

ÁNGEL CORREA TORRES

FACTORES HUMANOS Y  
ERGONOMÍA COGNITIVA

Granada, 2021

COLECCIÓN MANUALES MAJOR  
Ciencias de la Salud

© ÁNGEL CORREA TORRES.  
© UNIVERSIDAD DE GRANADA.  
ISBN: 978-84-338-6792-6.  
Depósito legal: GR./106-2021.  
Edita: Editorial Universidad de Granada.  
Campus Universitario de Cartuja. Granada.  
Telf.: 958 243930-958 246220 ♦ editorial.ugr.es  
Maquetación: CMD Granada.  
Ilustración de cubierta: David Correa Ortega.  
Diseño de cubierta: Tadigra.  
Imprime: Gráficas La Madraza, S.L. Albolote. Granada.  
*Printed in Spain* *Impreso en España*

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

*A mis alumnos*



# Índice de contenidos

TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA COGNITIVA . . . . .	13
TEMA 2. EL DISEÑO DESDE LA ERGONOMÍA COGNITIVA . . . . .	33
TEMA 3. CARGA DE TRABAJO MENTAL. . . . .	57
TEMA 4. VIGILANCIA Y FATIGA MENTAL.. . . .	75
TEMA 5. INTERACCIÓN HUMANO-MÁQUINA . . . . .	87
TEMA 6. CRONOERGONOMÍA Y TRABAJO POR TURNOS... . . . .	101
ANEXO I. EXÁMENES PARA AUTOEVALUACIÓN.. . . .	121
ANEXO II. VÍDEOS SOBRE ERGONOMÍA COGNITIVA . . . . .	131



El desarrollo tecnológico ha propiciado nuevas formas de interactuar con otras personas y con los modernos dispositivos. Además, la demanda laboral de dedicación ininterrumpida en los procesos de fabricación industrial, y en los servicios sanitarios y de protección ciudadana en nuestra sociedad 24/7, suponen un cambio drástico en las organizaciones hacia modelos de horarios basados en el trabajo por turnos.

Estos cambios implican nuevos desafíos para la sociedad actual. La automatización de procesos en ingeniería y las nuevas herramientas tecnológicas han cambiado la naturaleza de los trabajos, aliviando el esfuerzo físico a cambio de un mayor esfuerzo mental. Los análisis de accidentes en la aviación y en las centrales nucleares han destacado el papel del factor humano y sus limitaciones psicológicas y cognitivas como un elemento esencial que debe considerarse en el diseño de artefactos, tareas, técnicas de comunicación, así como en las políticas de prevención de riesgos y promoción de la seguridad. Las enfermedades asociadas al sistema de trabajo por turnos, especialmente cuando implica horario de noche, ponen de manifiesto la necesidad de incluir los ritmos circadianos (el ciclo natural de sueño-vigilia) como un aspecto clave en una organización saludable del trabajo.

Este libro pretende aportar a los estudiantes de las ciencias del comportamiento y de ingeniería un conocimiento científico actualizado sobre factores humanos y ergonomía cognitiva, que oriente el diseño de tecnologías y sistemas con los que interactúan los humanos. Los diseños centrados en la psicología de los usuarios, que tienen en cuenta fenómenos cognitivos básicos como la carga de trabajo mental, la fatiga mental y la somnolencia, buscan afrontar los problemas actuales de nuestra sociedad asociados al desarrollo de nuevas tecnologías.

Granada, 23 de julio de 2020.

*Ángel Correa Torres*  
Profesor titular de Ergonomía Cognitiva  
y Neuroergonomía





# Tema 1

## Introducción a la ergonomía cognitiva

### Sumario

1. DEFINICIÓN DE ERGONOMÍA COGNITIVA
2. MÉTODOS DE LA ERGONOMÍA COGNITIVA
3. APLICACIONES DE LA ERGONOMÍA COGNITIVA
4. FORMACIÓN Y PERFILES PROFESIONALES EN ERGONOMÍA COGNITIVA
5. EJERCICIOS DE ESTUDIO
6. REFERENCIAS

### Palabras clave

Asociación Internacional de Ergonomía (AIE: *International Ergonomics Association - IEA*); Consejo de Certificación de Ergónomos Profesionales (*Board of Certification in Professional Ergonomics, BCPE*); Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos; ergonomía cognitiva; ergonomía física; ergonomía organizacional; Ergónomo Europeo; estudios de campo; Experto en Ergonomía (*Certified Professional Ergonomist*); Experto en Factores Humanos (*Certified Human Factors Professional*); Experto en Experiencia del Usuario (*Certified User Experience Professional*); fenómeno cognitivo; Instituto Privado de Ergonomía y Factores Humanos (CIEHF: *Chartered Insititute of Ergonomics & Human Factors*); medidas conductuales; medidas fisiológicas; medidas subjetivas; método etnográfico; método experimental; método neuroergonómico; método de simulación; operacionalización; portales de empleabilidad; prácticas en empresas; Psicólogo experto en psicología aeronáutica; Psicólogo experto en psicología del tráfico y la seguridad; red de contactos; Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía (HFES: *Human Factors and Ergonomics Society*); web personal profesional.



## 1. DEFINICIÓN DE ERGONOMÍA COGNITIVA

Según la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía (HFES, del inglés *Human Factors and Ergonomics Society*), la *ergonomía y factores humanos* es una disciplina que aplica el conocimiento de las habilidades y limitaciones humanas para el diseño de sistemas, organizaciones, máquinas, herramientas y productos de consumo para un uso seguro, eficiente y cómodo.

Ergonomía y factores humanos son términos que actualmente se utilizan como sinónimos, o también conjuntamente (HF/E, de *human factors/ergonomics*). La Asociación Internacional de Ergonomía (AIE, en inglés: *International Ergonomics Association - IEA*) define la ergonomía (y los factores humanos) como la **disciplina** científica que estudia las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema, y la **profesión** que aplica teorías, principios, datos y métodos al diseño para optimizar el bienestar humano y el funcionamiento global de un sistema (IEA, 2000). Actualmente, la ergonomía sigue una aproximación holística donde el sistema es el referente fundamental para el diseño y la evaluación de tareas, trabajos, productos, ambientes y tecnologías. Para ello, la ergonomía analiza tanto los factores físicos, cognitivos, sociotécnicos, organizacionales y ambientales, como las **interacciones** entre humanos, y las interacciones del humano con el ambiente, las herramientas, los productos y la tecnología (Bridger, 2017). No obstante, es posible distinguir tres grandes áreas de especialización en el desarrollo de la profesión: ergonomía física, cognitiva y organizacional.

La **ergonomía física** considera factores físicos como la anatomía y la fisiología humana, la antropometría y la biomecánica para el diseño de herramientas y equipos donde se desarrolla una actividad física.

La **ergonomía organizacional** se centra en los aspectos globales de los sistemas y organizaciones, como los procesos sociales de participación y cooperación entre humanos y sistemas socio-técnicos.

La **ergonomía cognitiva** se encarga del estudio de los procesos mentales (percepción, memoria, razonamiento, respuestas motoras, entre otros) implicados en la

interacción entre las personas y los demás elementos de un sistema, fundamentalmente en el ámbito laboral. Dentro de sus contenidos destacan aspectos como carga mental, toma de decisiones, ejecución experta, interacción humano-máquina, fiabilidad humana, estrés laboral y formación, comunicación y trabajo en equipo. Su objetivo es diseñar tecnología y entornos de aprendizaje en el contexto de una organización (Cañas, 2004).

## 2. MÉTODOS DE LA ERGONOMÍA COGNITIVA

Uno de los desafíos metodológicos para la ergonomía cognitiva consiste en adaptar los procedimientos de investigación de laboratorio a unas condiciones más ecológicas, donde el comportamiento del individuo se desenvuelve en contextos reales y, por tanto, más complejos. El foco se centra en analizar cómo el individuo interactúa con un producto, con otros individuos, con un servicio o sistema en un ambiente laboral o de ocio.

Cañas (2004) distingue cuatro métodos que se utilizan en ergonomía cognitiva para comprender y describir los sistemas de trabajo: etnográfico, estudios de campo, experimentos y simulaciones. En el **método etnográfico** el ergónomo se introduce en la situación de interés de una forma *discreta*, tratando de no alterar ni intervenir en la misma, para realizar una observación cualitativa y no guiada por teorías ni hipótesis previas. Este método permite detectar aspectos implícitos que los individuos no pueden verbalizar mediante entrevistas o cuestionarios. Dichos aspectos generalmente se refieren al conocimiento implícito que tienen los usuarios y operarios sobre cómo realizar una tarea. Por ejemplo, montar en bicicleta es una actividad sencilla de ejecutar, pero difícil de explicar en pasos concretos. Esto es así porque la memoria procedimental (o motora), encargada de programar y efectuar una acción, usa códigos (o representaciones) diferentes a los de la memoria declarativa, encargada de verbalizar explícitamente dicha acción.

Cuando el ergónomo ya cuenta con unas hipótesis previas y se introduce (discretamente también) en el contexto investigado, entonces se habla de metodología de **estudios de campo**. Si además de tener hipótesis previas, el ergónomo altera el contexto observado, por ejemplo, manipulando una variable concreta, se habla de experimentos. En la **metodología experimental** se manipulan una serie de variables o factores que se consideran relevantes para un fenómeno (variables independientes), y se observa el efecto de dicha manipulación sobre otras variables (variables dependientes) para establecer relaciones de causa-efecto entre los factores manipulados y las variables medidas.

Por ejemplo, se puede estudiar el impacto sobre la atención visual durante la conducción de la modalidad sensorial de un sistema de navegación por GPS (Sistema de Posicionamiento Global, que proporciona información sobre la ruta a

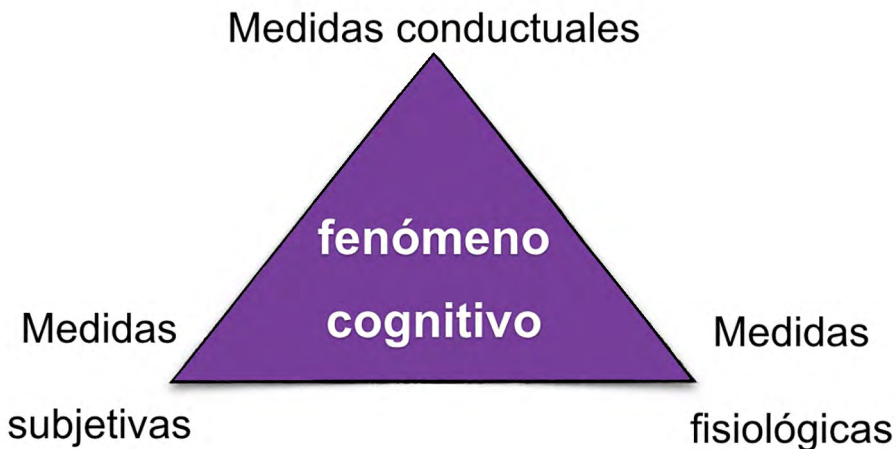
seguir). La *variable independiente* sería la modalidad sensorial por la que se presenta la información, que podría tener dos niveles: visual y auditiva. La *variable dependiente* sería la atención visual, que se podría medir en el laboratorio con una tarea de búsqueda visual, donde los participantes han de detectar un estímulo objetivo presentado entre varios distractores (ej., localizar una letra T de color rojo entre letras T de color verde y letras L de color rojo). La atención visual es un constructo psicológico que se puede **operacionalizar**, es decir, se pueden definir las operaciones efectuadas para cuantificarlo; por ejemplo, midiendo el tiempo de reacción y el número de errores que comete un sujeto en la detección del estímulo objetivo. Si tras un análisis estadístico observamos que los sujetos tardan significativamente más tiempo y cometen más errores cuando el GPS se comunica por vía visual que por vía auditiva, entonces podemos inferir que la modalidad sensorial de una información secundaria que se presenta simultáneamente mientras los sujetos realizan una tarea primaria (búsqueda visual) tiene un efecto causal sobre la atención visual. Esta información podría utilizarse para guiar el diseño ergonómico de la interfaz con la que los sujetos interactúan durante la conducción para usar el GPS.

No obstante, se puede argumentar que las condiciones de laboratorio no reflejan fielmente la complejidad de las situaciones reales donde se manifiestan las conductas. Es decir, la utilización de una tarea de búsqueda visual resultaría insuficiente para capturar la complejidad de los procesos de atención durante la conducción. Es más, en la tarea de conducción simultáneamente intervienen procesos cognitivos adicionales al de la atención visual (motivación, toma de decisiones, emociones) que difícilmente pueden ser fraccionados para estudiar dicha actividad compleja. Para minimizar estas limitaciones del método experimental, la ergonomía cognitiva utiliza los **métodos de simulación**. Gracias a los avances en tecnología y capacidad de computación es posible diseñar ambientes virtuales y tareas más complejas y cercanas a la realidad (con mayor validez ecológica) para estudiar cómo los usuarios realmente se comportan en tareas cotidianas.

Volviendo al ejemplo anterior, aparte de registrar objetivamente la conducta en términos de tiempos de reacción y errores de ejecución de una tarea, la atención visual puede medirse solicitando a los usuarios información subjetiva sobre cómo perciben su nivel de atención en las condiciones de GPS auditivo y visual. Sin lugar a dudas, los datos subjetivos necesariamente han de conformar la esencia de toda aproximación psicológica al estudio del individuo. No obstante, estos podrían no ser suficientes para caracterizar adecuadamente el fenómeno de la atención, pues se limitan a la experiencia consciente del individuo, quien carece de un conocimiento fiable sobre todos los contenidos de su vida mental. Así, la experiencia subjetiva puede divergir de una manifestación concreta en la conducta de las personas. Además, los niveles de atención podrían fluctuar dinámicamente a lo largo de la tarea, de manera que un registro puntual (por ejemplo, preguntar al final de la tarea) no detectaría dichas variaciones. En tal caso, la investigación podría com-

plementarse con medidas fisiológicas que aporten información continua, a tiempo real, acerca de índices corporales o cerebrales asociados con las variaciones del nivel de atención durante la realización de una actividad. Por ejemplo, se pueden registrar los movimientos oculares de las personas cuando conducen asistidas por un GPS auditivo o visual. El análisis de los patrones de movimientos oculares (dónde miran y por cuánto tiempo) nos permitiría conocer cómo atienden los sujetos a la escena visual en función de la modalidad sensorial del sistema de navegación.

Por tanto, en los métodos de investigación psicológica en ergonomía cognitiva podemos diferenciar entre **medidas subjetivas** (basadas en autoinformes, cuestionarios o entrevistas) y medidas objetivas, basadas en datos **conductuales** (o de ejecución) y de actividad **fisiológica** (del Sistema Nervioso Periférico o Central).



Nos referiremos al objeto de estudio de la ergonomía cognitiva mediante el término «**fenómeno cognitivo**» para denotar su complejidad, que es producto de las interacciones, más que de contribuciones aisladas, de los diferentes procesos cognitivos en la realización de actividades laborales o cotidianas. Una medición completa de estos fenómenos cognitivos, complejos por naturaleza, requiere adoptar una metodología multidimensional que abarque mediciones en los diferentes niveles de análisis psicológico (subjetivo, conductual y fisiológico). Cuando el interés recae sobre el nivel de análisis neurofisiológico, es decir, de la actividad cerebral, se habla de **métodos de la neuroergonomía**, que se desarrollarán en los próximos capítulos (véase, también, Correa, 2018).

En la tabla siguiente se resumen algunas de las técnicas de evaluación que se aplican en diferentes ámbitos para medir los fenómenos cognitivos en sus dimensiones subjetiva, conductual y fisiológica. Estas se detallarán a lo largo de este libro.

<i>Ámbito/fenómeno cognitivo</i>	<i>Dimensión subjetiva</i>	<i>Dimensión conductual</i>	<i>Dimensión fisiológica</i>
Diseño Interacción Humano-Máquina	Experiencia de usuario (escalas de agradabilidad de uso de un objeto, producto o servicio)	Efectividad y eficiencia de uso en la interacción (velocidad y precisión)	Índices autonómicos (respuesta electrodermal, tasa cardíaca y respiratoria) y centrales (actividad cerebral, EEG, fMRI, fNIRS, en redes relacionadas con el procesamiento de emociones, de la carga mental, del placer, etc.)
Carga de trabajo mental	NASA-TLX LEST	Tarea N-back Tarea dual	Índices autonómicos y centrales (redes frontales, cíngulo anterior) relacionados con respuestas de estrés, evaluación de conflictos, probabilidad de cometer errores y procesos de control ejecutivo
Vigilancia y fatiga mental	Escala de Somnolencia de Karolinska (KSS)  Escala Analógico-Visual (VAS)	Test del Reloj; Tarea de Vigilancia Psicomotora (PVT); Tarea de Atención Sostenida a la Respuesta (SART)	Índices autonómicos (electrooculografía: PERCLOS, termografía) y centrales (red frontoparietal derecha, flujo sanguíneo de la arteria cerebral anterior derecha: TCD, ritmos alfa del EEG) relacionados con fluctuaciones del <i>arousal</i> y decremento de la vigilancia
Ritmos circadianos y sueño	Cuestionarios de cronotipo (MEQ, MCTQ) y de calidad del sueño (PSQI), diarios de sueño	Efectividad y eficiencia en la ejecución de tareas en función de la hora del día, de las horas de sueño, actigrafía, etc.	Registro y análisis de series temporales de marcadores biológicos del sistema circadiano: concentración de melatonina y cortisol en sangre o saliva, temperatura central y periférica, expresión de proteínas asociadas a genes reloj (Per3, CLOCK), metabolitos del sueño, etc.

### 3. APLICACIONES DE LA ERGONOMÍA COGNITIVA

Para conocer en detalle cómo se aplican los conocimientos de la ergonomía cognitiva, podemos centrarnos en las descripciones que realizan de la profesión las diferentes asociaciones internacionales, como el Instituto Privado de Ergonomía y Factores Humanos (CIEHF, del inglés, *Chartered Institute of Ergonomics & Human Factors*). En esta tabla se detallan las funciones y contenidos principales de esta disciplina para diferentes sectores económicos.

<i>Sectores</i>	<i>Descripción</i>
Salud y cuidado del paciente	Apoyo del personal clínico para un cuidado seguro y de calidad, analizando el ambiente clínico, equipamientos, espacios de trabajo, las prácticas del trabajo, estructura organizacional, procedimientos y formación en seguridad, para que el sistema sanitario funcione con efectividad y seguridad, libre de errores médicos
Defensa	Análisis de las limitaciones y capacidades humanas físicas y mentales; conductas en situaciones normales y extremas; diseño del sistema minimizando el error humano y el organizacional; mantenimiento de equipos, tecnología, infraestructura, procesos, procedimientos y roles en el trabajo
Energía	En la industria del petróleo y el gas, diseño efectivo y eficiencia operativa para mejorar la ejecución y la salud del operador; tecnologías para mejorar la seguridad, la planificación de proyectos y la capacidad de control. En la industria nuclear, consideración de interfaces humano-máquina desde las fases iniciales del diseño de una central de energía nuclear, evaluación y prevención de riesgos
Ergonomía de la oficina	Análisis de cómo colaboran los individuos y equipos de trabajo, diseño de espacios de trabajo según las necesidades y demandas de la tarea, cómo se comunica e intercambia la información; riesgos psicosociales asociados con el trabajo (estrés, violencia y acoso laboral). Análisis de los factores organizacionales (procedimientos, turnos de trabajo), del ambiente y del puesto de trabajo, las herramientas, tecnología y características personales que influyen en la ejecución de tareas y los riesgos asociados, con el objetivo de potenciar la productividad, innovación, salud, seguridad y bienestar de las personas
Producción industrial	Desarrollo de habilidades de liderazgo; análisis de tareas y comportamientos de la producción; aplicación de métodos de medición directa, encuestas, entrevistas, observación y documentación para recopilar y analizar datos; revisión de procesos para gestionar los riesgos; evaluación de competencias técnicas y no técnicas e identificación de las necesidades de formación; desarrollo de cursos de formación para un aprendizaje efectivo; medición y monitorización de la carga de trabajo y otros riesgos psicosociales, y mejora de las comunicaciones
Transporte	Asegurar que los aspectos del diseño del transporte satisfagan las necesidades de las personas implicadas, de manera eficiente y segura, en contextos de diseño de vehículos (trenes, aviones, barcos, coches, bicicletas), infraestructuras (carreteras, autopistas) y sistemas de gestión y control del tráfico



En esta tabla se resumen los objetivos y tareas específicas que abordan los diferentes *grupos técnicos* de la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía (HFES):

<i>Grupos técnicos</i>	<i>Objetivos y tareas</i>
Ambientes virtuales	Mejorar la eficiencia, salud y seguridad de la interacción entre humanos y ambientes virtuales
Ciberseguridad	Aplicar los factores humanos (emoción, consciencia, carga de trabajo, estrés, trabajo en equipo, detección de señales, toma de decisiones y atención) a la interacción con sistemas del ciberespacio, ciberseguridad y seguridad de la información (ej., usuarios de correo electrónico, defensa militar)
Cognición aumentada	Desarrollo y aplicación de técnicas fisiológicas para identificar el estado cognitivo de los humanos que interactúan con sistemas informáticos, de estrategias de adaptación del sistema a las variaciones dinámicas del estado cognitivo del usuario, y de sistemas de entrenamiento personalizados
Comunicaciones	Comunicación humano-humano mediada por la tecnología; diseño y evaluación de interfaces de usuario, tecnologías de reconocimiento del habla y de la escritura, dispositivos de teléfono y televisión, software de operaciones, documentación de productos y formación
Desarrollo de sistemas	Desarrollar procesos y sistemas que cumplan las especificaciones del usuario, analizar el impacto de la computarización creciente, el estrés y los efectos de la carga de trabajo en la ejecución
Diferencias individuales en ejecución	Analizar las diferencias individuales y de personalidad que intervienen en la ejecución de tareas
Diseño ambiental	Relacionar la conducta humana con los ambientes diseñados en el contexto del hogar, de la oficina y de la industria
Diseño del producto	Desarrollar productos que sean útiles, fáciles de usar, seguros y agradables
Educación	Educar y formar especialistas en factores humanos y ergonomía, incluyendo la inscripción y acreditación de profesionales
Envejecimiento	Adecuar las necesidades que tienen las personas mayores y las poblaciones especiales en contextos cotidianos
Ergonomía infantil	En poblaciones menores de edad, prevención de accidentes, usabilidad de productos, maduración física y mental, carga de trabajo y toma de decisiones en el hogar, la escuela, vehículos, ocio y espacios digitales
Ergonomía ocupacional	Mejorar la seguridad, la productividad y la calidad del trabajo en la industria. Se centra en procesos de servicio y manufactura, operaciones y ambientes, incluyendo el diseño de productos que son la base del empleo en la industria
Formación	Diseñar y evaluar técnicas de entrenamiento y diseño instructivo, y aplicarlas a los sistemas de formación

<i>Grupos técnicos</i>	<i>Objetivos y tareas</i>
Ingeniería cognitiva y toma de decisiones	Diseñar sistemas y programas de formación con énfasis en los modelos, procesos y características de la toma de decisiones humana, individual o en interacción con otras personas o sistemas inteligentes; factores que influyen la toma de decisiones y la cognición en contextos naturales de trabajo; tecnologías de apoyo, modificación o suplementación de las decisiones humanas, y estrategias de entrenamiento para ayudar o influir sobre la toma de decisiones
Internet	Diseñar interfaces de usuario sobre contenidos y aplicaciones web, navegadores, asistencia al usuario y dispositivos de internet; fenómenos conductuales y sociológicos de la comunicación distribuida en red; fiabilidad humana para la administración y el mantenimiento de redes de datos; accesibilidad de productos basados en la web
Macroergonomía	Diseño organizacional, del sistema de trabajo y de la tecnología de la interfaz humano-organización
Modelos de ejecución humana	Desarrollar y aplicar modelos cuantitativos que predigan la ejecución humana dirigida a las metas específicas de un contexto de tarea
Percepción y ejecución	Naturaleza, contenido y cuantificación de la información sensorial y el contexto en el que esta se presenta; física, psicofísica, percepción, representación cognitiva e interpretación de la información; evaluar la carga de trabajo con tareas perceptivas; conductas y acciones derivadas de la presentación de estímulos por las diferentes modalidades sensoriales
Seguridad	Desarrollar y aplicar la tecnología de los factores humanos a la seguridad en contextos de aviación, transporte, industria, militares, oficinas, edificios públicos, y ambientes de ocio y del hogar
Seguridad del paciente	Maximizar la efectividad de los sistemas médicos y la calidad de vida de los pacientes
Sistemas aeroespaciales	Desarrollar, diseñar y certificar la operación y el mantenimiento de los sistemas humano-máquina en contextos espaciales y aeronáuticos
Sistemas informáticos	Diseñar sistemas informáticos centrados en el usuario: hardware, software, aplicaciones, documentación, actividades y ambiente de trabajo
Transporte por tierra y marítimo	Transporte de humanos y recursos: vehículos de pasajeros, comerciales y militares, transporte público, transporte marítimo, ferroviario, tráfico peatonal y de ciclistas, autopistas, e infraestructuras como los Sistemas de Transporte Inteligente
Usabilidad y evaluación de sistemas	Métodos cualitativos y cuantitativos de evaluación de la usabilidad y utilidad del diseño de interfaces, productos y servicios. Diseño de tests para evaluar la ejecución humano-sistema, carga de trabajo, consciencia situacional, facilidad de uso, confianza en el sistema, seguridad y aceptación del usuario

#### 4. FORMACIÓN Y PERFILES PROFESIONALES EN ERGONOMÍA COGNITIVA

La formación y el ejercicio profesional de la ergonomía cognitiva está regulado por un proceso de certificación diseñado por organismos tanto internacio-

nales como nacionales. En el contexto internacional surge en 1990 el Consejo de Certificación de Ergónomos Profesionales (*Board of Certification in Professional Ergonomics*, BCPE), una organización independiente sin ánimo de lucro creada para desarrollar los criterios y procedimientos que actualmente regulan tres tipos de acreditaciones: Experto en Ergonomía (*Certified Professional Ergonomist*), Experto en Factores Humanos (*Certified Human Factors Professional*), y Experto en Experiencia del Usuario (*Certified User Experience Professional*).

Sus criterios de certificación se basan en análisis de tareas para identificar los conocimientos, competencias y habilidades que debían adquirir los profesionales de los factores humanos y ergonomía. Estos análisis fueron realizados por la Sociedad de Factores Humanos y Ergonomía, la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE), el Departamento de Defensa, la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN) y la Academia Nacional de las Ciencias estadounidense. En 2014 definen las competencias profesionales requeridas para estas certificaciones en términos de actividades básicas (módulos) de *análisis* (recolección y tratamiento de los datos), *diseño* (desarrollo de sistemas), *validación* (testeo, evaluación) e *implementación* (entrenamiento, educación y comunicación):

<i>Módulo</i>	<i>Competencias (conocimientos y habilidades)</i>
Análisis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios del diseño ergonómico, normativa y estándares, incluyendo los referidos a la accesibilidad de los usuarios</li> <li>• Investigación sobre el usuario, evaluación de la usabilidad, proyectos de campo, aproximaciones psicométricas, análisis ecológicos y contextuales, métodos observacionales y métricas de la ejecución</li> <li>• Características antropométricas, demográficas, culturales y evolutivas de los usuarios</li> <li>• Criterios de diseño según los datos antropométricos</li> <li>• Biomecánica, fisiología, anatomía funcional, efectos de los ritmos circadianos, y adaptación al estrés y la carga de trabajo</li> <li>• Medidas físicas, psicofísicas y subjetivas</li> <li>• Métodos de análisis cognitivo de tareas y de errores</li> <li>• Métodos de evaluación de procesos cognitivos, carga de trabajo, consciencia de la situación, causación social, análisis de red y evaluación de equipos de trabajo</li> <li>• Medidas de la ejecución para interfaces humano-máquina, y técnicas de evaluación para el diseño, sistemas y ejecución humana</li> <li>• Técnicas de evaluación de factores ambientales y de la percepción, análisis de factores de riesgo, evaluación de puestos de trabajo, análisis de tareas, escenarios, perfiles de usuario, personas y retorno de la inversión</li> </ul>

<i>Módulo</i>	<i>Competencias (conocimientos y habilidades)</i>
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principios del diseño ergonómico, normativa y estándares para diseñar conforme a los requisitos del usuario</li> <li>• Técnicas de diseño centrado en el usuario y procesos para el diseño de modelos conceptuales, prototipos y operacionales</li> <li>• Requisitos, normativa y estándares para el diseño de hardware</li> <li>• Principios del diseño de sistemas de alerta y seguridad, incluyendo los factores perceptivos ambientales</li> <li>• Principios, especificaciones y métodos para el diseño de los mandos (controles de acción) y monitores</li> <li>• Normativa y estándares para el diseño y arquitectura del software</li> <li>• Procesos del diseño de software y sistemas, incluyendo el prototipado y los métodos iterativos</li> <li>• Diseñar considerando las capacidades y limitaciones fisiológicas, cognitivas y biomecánicas, así como las respuestas de estrés</li> <li>• Toma de decisiones individual y grupal, estrategias de toma de decisiones y evaluación de equipos</li> <li>• Principios y normativa para el diseño de puestos de trabajo, efectos de la automatización y el trabajo a turnos, medición de la ejecución humana</li> <li>• Métodos de análisis de tareas y puestos de trabajo</li> <li>• Conducta organizacional, dinámicas de grupo y teoría de las organizaciones</li> <li>• Principios y normativa del diseño ambiental, y estándares para espacios interiores y exteriores, herramientas y equipamientos</li> <li>• Efectos medioambientales (acústica, entorno visual, iluminación, vibración, aceleración/deceleración, temperatura) sobre la fisiología, los sistemas cognitivos y sus respuestas, así como sobre la ejecución humana</li> </ul>
Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de tests y métodos analíticos de productos y sistemas para determinar el cumplimiento de los criterios de diseño</li> <li>• Métodos de validación y rediseño de productos y sistemas</li> <li>• Diseño de tests y métodos de análisis para tareas, trabajos independientes e integrados, y sistemas</li> <li>• Técnicas de análisis de tareas y ejecución humana para evaluar el diseño y rediseño de tareas</li> <li>• Métodos para evaluar la ejecución humana en función del equilibrio de la estructura y la carga del trabajo</li> <li>• Diseño de tests y métodos de análisis para las organizaciones</li> <li>• Análisis de las organizaciones, medidas de ejecución y análisis económicos</li> <li>• Métodos de diseño de tests y de análisis de contextos para garantizar la conformidad respecto a las regulaciones y estándares relevantes</li> </ul>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de diseño centrados en el usuario, diseño de sistemas de instrucción, procesos de formación y entrenamiento, métodos y procesos de retroalimentación, y métodos de comunicación</li> <li>• Análisis y métricas de la ejecución para determinar una implementación exitosa</li> <li>• Métodos para evaluar la efectividad y eficiencia del desarrollo e impartición de la formación</li> </ul>

En el contexto europeo surge el título profesional de *Ergónomo Europeo*, certificado por el Centro de Registro de Ergónomos Europeos (CREE) y acreditado por la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE). Los requisitos de acreditación se basan en el informe titulado *Harmonising European Training Programmes for the Ergonomics Profession* (HETPEP) de 1992, y revisado en 2007. La tabla siguiente resume los contenidos recomendados para dicha acreditación.

<i>Área de conocimiento</i>	<i>Temas recomendados</i>
Principios de ergonomía	Definiciones, objetivos, enfoque, introducción a los sistemas complejos, diseño centrado en el usuario, teoría de la práctica ergonómica
Poblaciones y características generales humanas	Anatomía, fisiología y biomecánica, fisiología del trabajo, cognición, percepción, ritmo circadiano, edad y diferencias sexuales, discapacidades
Diseño de sistemas técnicos	Diseño para el montaje, diseño de sistemas de producción (automatización), manejo de materiales, diseño para mantenimiento, diseño arquitectónico
Investigación, evaluación y técnicas de investigación	Diseño experimental y evaluación, técnicas de muestreo, técnicas cualitativas y cuantitativas, estadística descriptiva e inferencial, sistemas de información y tecnología de la información
Cuestiones éticas, legales y profesionales	Ética, normas, leyes y actividades legales; informe y documentación; relaciones cliente/consultor; enseñanza e instrucción
Ergonomía: análisis de la actividad y del trabajo	Análisis y evaluación de tareas y sistemas, métodos e instrumentos para la medición de la actividad humana, métodos de análisis de la actividad
Intervenciones ergonómicas	Métodos y diseño de proyectos de intervención, evaluación de proyectos ergonómicos
Ergonomía: aspectos fisiológicos y físicos	Disposición y diseño del lugar de trabajo, antropometría, postura, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas / cargas pesadas, ciclos de trabajo-descanso, métodos e instrumentos de medición del entorno físico, factores climáticos y térmicos, iluminación, sonido, vibración y aceleración, presión, calidad del aire, radiación electromagnética
Ergonomía: aspectos psicológicos y cognitivos	Procesamiento humano de la información, fiabilidad humana, asignación de funciones, diseño de la información, mandos y monitores, interacción humano-máquina, fatiga, carga de trabajo, vigilancia, aspectos emocionales del diseño
Ergonomía: aspectos sociales y organizacionales	Teoría de sistemas; diseño organizacional; organización de trabajo, flujo de trabajo, logística, carga de trabajo; trabajo individual y trabajo de grupo; diseño y asignación del trabajo; participación y autonomía; cultura organizacional; gestión del de cambio; motivación y cambio de actitudes

Al nivel nacional se creó en 2005 el Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos, órgano que coordina y representa a los Colegios Oficiales de Psicólogos y de los Consejos Autonómicos. En 2012, el Consejo creó la Comisión Nacional de Acreditaciones Profesionales para garantizar unos estándares mínimos de calidad de los psicólogos formados en las diferentes especialidades de la psicología, asegurando que sus procesos de acreditación formativa y profesional fueran homogéneos en el territorio nacional. El Consejo actualmente se organiza en doce áreas (divisiones) de intervención profesional. Relacionadas con la ergonomía cognitiva destacamos dos: 1) Psicología del Tráfico y Seguridad, que se encarga de las acreditaciones nacionales del psicólogo/a experto/a en psicología aeronáutica, del psicólogo/a experto/a en psicología del tráfico y la seguridad, y del psicólogo/a experto/a en centros de reconocimientos; y 2) Psicología del Trabajo, de las Organizaciones y los Recursos Humanos, que contempla como ámbitos de actuación la Ergonomía, los Sistemas de Trabajo y Nuevas Tecnologías, y la Salud Laboral y Prevención de Riesgos Laborales. Algunas de estas acreditaciones, no obstante, parecen estar aún en proceso de definición.

<i>División</i>	<i>Acreditación</i>	<i>Funciones y tareas que definen el perfil profesional</i>
Psicología del Tráfico y de la Seguridad (PsTyS)	Psicólogo experto en psicología del tráfico y la seguridad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Evaluación de la aptitud psicológica (reconocimiento psicológico) de personas que realizan actividades de transporte terrestre, ferroviario, aeronáutico y marítimo, que manejan armas o tienen animales potencialmente peligrosos, vigilantes de seguridad, porteros de discotecas, policía local)</li> <li>2. Rehabilitación de conductores u otras personas que realizan actividades de riesgo y presentan actitudes negativas ante la seguridad</li> </ol>
	Psicólogo experto en psicología aeronáutica	Desarrollo de habilidades cognitivas y de personalidad, y de competencias laborales para el mantenimiento de la seguridad en las operaciones aéreas. Concretamente, selección del personal relacionado con el vuelo (controladores, tripulación de cabina – TCP, mantenimiento de aviones, etc.) y su entrenamiento en comportamientos seguros; asesoramiento psicológico e instructivo sobre el personal de compañías aéreas; investigación de accidentes en el ámbito de los factores humanos; evaluación psicológica como parte del reconocimiento médico para las licencias aeronáuticas; intervención en crisis de catástrofes aéreas; investigación sobre comportamientos relativos a la seguridad de las operaciones aéreas, así como el bienestar y la salud del personal

<i>División</i>	<i>Acreditación</i>	<i>Funciones y tareas que definen el perfil profesional</i>
Psicología del Trabajo, de las Organizaciones y los Recursos Humanos	Ergonomía Salud laboral y prevención de riesgos laborales	Mejora de las condiciones de trabajo; desarrollo de programas de salud laboral, prevención de riesgos y formación en seguridad laboral; reconocimientos psicológicos en puestos especiales y trabajos nocturnos; detección e intervención en psicopatologías con inadaptación laboral; prevención de accidentes; adaptación de la maquinaria, equipo, espacio de trabajo y entorno al uso humano; condiciones ergonómicas de puestos de trabajo; estudio de los efectos de los factores físicos (temperatura, humedad, vibración, ruido e iluminación) sobre el comportamiento del trabajador

Para alcanzar estas certificaciones como ergónomo profesional normalmente se requiere, como mínimo, la realización de un grado universitario que, en el caso de la ergonomía cognitiva y los factores humanos, cubra los contenidos y competencias que típicamente se adquieren en el Grado en Psicología. La siguiente tabla resume los contenidos de las asignaturas que ofrece el Grado en Psicología de la Universidad de Granada, y que aportarían los fundamentos más relevantes para la formación en ergonomía cognitiva.

<i>Asignatura</i>	<i>Curso</i>	<i>Contenidos</i>
Introducción a la Psicología	1.º	Métodos de investigación en psicología; procesos psicológicos básicos: percepción, atención, aprendizaje, memoria, motivación, emoción
Condicionamiento, motivación y emoción	1.º	Condicionamiento y aprendizaje sobre relaciones entre eventos; condicionamiento instrumental; motivación; emoción
Percepción y atención	2.º	Percepción visual: proceso perceptual, etapas, estímulo visual, procesamiento visual periférico, bases anatómicas, medidas; percepción de color, profundidad, tamaño y movimiento; percepción de formas y patrones; percepción de caras; otras modalidades sensoriales; atención y percepción, selección atencional; control y consciencia; psicofísica, Teoría de Detección de señales
Aprendizaje humano y pensamiento	2.º	Aprendizaje predictivo e inferencia causal; aprendizaje discriminativo y categorización; aprendizaje y adquisición de habilidades; toma de decisiones; razonamiento deductivo e inductivo; comprobación de hipótesis y resolución de problemas

<i>Asignatura</i>	<i>Curso</i>	<i>Contenidos</i>
Memoria y representación del conocimiento	3.º	Memoria de Trabajo; contenidos de Memoria a Largo Plazo (MLP); procesos de codificación en MLP; procesos de recuperación y olvido en la MLP; recuperación explícita vs. implícita, niveles de procesamiento, recuerdo vs. reconocimiento, memoria constructiva, olvido inducido por la recuperación, memoria prospectiva
Neurociencia cognitiva	3.º	Mente, cerebro y relación mente-cerebro, métodos de la neurociencia cognitiva, neurociencia cognitiva de la percepción, reconocimiento de objetos y caras, atención y acción, aprendizaje y memoria, procesos ejecutivos y consciencia, representaciones simbólicas: aritmética y lectura, emoción y cognición social

En el Grado en Psicología de la Universidad de Granada además es posible adquirir una mayor especialización mediante la matriculación en la asignatura optativa Ergonomía Cognitiva, la cual se ofrece a los estudiantes de tercer y cuarto curso. En el Máster de Neurociencia Cognitiva y del Comportamiento de la Universidad de Granada además se oferta Neuroergonomía, una asignatura de 4 créditos. En esta tabla se resumen el temario y los contenidos básicos de la asignatura Ergonomía Cognitiva, los cuales conforman la estructura del presente libro.

<i>Tema</i>	<i>Contenidos y competencias, palabras clave</i>
Diseño	<p>Conocer los principios del diseño de sistemas (productos, interfaces, servicios) y sus beneficios sobre el usuario; evaluación de la usabilidad.</p> <p>Palabras clave: Accesibilidad, antropometría, diseño centrado en el usuario, diseño universal, estandarización, experiencia de usuario, heurísticos de la usabilidad de Nielsen, hipótesis de la biofilia, interfaz, principios de Norman, señal, tipos de métricas de la usabilidad, usabilidad.</p>
Carga de trabajo mental	<p>Concepto, factores y consecuencias de la carga mental; multitarea y modelo de recursos múltiples de Wickens; técnicas subjetivas, conductuales y fisiológicas de evaluación la carga; prevención de la carga; aplicaciones al sector del transporte y control del tráfico aéreo.</p> <p>Palabras clave: Carga de trabajo, recursos cognitivos, demanda cognitiva, sobrecarga mental, NASA-TLX, n-back, carga de memoria, demanda temporal, neuroergonomía, espectroscopía funcional por infrarrojos (fnirs), registro de movimientos oculares, estrés.</p>



<i>Tema</i>	<i>Contenidos y competencias, palabras clave</i>
Vigilancia y fatiga mental	<p>Concepto, factores y consecuencias de la fatiga mental; decremento de vigilancia; técnicas subjetivas, conductuales y fisiológicas de evaluación la fatiga mental; prevención de la fatiga.</p> <p>Palabras clave: Atención sostenida, recursos cognitivos, Tarea de Detección de Señales, Test del Reloj, escala de somnolencia de Karolinska (KSS), tarea de vigilancia psicomotora (PVT), aptitud para trabajar (<i>fitness for duty</i>), tiempo en tarea, ritmo alfa, termografía, intervención ergonómica sobre la fatiga, consenso sobre la privación de sueño y la aptitud para conducir, Sistema de gestión de riesgos asociados a la fatiga, Trayectoria Riesgo-Fatiga, Teoría de la Recuperación de la Atención (Kaplan).</p>
Interacción Humano-Máquina	<p>Evolución de las herramientas con las que interactúan los humanos; automatización: usos y riesgos; aplicaciones de la ergonomía cognitiva a la automatización.</p> <p>Palabras clave: Lista de Fitts, niveles de automatización, ironías de la automatización, comunicación bidireccional, feedback (retroalimentación), abuso, desuso y mal uso de la automatización, complacencia, decremento de vigilancia, desconfianza, exceso de confianza, «que viene el lobo» (<i>cry wolf</i>), fuera del bucle, teoría del control, consciencia de la situación, sistemas de ayuda a la conducción (ADAS), sistemas de información en el vehículo (IVIS), interfaz cerebro-computadora (BCI), robots sociales, psicología robótica.</p>
Cronoergonomía	<p>Ritmos circadianos: concepto; técnicas subjetivas, conductuales y fisiológicas de evaluación del ritmo circadiano; aplicación al trabajo por turnos. Trabajo por turnos: concepto, consecuencias sobre la salud física y psicológica, e intervención</p> <p>Palabras clave: Trabajo a turnos, ritmos circadianos, cronoergonomía, cronotipo, matutinos, vespertinos, sueño, cronobiología, núcleo supraquiasmático, trastorno del ritmo circadiano del sueño, insomnio, temperatura corporal, actigrafía, jet lag social.</p>

Se concluye este capítulo con unos consejos básicos de guía en la búsqueda de empleo proporcionados por ergónomos profesionales (Correa, 2008; Shapiro, Andre, Beith, Endsley y Naga, 2006; Shapiro *et al.*, 2000):

- Actualizar el **currículo** conforme se avanza en los estudios, enfatizando las competencias y habilidades adquiridas, las cuales pueden mostrarse en una **web personal de carácter profesional**.
- Formar una **red de contactos profesionales** lo antes posible, con otros compañeros de estudio (que en un futuro podrían ser compañeros de trabajo), y profesores, haciéndose **miembro de asociaciones profesionales**, y asistiendo a **conferencias** para conocer a expertos del campo.

- Hacer **prácticas en empresas** para adquirir esa experiencia previa que suelen demandar dichas empresas. Es posible que tras el periodo de prácticas surja una contratación.
- Buscar trabajo en los **portales de empleabilidad** especializados, como [www.hfcareers](http://www.hfcareers) o [www.hfes.org/web/CareerCenter/placement.aspx](http://www.hfes.org/web/CareerCenter/placement.aspx), las asociaciones locales de ergónomos, y en otros portales de trabajo internacionales como LinkedIn.
- Analizar los **términos y palabras clave** que normalmente usan las ofertas de puestos para ergónomos. Es decir, utilizar como términos de búsqueda de empleo, no solo «factor humano» o «ergonomía», sino *interaction designer*, *user experience engineer*, etc. En la medida de lo posible, también es recomendable utilizar dichos términos en el propio currículum vitae para adaptarlo a las ofertas de trabajo que se pretenden solicitar.

## 5. EJERCICIOS DE ESTUDIO

1. Completa la siguiente tabla resumen sobre la ergonomía y los factores humanos:

<i>Definición</i>	<i>Áreas de especialización (enumera 3)</i>	<i>Métodos de investigación (enumera 4)</i>	<i>Medidas del fenómeno cognitivo (3)</i>	<i>Áreas de aplicación y funciones/ tareas del ergónomo (3)</i>	<i>Perfiles profesionales certificados oficialmente (6)</i>

## 6. REFERENCIAS

- Bridger, R. (2017). *Introduction to Human Factors and Ergonomics* (Edición: 4). CRC Press.
- Cañas, J. J. (2004). *Personas y máquinas*. Pirámide.
- Correa, A. (2018). *Neuroergonomía: Una ciencia sobre el cerebro y la comodidad*. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3351298>
- Shapiro, R. G., Andre, A. D., Lund, A. M., Fox, J. E., Watts-Perotti, J., & Fadden, S. (2000). Establishing a Human Factors Career in the New Millennium: Answers to Frequently Asked Questions. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 44(34), 391–391. <https://doi.org/10.1177/154193120004403404>
- Shapiro, R. G., Andre, A. D., Beith, B. H., Endsley, M. R., & Naga, J. T. B. (2006). Preparing for Your Career: Learn from the past 50 Years as You Prepare for the Next 50. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 50(21), 2301-2305. <https://doi.org/10.1177/154193120605002101>



# Tema 2

## El diseño desde la ergonomía cognitiva

### Sumario

1. DISEÑO Y BIENESTAR: EL *MISTERIOSO* HOSPITAL DE PENNSYLVANIA
2. EL DISEÑO DESDE LA ERGONOMÍA COGNITIVA
3. DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO
4. MIDIENDO LA EXPERIENCIA DEL USUARIO
5. PRINCIPIOS DEL DISEÑO
6. DISEÑAR PARA TODAS LAS PERSONAS
7. EJERCICIOS DE ESTUDIO
8. REFERENCIAS
9. SOLUCIONES A LOS EJERCICIOS DE ESTUDIO

### Palabras clave

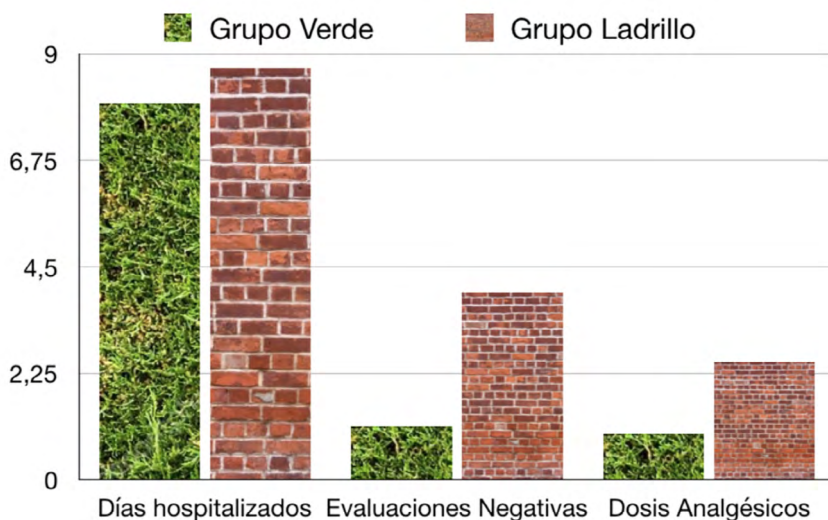
Accesibilidad, antropometría física, diseño centrado en el usuario, Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, diseño emocional, diseño natural, diseño universal, dispositivo de entrada, dispositivo de presentación de información, efectividad, eficiencia, experiencia de usuario (*User Experience, UX*) evolución natural del diseño, heurísticos de la usabilidad de Nielsen, hipótesis de la biofilia; interfaz, icono, índice, métricas de la usabilidad, neuroarquitectura, neuroestética, normalizar, Organización Internacional para la Estandarización (ISO), principio de Pareto, regla del 80/20, satisfacción, semiótica, señal, símbolo, tipos de métricas de la usabilidad, usabilidad.



## 1. DISEÑO Y BIENESTAR: EL *MISTERIOSO* HOSPITAL DE PENNSILVANIA

Entre los años 1972 y 1981 ocurrió algo sorprendente en un hospital de las afueras de Pensilvania. Había un grupo de pacientes que se recuperaban antes que otros, necesitaban menos dosis de analgésicos, y el personal de enfermería anotaba menos comentarios negativos (ej. quejas de dolor) de los enfermos. Estos dos grupos de pacientes (llamémosle Verde y Ladrillo) estaban igualados en las principales variables demográficas (edad, nivel económico), e incluso fueron operados de lo mismo, de la vesícula biliar.

A pesar de todas las semejanzas entre sí, curiosamente, esta gráfica de resultados muestra que el grupo de pacientes Verde (las barras de césped verde de la izquierda) estuvo menos días hospitalizados que el grupo de pacientes Ladrillo (las barras de ladrillo rojo de la derecha).



*Datos de dos grupos de pacientes en el estudio de Ulrich (1984).*

Los del grupo Verde estuvieron un promedio de 8 días en el hospital, mientras que los del grupo Ladrillo pasaron 8,7 días ingresados. El personal de enfermería solo registró un promedio de 1,13 evaluaciones negativas en el grupo Verde, frente a 3,96 quejas en el grupo Ladrillo. El grupo Verde además necesitó menor número de dosis de analgésicos potentes para combatir el dolor que el grupo Ladrillo (0,96 frente a 2,48).

Esta investigación tan impactante fue publicada en la revista Science en 1984 por Ulrich. ¿Qué podría estar ocurriendo? ¿Cómo explicaríamos las diferencias en la capacidad de los pacientes para recuperarse? En este plano del hospital (adaptado de Ulrich, 1984) tenemos una pista. Las habitaciones de los pacientes eran idénticas entre sí, excepto en un aspecto...



La diferencia era que unas habitaciones tenían ventanas con vistas a la naturaleza y otras con vistas a una pared de ladrillos. La mejor recuperación tras una operación quirúrgica debido a una mayor exposición a la naturaleza tiene implicaciones para la ergonomía y el diseño arquitectónico muy importantes, que resumiremos en dos puntos:

- a) Un **buen diseño ergonómico es sinónimo de salud**, porque los buenos diseños (en este caso un buen hospital diseñado con vistas agradables



para los pacientes) **potencian el estado de ánimo positivo y alivian los estados negativos**, como el miedo, estrés o ansiedad, que son típicos de enfermos hospitalizados.

- b) Más directamente relacionado con esta asignatura, la ergonomía cognitiva, el bienestar psicológico inducido por **un buen diseño ergonómico nos ayudará a rendir más y cometer menos errores en tareas cognitivas**.

El autor del estudio, Ulrich, ganó en 2013 un premio nacional por el proyecto del jardín de un hospital con el objetivo de *sanar*. En el *diseño natural*, se pretende diseñar espacios naturales dentro del entorno urbano para no perder esa conexión con la naturaleza de la que hablaba la *hipótesis de la biofilia*. Esta hipótesis (Wilson, 1984) asume que los animales tenemos una predisposición innata para conectarnos con la naturaleza, y dicho contacto nos influye positivamente.

Otro libro más reciente (Sternberg, 2010) trata sobre el poder de los espacios naturales y arquitectónicos sobre la salud y el estado psicológico de las personas. En este libro se habla de la importancia de las vistas, del silencio, del diseño para facilitar la orientación espacial dentro de los edificios, por ejemplo, para no perderse dentro de una residencia, el diseño de ciudades y jardines, etc.

En español tenemos un artículo interesante en la revista *Mente y Cerebro* que presenta una disciplina de reciente aparición llamada *Neuroarquitectura* (Antes, 2012). La *Neuroarquitectura* trata de aplicar los conocimientos de la neurociencia y la psicología al proceso de diseño de espacios arquitectónicos. Por ejemplo, las investigaciones muestran que los humanos tendemos a aproximarnos y a sentir mayor placer estético por formas redondeadas que por angulosas. Los datos de neuroimagen además relacionan la percepción de zonas curvas con áreas relacionadas con procesamiento del placer, y los espacios angulosos con áreas relacionadas con miedo y estrés, como la amígdala (Vartanian *et al.*, 2013). Para saber más sobre este campo, se puede consultar el capítulo de libro en español sobre neuroestética de Campos-Bueno (2010).

## 2. EL DISEÑO DESDE LA ERGONOMÍA COGNITIVA

El diseño puede concebirse como el *proceso desde la invención de un sistema hasta la utilización del mismo por las personas* (Cañas, 2004). El concepto de diseño ha evolucionado lo largo de la historia y ha ido centrándose en diferentes colectivos. Hasta los años ochenta, los primeros diseños se enfocaban preferentemente hacia una minoría de expertos. Lo importante era que el sistema funcionara y realizara correctamente una serie de funciones para resolver un problema (por ejemplo, pilotar un avión, manejar un ordenador). Se podría decir que adaptarse al objeto diseñado frecuentemente era responsabilidad del usuario experto. Así,

los sistemas diseñados eran tan complejos que el usuario debía entrenarse para convertirse en un usuario experto de dicho sistema. Las instrucciones de uso del aparato no solían ayudar mucho, pues estaban plagadas de tecnicismos y errores lingüísticos, y más bien se dirigían a otros usuarios que ya tuvieran una formación en ingeniería o informática, por ejemplo. Si el usuario cometía un error, y el sistema demostraba no tener errores de funcionamiento, el responsable solía ser el usuario: «no se entrenó lo suficiente para usarlo correctamente, o bien estaba distraído, o cansado...».

Sin embargo, **el usuario medio no suele ser experto en los dispositivos que utiliza**. Entonces, a mediados de los ochenta, el diseño se centra en el usuario, considerando que la mayoría de las personas no tiene tiempo, capacidad o motivación para realizar entrenamientos costosos para usar los aparatos en nuestra vida cotidiana.

### 3. DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

Los ingenieros son los profesionales que diseñan aparatos tan complicados como la cabina de pilotaje de un avión. La formación de un ingeniero se dirige a resolver problemas. Para ello diseña, inventa un procedimiento o un artilugio. Lo más importante es que el objeto diseñado funcione correctamente, sin fallos. Efectivamente, podemos estar de acuerdo en que un buen funcionamiento es un requisito necesario a la hora de diseñar objetos en ergonomía. Pero que funcione, ¿es lo único importante? A la vista del diseño de esta página web, parece que no.

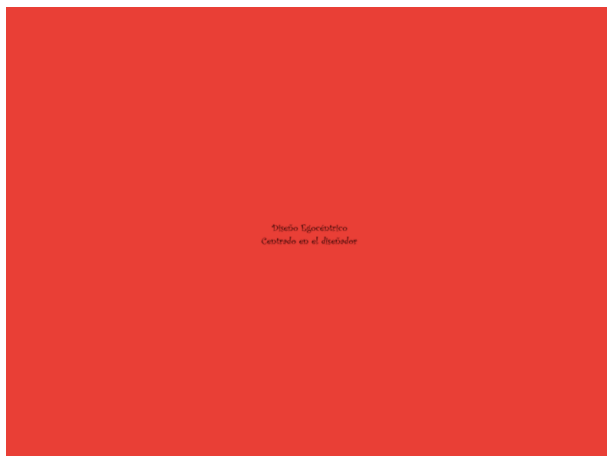


Esta web (HavenWorks.com) no tiene errores de funcionamiento, pero su diseño impide que una persona la pueda utilizar cómodamente porque es difícil localizar la información importante. Por tanto, **que un producto funcione es un requisito necesario, pero no suficiente, para que las personas lo usen de manera cómoda, adecuada.**

El diseño de cabinas de avión y de páginas webs o aplicaciones móviles son claros ejemplos donde la ergonomía cognitiva juega un papel crucial. Cuando las personas usan estos dispositivos se ponen en juego todos los procesos psicológicos que se estudian en Psicología de forma parcelada. Cuando alguien pilota un avión, conduce un coche o navega por internet tiene que atender y percibir los estímulos del ambiente por diferentes modalidades sensoriales; tiene que leer, aprender y recordar información; puede que también se mueva, se distraiga, se equivoque, se enfade, se emocione, se vuelva a equivocar, se motive y se desmotive, y que piense en un montón de cosas mientras tanto. En definitiva, nuestra interacción con **dispositivos de salida**, que sirven para **presentar información** (pantallas de visualización de datos, salpicaderos de vehículos, etc.), y **dispositivos de entrada**, usados para ejecutar acciones (mandos, volantes, botones, ruedecillas, comandos de voz, etc.), está indisolublemente unida a la actuación de procesos cognitivos básicos.

Por tanto, para diseñar bien este tipos de dispositivos debemos conocer cómo las personas procesan la información, cómo se distraen, se equivocan, olvidan información, se olvidan de realizar una acción en un momento importante, aprenden, se comportan ante situaciones novedosas, etc. Como bien apuntó el profesor José J. Cañas en las *XIII Jornadas de orientación y salidas profesionales en psicología* «el psicólogo experto en ergonomía es el representante del ser humano en la mesa de diseño» (Cañas, 2020).

Esta imagen, que representa la proyección de una diapositiva en clase, ¿quién la puede leer?



Esto es un ejemplo de *diseño egocéntrico*, centrado en el diseñador. El diseñador no ha tenido en cuenta las capacidades visuales del usuario, ni la distancia de la pantalla a la que normalmente se sientan los alumnos en clase ni los principios básicos sobre percepción del color y contraste. **No se ha puesto en el lugar del usuario.** Aunque esto sea una *caricatura* exagerada, podría ilustrar algunas situaciones ocurridas en la historia del diseño.

Por ejemplo, en un principio no existían los ordenadores personales ni los usuarios corrientes. El ordenador lo usaba personal altamente cualificado, entrenado y profundo conocedor de las propias *entrañas* del dispositivo. Una vez el ordenador funciona, ya es cuestión de que el usuario experto se adapte a las complejidades de su diseño y su forma de operar. Cuando el ordenador personal se populariza y llega a los hogares, las personas tienen que aprender a manejar el sistema operativo MS-DOS para poder usarlo. Las primeras academias de informática incluso ofrecían cursos de formación para esto. ¿Alguien se imagina ahora haciendo un cursillo para usar tabletas o el sistema *android* en un móvil? Al contrario, niños de tres años manejan estos dispositivos con una habilidad natural sorprendente. No es probable que las nuevas generaciones sean muchísimo más listas que nosotros. Lo que ha mejorado es el diseño. El diseño se ha centrado en el usuario.

Esta diapositiva, que sí puede ser leída por una amplia mayoría de personas que asistan a mis clases, ilustra un diseño centrado en el usuario.



## Diseño Centrado en el Usuario

Por tanto, ahora no es suficiente que el diseño del objeto asegure que este funcione correctamente, sino que además debe asegurar una facilidad para ser utilizado por cualquier usuario medio. **El diseño centrado en el usuario se interesa por conocer cómo son, qué piensan y cómo se comportan los usuarios cuando utilizan los objetos.** La psicología es la disciplina que realmente aporta los conocimientos necesarios para comprender e intervenir sobre la interacción psicológica que surge cuando los usuarios utilizan objetos.

En esta fotografía, de 1998, aparecen los tres miembros del grupo Nielsen Norman; de izquierda a derecha, Bruce «Tog» Tognazzini, Don Norman y Jakob Nielsen (imagen: <https://jnd.org/about/>).



Esta empresa se dedica a investigar la experiencia del usuario para ofrecer recomendaciones, basadas en la evidencia científica, sobre cómo diseñar interfaces. Sus miembros son personas muy destacadas en el ámbito de la usabilidad de páginas web, el diseño centrado en el usuario y el diseño de interfaces. Una **interfaz** es una conexión, física o lógica, entre una computadora (o dispositivo) y un usuario. La **usabilidad** podemos definirla como el **grado en que un producto puede ser utilizado para alcanzar unos objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción**. Efectividad entendida como la capacidad de lograr dichos objetivos con garantía y acierto; eficiencia, capacidad para lograr los objetivos con la menor cantidad de recursos, y satisfacción, capacidad para lograr los objetivos de una forma agradable. En relación con la eficiencia cobra relevancia el **principio de Pareto**, o regla del 80/20, por el que un diseño óptimo permitiría alcanzar un 80% de los resultados con solo invertir un 20% de los recursos.

Las ideas de Donald Norman han influido profundamente en el desarrollo hacia el diseño centrado en el usuario, defendiendo que **hay que trabajar con los usuarios durante todo el proyecto**. En su libro clásico, *La psicología de los objetos cotidianos* (Norman, 1990), plantea que la **evolución natural del diseño** es un proceso donde el objeto se somete a diversas pruebas que ponen de relieve los aspectos que deben corregirse, así sucesivamente hasta que se agotan el tiempo, la