

# Ergonomía e interfases de interacción humano-computadora

**Martínez de la Teja, Guillermo Manuel**

Maestro en Ciencias en Ergonomía

Ergoprojects / Sociedad de Ergonomistas de México A.C.

gmmt@ergoprojects.com

## RESUMEN

La Interacción Humano-Computadora (HCI), es el estudio de la interacción entre el ser humano, las computadoras y las tareas que se desarrollan; principalmente se enfoca a conocer cómo la gente y las computadoras pueden interactuar para llevar a cabo tareas por medio de sistemas y software.

HCI es una materia que se basa en algunos aspectos relevantes de la teoría y métodos de muchas disciplinas, dentro de las cuales se incluye ciencias físicas y sociales, ingeniería y arte. Existen importantes contribuciones a la HCI que se han tomado de las ciencias de la computación, psicología, matemáticas, artes gráficas, sociología, inteligencia artificial, lingüística, filosofía, antropología y ergonomía.

HCI incluye partes fundamentales de la ergonomía debido a que se preocupa por entender cómo las computadoras y el ser humano pueden interactuar para desarrollar tareas existentes y nuevas. La ergonomía en HCI se enfoca a buscar los aspectos de diseño en los sistemas computacionales para que tengan un uso más efectivo y eficiente, así como el desarrollo de principios, guías, métodos y herramientas para mejorar el diseño y desarrollo de los sistemas interactivos computacionales.

### Palabras clave

Interacción humano-computadora, diseño centrado en el usuario

## INTERACCIÓN HUMANO-COMPUTADORARODUCCIÓN

Se considera que hay cuatro componentes principales en un sistema hombre-computadora:

- El usuario
- El sistema de computadora
- La tarea
- El ambiente

**Factores en HCI**

<b>Factores Organizacionales</b> Entrenamiento, diseño del trabajo, políticas y roles de trabajo, organización del trabajo.		<b>Factores Ambientales</b> Ruido, seguridad, iluminación, ventilación	
<b>Factores de Salud y Seguridad</b> Estrés, dolores de cabeza, disfunciones músculo-esqueléticas.	Procesos Cognitivos y capacidades del <b>USUARIO</b> motivación, disfrute y satisfacción personal, nivel de experiencia	<b>Factores de comodidad</b> Asientos, equipo, distribución.	
<b>Interacción con el usuario</b>			
Dispositivos de entrada y salida, estructuras de dialogo, uso de colores, íconos, instrucciones, gráficas, lenguaje natural, 3D, materiales de apoyo al usuarios, multimedia.			
<b>Factores de la tarea</b>			
Facilidad, complejidad, novedad, ubicación de la tarea, repetitividad, monitoreo, habilidades, componentes			
<b>Restricciones</b>			
Costos, tiempos, presupuesto, personal, equipo de trabajo, área de trabajo			
<b>Sistemas funcionales</b>			
Hardware, software y aplicaciones.			
<b>Factores de Productividad</b>			
Incremento productivo, incremento de la calidad, disminución de costos, disminución de errores, disminución de requerimiento del trabajo, disminución del tiempo de producción, incremento en la creatividad, innovación de ideas y productos.			

(Preece et al, 1994)

En un sistema hombre-computadora, con la ayuda de las aplicaciones y software apropiado, el usuario introduce sus órdenes a la computadora, y esta responde al usuario de acuerdo con las funciones para las que fueron diseñadas las órdenes introducidas. En general, a esta interacción se le conoce como interacción hombre-computadora, interacción que tiene gran influencia sobre el humano y el desempeño del sistema en una forma compleja, y ha sido en los últimos tiempos una parte sustancial de la investigación en ergonomía y factores humanos.

En un inicio, el interés de la investigación era principalmente orientado al hardware, como por ejemplo, el diseño de las terminales visuales (VDT) y los dispositivos de entrada de información a la computadora, pero con el paso del tiempo, el interés se ha transformado hacia los principios de la presentación de la información, tema que es parte importante del campo de acción de la ergonomía y factores humanos.

En general, podemos decir que la investigación en HCI está orientada a obtener el conocimiento de cómo las personas tratan con los sistemas computacionales, con el fin

de proveer de esta información a los diseñadores de los sistemas de computadora.

“El objetivo central de la investigación en HCI no es principalmente el desarrollo de sistemas que entiendan a los usuarios, si no el desarrollo de sistemas que los usuarios entiendan, sistemas que los usuarios sean capaces de modelar ellos mismos” (Vainio-Larsson, 1988).

La interfase entre el usuario y la computadora no sólo es lo que el usuario puede ver, oír y tocar; también incluye los conceptos que el usuario necesita conocer acerca del sistema y como puede ser utilizado para desarrollar las diferentes tareas. De acuerdo con Johnson (1992), el usuario de un sistema de computadora necesita por lo menos:

- Reconocer que el sistema puede ser utilizado para alcanzar una meta particular.
- Identificar los procedimientos necesarios que deben llevarse a cabo con la computadora para alcanzar la meta deseada.
- Conocer los comandos necesarios para que el sistema ejecute las funciones requeridas como parte de su tarea.
- Identificar y entender los diferentes estados del programa.
- Poseer las habilidades necesarias para comunicarse con el sistema (escribir, apuntar o hablar).

El usuario y la computadora comparten responsabilidades para desarrollar las diferentes actividades que contribuyen a alcanzar la meta global, ya que ambos deben interactuar y comunicarse en un diálogo que no sólo involucra a los comandos, sino un conjunto estructurado de requerimientos, preguntas y respuestas. Como en cualquier clase de diálogo, el que se da entre el usuario y la computadora es más exitoso si ambas partes tienen un conocimiento y lenguaje común, lo que implica que el usuario debe tener el conocimiento adecuado y suficiente acerca de la computadora, y el diseñador del sistema de la computadora debe tener un conocimiento adecuado del usuario.

Se han utilizado diferentes términos en HCI para describir la comunicación que ocurre entre el usuario y la computadora. Hasta hace poco tiempo, la mayor parte de las interacciones con la computadora involucraban la estricta definición de turnos, donde un texto era introducido y posteriormente se desplegaba una respuesta en la pantalla.

Para esta clase de interacción, tiene sentido utilizar el término “diálogo” para referirse al intercambio de instrucciones e información entre el usuario y la computadora, pero esta clase de diálogo puede involucrar varios estilos que no son mutuamente excluyentes, como la introducción de comandos, menús y navegación, diálogos de pregunta y respuesta, llenado de formas, diálogo de lenguaje natural y manipulación directa, y cada una de estas formas de diálogo presenta diferentes ventajas y desventajas desde el punto de vista del usuario y del diseñador del sistema, por ejemplo:

- En la introducción de comandos, el usuario debe recordar todos los comandos que se requieren para desarrollar una determinada acción.
- Cuando se utilizan menús y navegación, los usuarios no tienen que recordar el comando que necesitan, sólo necesitan reconocerlo; esto implica que para que los

menús sean efectivos, los nombres o íconos seleccionados deben ser sumamente explícitos.

- Cuando se utilizan diálogos de preguntas y respuestas, el rango de respuestas admitidas debe ser muy restringido para ambas partes; esta clase de diálogo es aceptable para usuarios novatos, pero puede ser muy frustrante para usuarios experimentados que conocen lo que quieren hacer (Preece *et al*, 1994).
- La ventaja de tener formas para llenado y hojas de cálculo es que permite a los usuarios introducir los datos en la posición correcta, lo que también reduce la necesidad de examinar con mayor atención toda la pantalla.
- El uso del lenguaje como un medio de comunicación con una computadora ha sido considerado altamente deseable debido a su naturalidad para el usuario, pero el sistema necesita ser capaz de reconocer y manejar algunas ambigüedades, expresiones vagas y construcciones gramáticas incorrectas asociadas con el reconocimiento de voz.

## ASPECTOS COGNITIVOS EN HCI

La ergonomía adquirió fuerza al conjuntar el trabajo de especialistas en las áreas de ingeniería, medicina y psicología principalmente, aunque otras áreas del conocimiento también han contribuido para enriquecerla. La contribución de la psicología a la ergonomía se manifiesta en forma más evidente en el área de la ergonomía cognitiva.

La interacción entre el humano y las máquinas o los sistemas depende de un intercambio de información en ambas direcciones entre el operador y el sistema. Casi siempre consideramos que el operador controla las acciones del sistema o de la máquina por medio de la información que introduce y las acciones que realiza sobre este, pero también es necesario considerar que el sistema alimenta de cierta información al usuario por medio de señales, para indicar el estado del proceso o las condiciones del sistema. Esta información sirve como retroalimentación para el usuario, y de su adecuada recepción e interpretación dependerá la toma de decisiones que debe tomar el usuario con el fin de mantener las condiciones o modificarlas para alcanzar el objetivo deseado.

Por lo general, cuando se diseñan máquinas o sistemas, se hacen modelos muy explícitos y detallados para su construcción, funcionamiento, precisión y comportamiento, pero casi nunca se desarrollan modelos semejantes sobre el usuario y su comportamiento; en ergonomía, esta tarea corresponde a los profesionistas especializados en psicología o ciencias del conocimiento, con el fin de desarrollar y aplicar modelos que puedan utilizarse en el diseño de procesos de intercambio de información, buscando que estos sean óptimos, adecuados y compatibles con el usuario.

Los avances en la microelectrónica, la automatización y la tecnología de la información han provocado importantes cambios en los requerimientos de muchos puestos de trabajo; anteriormente la mayoría de las actividades dependían de la habilidad y capacidad física del operador, pero en la actualidad se ha incrementado la dependencia en la percepción y procesamiento de señales analógicas y digitales para el control de las actividades y los procesos, además de que depende en mayor medida de los conocimientos previamente adquiridos y el entrenamiento del operador para actuar en diversas situaciones. En la medida en que se desarrolla la tecnología, las tareas para el operador se tornan más abstractas e indirectas, con un mayor énfasis en el uso y manipulación de símbolos.

La intervención que han tenido las computadoras en todas las áreas de la actividad humana ha incrementado la importancia de esta investigación, ya que se han presentado nuevos problemas y retos para los diseñadores de las tareas y puestos de trabajo. Un ejemplo de cómo las computadoras han transformado diversas actividades es en los cuartos de control, donde antiguamente se encontraban tableros de grandes dimensiones que contenían infinidad de señales para indicar los estados del proceso, y en la actualidad una o dos pantallas reemplazan a esos enormes tableros, incluso presentando información más detallada sobre el estado que guarda el sistema.

Este avance de la tecnología y la intervención de las computadoras ha presentado infinidad de ventajas en los procesos industriales y en la vida cotidiana, pero no ha estado libre de problemas, ya que por lo general, cuando se presenta una tecnología diferente al esquema conocido por el usuario se requiere de cierta capacitación y adaptación para el cambio. Un ejemplo es el desarrollo de tecnologías tales como las del hipertexto, donde los objetos se encuentran ligados en forma no secuencial, y puede provocar desorientación del usuario por no coincidir con el modelo secuencial de información conocido y utilizado anteriormente.

Con este cambio en la tecnología y la interacción hombre-máquina, es más apropiado considerar al operador como alguien que resuelve problemas y toma decisiones, y no como un simple componente del sistema; esta situación ha presentado la necesidad de medir la carga mental que tiene el operador por la actividad que realiza.

La medición de la carga mental resulta útil para comparar métodos alternativos o diseños, para evaluar prototipos, identificar aspectos estresantes del trabajo y para evaluar el desempeño del operador, sin embargo, la medición de la carga mental no es directamente observable, por lo que se han desarrollado métodos indirectos para su medición, basados en respuestas fisiológicas, psicológicas, o en la evaluación del desempeño de la tarea principal a través de medir el error cometido.

La interacción hombre-máquina y diseño de tableros de señalización y control son áreas donde se realiza una constante investigación, por lo que continuamente presentan novedades y avances, que no siempre están libres de nuevos problemas.

La interacción con la computadora a través de una interfase es una actividad cognitiva de parte del usuario, ya que este debe recordar muchas cosas y debe ser capaz de implementar y ejecutar las órdenes apropiadas. El usuario también debe conocer como interactuar con el sistema y la computadora, contando con un modelo cognitivo acerca del comportamiento de las computadoras y da la descomposición en tareas simples de las actividades a realizar.

El diseñador de las interfases debe tratar de entender las actividades cognitivas del usuario para obtener interfases efectivas y fáciles de entender. La meta del diseñador es tratar de seleccionar y escoger la información que se presentará en pantalla y su documentación, en relación con el conocimiento previo que posee el usuario, para que la representación conceptual sea precisa, consistente y completa.

## DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El diseño centrado en el usuario es un método iterativo donde se enfatiza el involucrar de forma activa al usuario, y el entendimiento claro de los requerimientos de la tarea y el usuario.

De acuerdo con la norma ISO 13407, la incorporación del diseño centrado en el usuario se caracteriza por:

- Involucrar activamente a los usuarios y entender claramente los requerimientos del usuario y la tarea.
- Una apropiada distribución de las funciones entre los usuarios y la tecnología.
- La iteración de las soluciones de diseño.
- Diseño multidisciplinario.

Es esencial involucrar al usuario para poder entender y definir el contexto de uso, las tareas y la forma en que van a trabajar los usuarios en el futuro con el producto o sistema. Los usuarios y desarrolladores deben interactuar a través del proceso de diseño; cuando se diseñan productos hechos a la medida del usuario, los usuarios reales pueden directamente involucrarse en el proceso de diseño, y para el diseño de productos de consumo se puede involucrar a representantes del grupo objetivo.

El objetivo de la tecnología es asistir al usuario a desarrollar las tareas seleccionadas, por lo que el diseño debe identificar todas las tareas, la forma en que serán desarrolladas y como serán repartidas entre el usuario y la tecnología, decisión que no puede basarse únicamente en las capacidades de la tecnología y dejar las demás tareas al ser humano.

En el diseño interactivo, la retroalimentación de los usuarios es una importante fuente de información. Por lo general, no es posible definir exactamente las necesidades del usuario al inicio del proceso, ya que por una parte, el diseñador no tiene una clara idea de lo que el usuario pueda querer, y por la otra, el usuario no tiene una idea clara de lo que la tecnología pueda hacer.

La situación actual de trabajo es sólo el punto de inicio para el diseño, por lo que el nuevo sistema puede cambiar el contexto de uso, los requerimientos tecnológicos y del usuario. El proceso de diseño debe “soportar” estas iteraciones visualizando y evaluando las nuevas situaciones, con lo que el diseño puede ser refinado.

El diseño centrado en el usuario requiere conjuntar una variedad de habilidades y conocimientos dependiendo en la naturaleza del sistema a desarrollar, por lo que el equipo multidisciplinario puede incluir usuarios finales, miembros de la gerencia, expertos en la aplicación, diseñadores del sistema, expertos en mercadotecnia, diseñadores gráficos, especialistas en factores humanos y personal de capacitación. Es posible que una misma persona represente varias de estas áreas, pero algo importante a considerar es que el diseñador nunca puede representar al usuario, a menos que el diseño sea desarrollado para su uso personal.

El diseño centrado en el usuario puede ser aplicado a cualquier componente de cualquier sistema con el que el usuario tenga que interactuar, por lo que queda incluido el hardware, software y los manuales.

Algunos aspectos que deben definirse cuando se planea un proyecto bajo la forma de diseño centrado en el usuario de acuerdo con la ISO 13407 (1999) son:

- Debe haber actividades para:
  - ✓ Definir el contexto de uso
  - ✓ Especificar los requerimientos del usuario y de la organización
  - ✓ Producir prototipos, y
  - ✓ Evaluar los diseños
- Las actividades antes mencionadas deben integrarse con las demás actividades de diseño, como es el análisis, diseño y pruebas.
- El plan debe identificar a las personas u organizaciones que son responsables de las actividades del diseño centrado en el usuario y el rango de habilidades y puntos de vista que deben incluirse.
- El plan debe definir los procedimientos de análisis de los resultados de la evaluación y retroalimentación de los resultados de diseño. El plan debe definir como documentar el diseño iterativo.
- Deben definirse plazos para las actividades de diseño centrado en el usuario, incluyendo plazos que permitan la retroalimentación y los posibles cambios en el diseño, y asegurando tiempo para las actividades de evaluación durante las fases de diseño.

El equipo multidisciplinario, dependiendo del proyecto, puede incluir:

- Técnicos expertos
- Representantes de los usuarios
- Expertos en la aplicación en campo
- Expertos en usabilidad
- Diseñadores gráficos
- Expertos en mercadotecnia

Cada uno de los participantes debe tener su papel y responsabilidad bien definidas en el proyecto, ya que el diseño no solo es el producto, también debe incluir los manuales, capacitación, mantenimiento, soporte técnico, empaque y mercadotecnia.

Para definir el papel de cada uno de los actores se debe considerar las fuentes para:

- Definir los requerimientos iniciales del usuario
- Ilustrar las decisiones de diseño

- Hacer los prototipos
- Evaluar durante la fase de análisis y diseño
- Analizar el resultado de la evaluación
- Realizar pruebas de campo

La mayor parte de las actividades requieren del trabajo entre expertos de diferentes áreas, pero es conveniente que una sola persona sea responsable de las actividades relacionadas con el diseño centrado en el usuario, así como la participación conjunta de los diseñadores y los usuarios en la mayor parte de las actividades, ya que la información de segunda mano nunca es tan adecuada como la de quienes trabajan y conviven con el sistema.