza de la ergonomía en instituciones de Educación Superior en México. Una vez habiendo revisado las licenciaturas y los cursos que se imparten en sus planes de estudio, detecté que solo tres planes y programas (los de las carreras de Ingeniería Industrial, Administración y Diseño Industrial) cuentan de manera significativa con contenidos de ergonomía. La información se obtuvo vía entrevistas telefónicas, sitios web y correos electrónicos. Consulté las principales instituciones en el país, sumando un total de 50, sin contar los diferentes campus.

De esta manera, las instituciones que destacan por contar con cursos de Ergonomía en sus planes y programas de estudio son las siguientes (en mero orden alfabético):

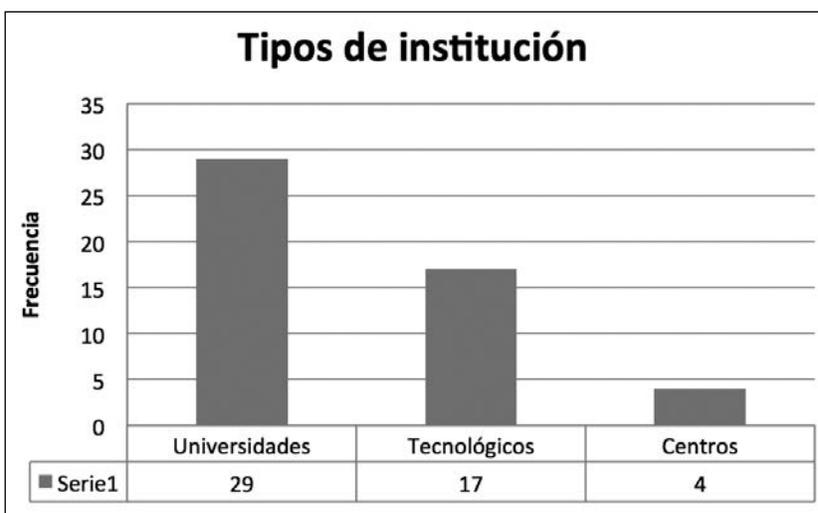
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Diseño, Cine y Televisión, Centro de Estudios Superiores de Diseño de Monterrey, CETYS Universidad, Centro de Estudios Universitarios, Escuela de Diseño del Instituto Nacional de Bellas Artes, Instituto Politécnico Nacional, Instituto Superior de Arquitectura y Diseño de Chihuahua, Instituto Tecnológico Autónomo de México, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Instituto Tecnológico de Celaya, Instituto Tecnológico de Chihuahua, Instituto Tecnológico de Colima, Instituto Tecnológico de Monterrey, Instituto Tecnológico de Morelia, Instituto Tecnológico de Pachuca, Instituto Tecnológico de Puebla, Instituto Tecnológico de Querétaro, Instituto Tecnológico de Saltillo, Instituto Tecnológico de Sonora, Instituto Tecnológico de Tijuana, Instituto Tecnológico Superior de Cananea, ITESO Guadalajara, Universidad Anáhuac, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Universidad Autónoma de Guadalajara, Universidad Autónoma de Nuevo León, Universidad Autónoma de Querétaro, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Autónoma de Yuca-

tán, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Americana del Noreste, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Casa Blanca Campus Sinaloa, Universidad Cristóbal Colón, Universidad Cuauhtémoc, Universidad de Colima, Universidad de Guadalajara, Universidad de Monterrey, Universidad del Noreste, Universidad del Norte, Universidad del Valle de México, Universidad Iberoamericana, Universidad Modelo, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Panamericana y Universidad Xochicalco

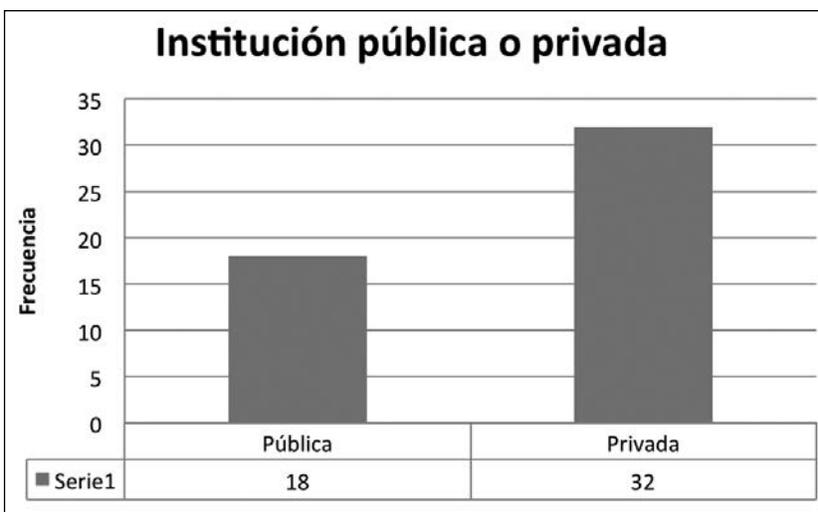
Como se observará, incluyen un total de 50 instituciones, de las cuales 29 son universidades, 17 institutos tecnológicos y 4 centros de estudio (Gráfica 1). De estas, de acuerdo con su carácter, 18 son públicas y 32 privadas (Gráfica 2).

Por entre todas las instituciones se detectaron 122 planes que incluyen cursos de ergonomía en su currícula. La distribución se da como sigue: Total de planes de estudio: 122. Universitarios: 82 (2.82 planes por universidad), tecnológicos: 34 (2 planes por tecnológico), en centros: 6 (1.5 planes por centro) (ver Gráficas 1 y 3). De estos 122 planes de estudio, 47 son de públicas (2.61 planes promedio) y 75 privadas (2.32 planes promedio) (Gráficas 1 y 4).

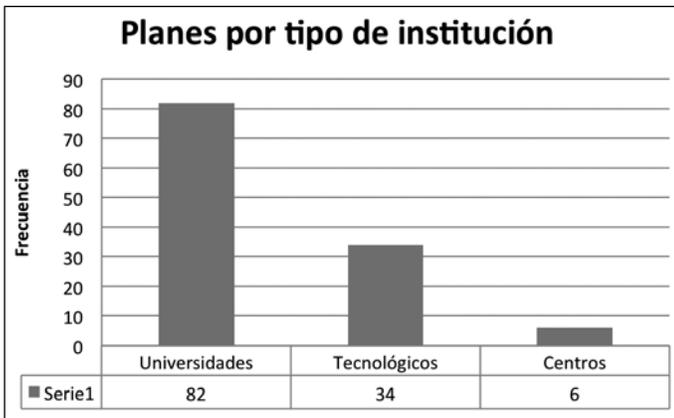
Los planes de estudio detectados y tomados en cuenta para este estudio son Administración de Empresas y similares, Diseño Industrial y similares e Ingeniería Industrial y similares. La distribución según el carácter público o privado indica: Administración 16 y 26, Diseño Industrial 17 y 23, e Ingeniería 14 y 26 respectivamente (Gráfica 5).



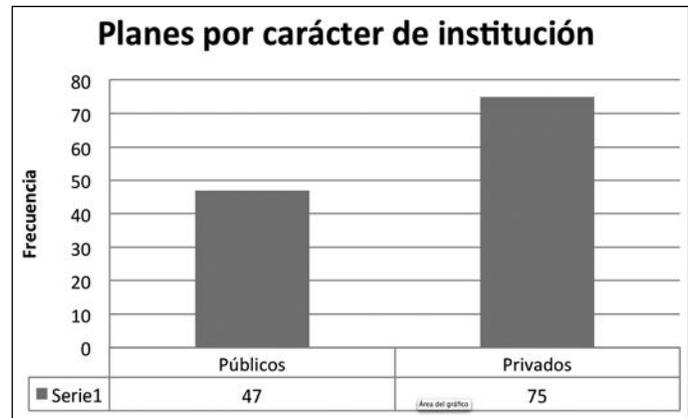
Gráfica 1. Tipos de institución educativa estudiada.



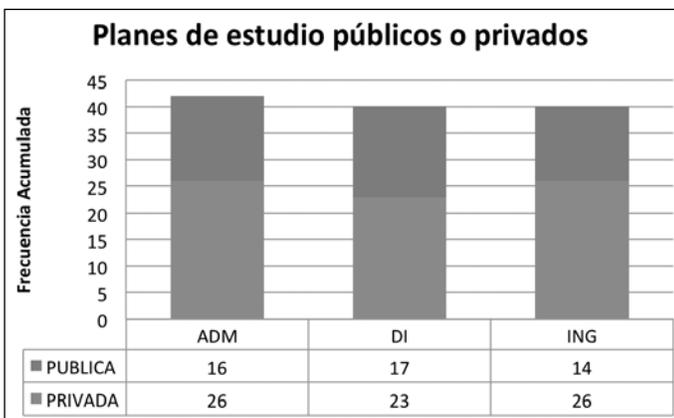
Gráfica 2. Tipo de institución por su carácter público o privado.



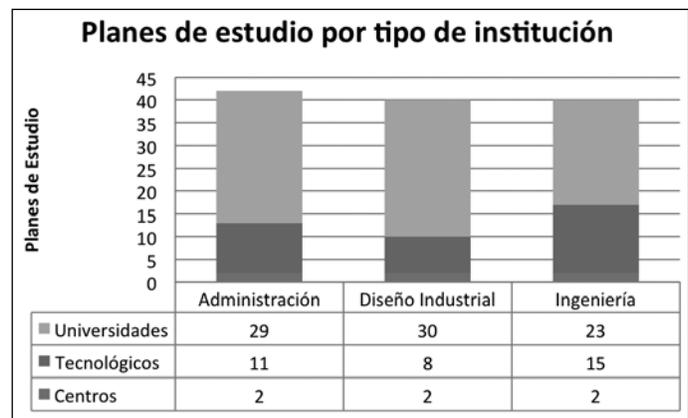
Gráfica 3. Distribución de los planes de estudio de acuerdo con el tipo de institución.



Gráfica 4. Planes de estudio según el carácter de la institución.



Gráfica 5. Distribución de los planes de estudio según el carácter de la institución.



Gráfica 6. Distribución de los planes de estudio según el tipo de institución.

La mayor parte de los planes de estudio son impartidos en universidades (82 a 67.2%), siguiendo en orden descendente los tecnológicos (34 a 27.9%) y los centros de estudio (6 a 4.9%). La distribución por planes de estudio por tipo de institución se detalla en la Gráfica 6.

En cuanto a número de cursos de ergonomía en la currícula de los planes de estudios de estas últimas carreras, se contabilizaron desde 0 hasta 7 cursos por plan (Gráfica 7). La mayoría de los planes (39) contaban con 2 cursos, 29 con 1, y solo el resto (33) con 3 o más. El total de cursos de ergonomía en todos los planes de estudio fue de 224, arrojando un índice de 1.836 por plan (Gráfica 7).

La distribución de los cursos por plan de estudios quedó contabilizada en 116 para Ingeniería, 60 para Diseño Industrial, y 48 para Administración. Nótese, por otra parte, que únicamente en 3 planes de Diseño In-

dustrial el número de cursos de ergonomía arroja cero como resultado (Gráfica 8).

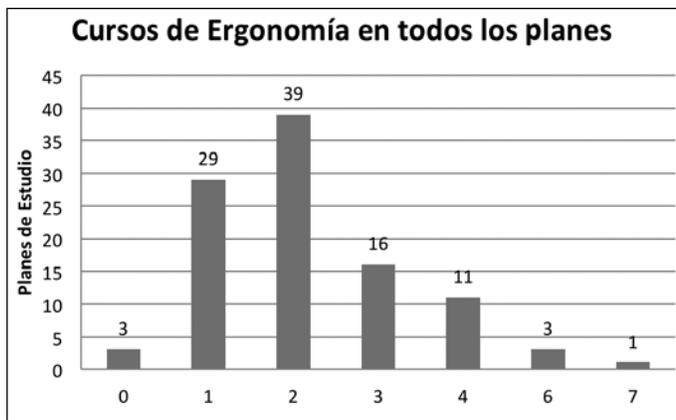
Los créditos que los planes de estudio otorgan a los cursos de ergonomía van de 1.3% (3/228) a 10.6% (62/585), de acuerdo con los mínimos de 228 y 3, y los máximos de 585 y 62 respectivamente. De esta manera, un análisis de Correlación de Pearson, unilateral, entre los créditos totales del plan de estudios y los créditos de Ergonomía con N de 66 y 57 respectivamente, reporta un índice de 0.220, resultado que según la escala de interpretación resulta como "correlación positiva baja (0.2 a 0.39)", apenas por encima del estrato "correlación positiva muy baja (0.01 a 0.19)".⁴

El inicio de la impartición de los contenidos de ergonomía se ubica con mayor fuerza en el Tercer semestre del plan de estudios, seguido por el Quinto semestre, el Cuarto y el Segundo (Gráfica 9). La terminación de

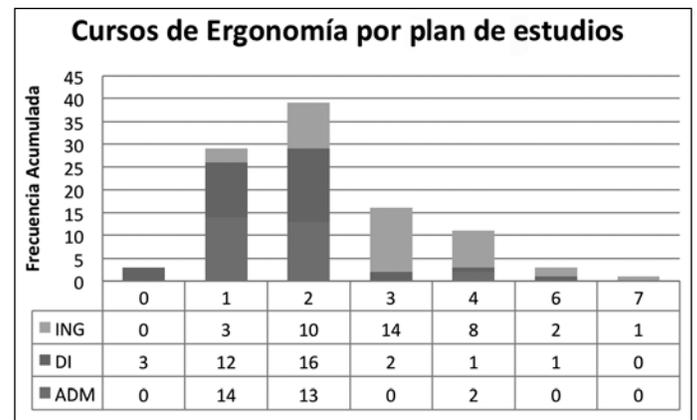
los cursos se concentra del Cuarto al Sexto, repuntando en el Octavo (Gráfica 10).

Por otra parte, el inicio de los cursos de ergonomía por planes de estudio se da en primer lugar en la licenciatura de Administración (con mayor énfasis en Segundo y Tercer semestres), mientras que en la de Diseño Industrial e Ingeniería ocurre en los semestres Tercero y Quinto (Gráfica 11). La terminación de los cursos en las mismas licenciaturas se da con mayor frecuencia en los semestres Cuarto y Quinto, Sexto y Octavo, respectivamente (Gráfica 12).

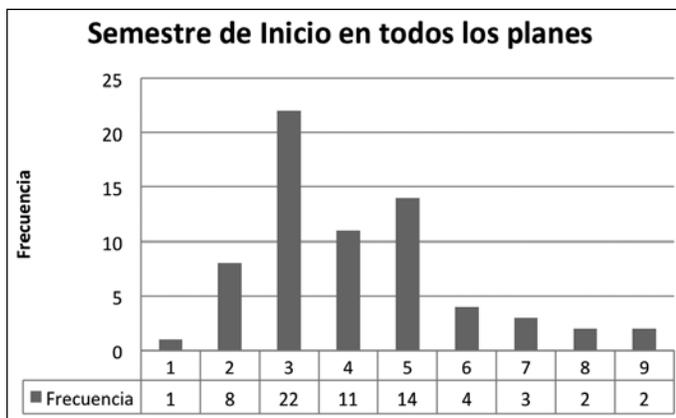
⁴ Ver la escala de valores para la interpretación de la correlación de Pearson en *Estadística aplicada a la investigación*. Anthony Ramos. Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda. Caracas, Venezuela, 2008. También en Osiris Castejón Sandoval, "Análisis de correlación simple, múltiple, parcial", en el capítulo VIII de *Diseño y análisis de experimentos con Statistix*, Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. 2011.



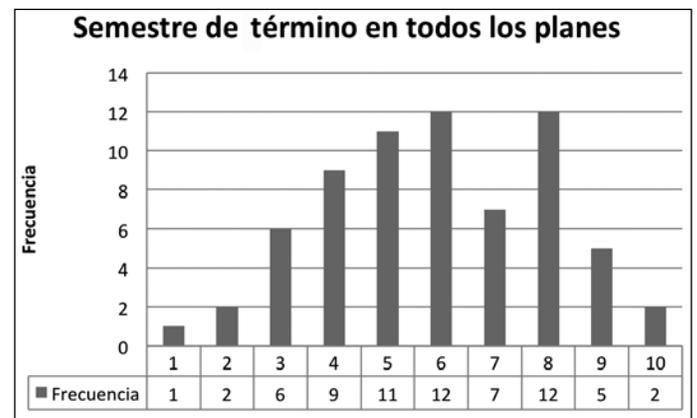
Gráfica 7. Número de cursos de Ergonomía en todos los planes de estudio.



Gráfica 8. Número de cursos de Ergonomía por plan de estudios.



Gráfica 9. Semestre de inicio de cursos de Ergonomía en todos los planes de estudio.



Gráfica 10. Semestre de término de cursos de Ergonomía en todos los planes de estudio.

La obligatoriedad de los cursos de ergonomía ocurre mayormente en los Planes que contienen 1 y 2 cursos, disminuyendo proporcionalmente cuando la cantidad de cursos aumenta (Gráfica 13).

Los cursos de ergonomía son optativos con mayor frecuencia cuando el plan de estudio contiene un solo curso (Gráfica 14).

La obligatoriedad de los cursos por plan de estudios ocurre en Administración con un curso, Diseño Industrial con 1 o 2 cursos, e Ingeniería con 2 y hasta 3 cursos (Gráfica 15). Por plan de estudios son generalmente opcionales, mayormente en planes con un solo curso, disminuyendo ello en planes con 2 y 3 cursos (Gráfica 16).

CONCLUSIONES

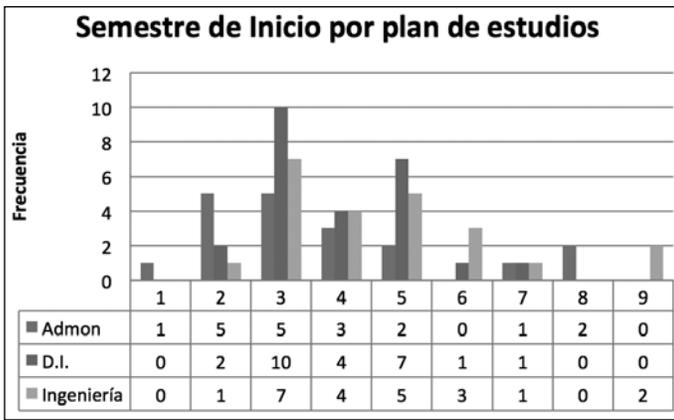
Es un hecho que la Ergonomía como materia no está presente en las escuelas de diseño industrial, al nivel de su importancia, debido a múltiples factores. En algunos

casos no se ofrece la materia (Gráfica 8), o bien profesores de otros talleres se hacen cargo de los contenidos.⁴ Los factores determinantes incluyen condicionantes económicas, sociales, políticas y de naturaleza técnica y cultural, todo lo cual da como resultado que, en general, exista una baja presencia de la ergonomía en las escuelas relacionadas con el tema: aparece en menor grado en Administración, avanza un tanto en Diseño Industrial y solo destaca su inclusión en Ingeniería.

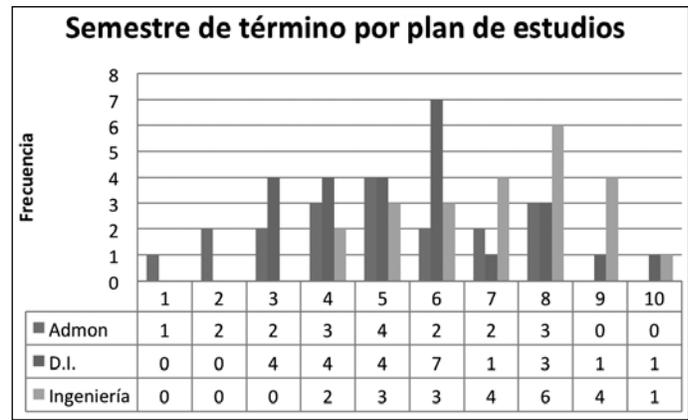
El desconocimiento de la importancia de la ergonomía se refleja incluso en la ausencia de cursos (cero en Diseño Industrial en tres casos registrados en la Gráfica 8), o bien en su programación insuficiente, entre otras cosas debido ello a la falta de maestros en la materia a nivel nacional. También se observa en el hecho de que se ofrezca solo como materia optativa en algunos planes (sumando un total de 38 de los 224

con un porcentaje de 16.96%, mismo que habría que restar de algunos resultados calculados más arriba), lo cual hace evidente la crisis sobre la necesaria formación en esta materia de los futuros profesionales en las disciplinas mencionadas.

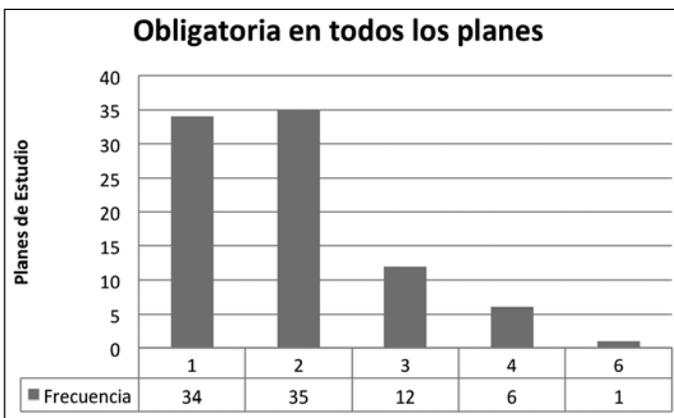
Las licenciaturas en Administración no alcanzan al Diseño Industrial en número de cursos de ergonomía (48 a 60), a la inversa de los créditos (240 a 149). La Ingeniería, por otra parte, rebasa en cantidad de cursos (116 a 60) y créditos (493 a 149) al Diseño Industrial; sin embargo, su enfoque es distinto y la tendencia del Diseño Industrial es a equipararse en cursos y créditos con Ingeniería a mediano plazo (lo cual es destacable si se considera que la Ingeniería tiene más antigüedad, debido a la relación que guarda con la ergonomía industrial desde sus orígenes a finales del siglo XVIII. En cambio, la ergonomía de producto, inherente al diseño industrial, tiene sus orígenes apenas



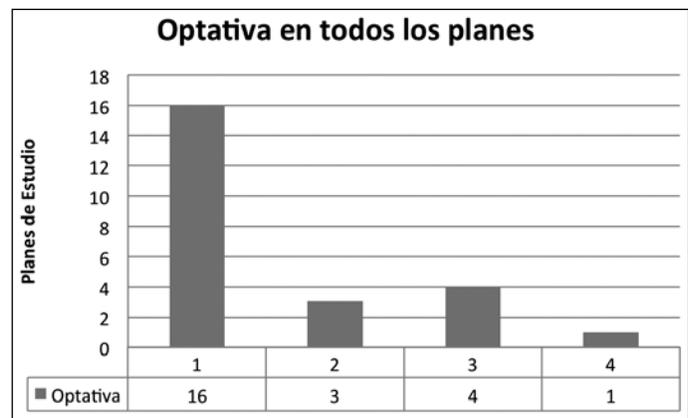
Gráfica 11. Semestre de inicio de cursos de Ergonomía por plan de estudios.



Gráfica 12. Semestre de término de cursos de Ergonomía por plan de estudios.



Gráfica 13. Ergonomía como materia obligatoria en todos los planes de estudio.



Gráfica 14. Ergonomía como materia optativa en todos los planes de estudio.

a principios del siglo xx en países industrializados, y posteriormente en México).

Aún así y con toda la aportación cuantitativamente destacada de la Ingeniería, el promedio de cursos de ergonomía por plan de estudios es de solo 1.836 (224 cursos/122 planes). Por otro lado, el promedio de cursos de ergonomía por todos los cursos de todos los planes es de 3.5668% (224 cursos de ergonomía/ 6280 total de cursos)

Las problemáticas de la enseñanza de esta disciplina son las esperadas para una vertiente nueva que está luchando a contracorriente para ir definiendo sus propias interpretaciones sobre la materia, en un campo diferente al de la productividad aunque sin desligarse de este. No obstante, la creación de conceptos, la reinterpretación de los preexistentes ajustándolos a la realidad propia del diseño, el descubrimiento de nuevas técnicas y metodologías para el estudio del usuario, las limitaciones

pedagógicas propias de quien enseña y muchos otros factores están siendo superados con base en un gran esfuerzo por parte de los que pensamos que la ergonomía es factor clave para el futuro del diseño y de la economía del país.

Las nuevas estrategias de las empresas (especialmente las privadas) para su supervivencia en los mercados abren la puerta a la ergonomía y al diseño industrial como herramientas fundamentales en el logro de la tan buscada calidad total y la preferencia de los consumidores. Tales estrategias están presentes cada vez más incluso en países dependientes como el nuestro y esto nos debe esperar con respecto al futuro de la enseñanza de la ergonomía, pues seguramente lograremos retomar de nuestro alrededor los contenidos y conceptos propios de nuestra realidad e idiosincrasia.

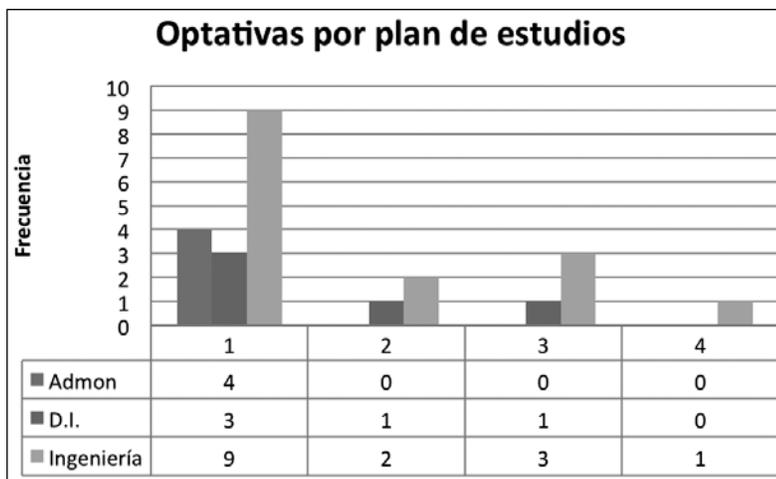
La transmisión del conocimiento y de la metodología ergonómica estará a la altura

de las necesidades de nuestro desarrollo, solo en la medida de su relación directa con la solución de los problemas del trabajo y del uso de los objetos. Pero tal fin requiere del aumento de cursos y créditos sobre los contenidos ergonómicos en todas las carreras con el fin de abordar todos los campos de la asignatura, tales como ergonomía de la posición y del esfuerzo (antropometrías y biomecánica), o bien ergonomía cognitiva, psicológica, social, etcétera. Es necesario elevar ese promedio de 1.836 cursos de ergonomía por plan de estudios obtenido en el año 2010, al mismo tiempo que aumentar el porcentaje de créditos para la ergonomía por encima del actual 3.3676% del total de créditos de todos los planes (26898/666).

Por otra parte, es imprescindible estructurar los planes y programas de las licenciaturas de Diseño Industrial (y demás diseños) con una visión integradora desde la perspectiva del usuario, lo cual implica, ineludible-



Gráfica 15. Ergonomía como materia obligatoria por plan de estudios.



Gráfica 16. Ergonomía como materia optativa por plan de estudios.

mente, poner a la ergonomía en el centro del proceso de diseño. Asimismo, la inclusión de sus contenidos a lo largo de los programas fortalecerá la vinculación del diseñador con el usuario, de la escuela con la industria y del alumno con la realidad del país.

Es necesario también homologar los cursos de ergonomía en todas las escuelas de diseño para garantizar un nivel homogéneo de sus contenidos en los egresados, quienes contarán así con los recursos necesarios para incidir en la realidad de la industria y del mercado. Además se requiere la coordinación de los esfuerzos a través de una organización nacional que vele por el buen nivel de la ergonomía en las escuelas. Para todos estos efectos, debemos estar en contacto y preparados para los cambios que tendrán lugar.

REFERENCIAS

Camargo Cea, Norberto Enrique (2008). "El usuario como centro del proceso de diseño,

Consideraciones metodológicas", en *Diseño en Síntesis*, núms. 40-41, Segunda Época, Otoño 2008-Primavera 2009.

Cárcamo Solís, Ernesto Samuel (1984). "Tendencias regionales de la ergonomía", en VVAA (compilación) *La enseñanza de la ergonomía en México, relación entre ergonomía y diseño gráfico e industrial (I)*. México: UNAM, Posgrado en Diseño Industrial.

Ivens de Fontoura (1984). "La enseñanza de la ergonomía en las escuelas de América Latina", en VVAA (compilación) *La enseñanza de la ergonomía en México, relación entre ergonomía y diseño gráfico e industrial (I)*. México: UNAM, Posgrado en Diseño Industrial.

Jastrzebowski, Wojciech B. (1857). "Esbozo de la Ergonomía o ciencia del trabajo basada en las verdades tomadas de la naturaleza". *Revista Naturaleza e Industria (Varsovia)*, núms. 29 y 30.

Margáin y Compéan, Julio César (2005). "El Sistema Nacional e-México: un sistema de participación digital hacia la sociedad de la información y el conocimiento", en Islas O, y Benassini, C. (coords.). *Internet, columna vertebral de la sociedad de la información*. México: Porrúa.

Sánchez Monroy, David (1984). "Crítica a la materia de Ergonomía (factores humanos) de la carrera de Diseño Industrial", en VVAA (compilación) *La enseñanza de la ergonomía en México, relación entre ergonomía y diseño gráfico e industrial (I)*. México: UNAM, Posgrado en Diseño Industrial.