

Artículo **Evolución y tendencias en la interacción persona-ordenador**

Por Mireia Ribera Turró

Resumen: La autora resume en este artículo los diversos hitos en la historia de la interacción persona-ordenador, desde sus inicios a la etapa actual, en base a tres factores: la creatividad humana, la evolución de la tecnología y el uso de los ordenadores. En la etapa actual (a partir de 1989) el artículo analiza la influencia del entorno *www* y de la computación ubicua, nuevo paradigma computacional de gran impacto en la interacción persona-ordenador. Finalmente presenta algunas tendencias que empiezan a configurar la interfaz post-WIMP.

Palabras clave: Historia de la IPO, Psicología cognitiva, Antropología, WIMP, Post-WIMP, Computación ubicua, Multimodalidad, Realidad aumentada, Interfaces adaptativas, Diseño universal.



Mireia Ribera, ingeniera informática y diplomada en biblioteconomía y documentación, profesora en la Facultad de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona. Su área de investigación se centra en la accesibilidad y usabilidad del web.

Title: Human-computer interaction: development and trends

Abstract: The author reviews the milestones of the field of human-computer interaction (HCI) from its beginnings to the current state based on three factors: vision, technology and computer use. For the current period (from 1989), the article analyzes the importance of the WWW and of ubiquitous computing, the most influential new paradigm in computing of the last twenty years. Finally, the trends that are reconfiguring post-WIMP interfaces are highlighted.

Keywords: HCI history, Cognitive psychology, Ethnography, WIMP, Post-WIMP, Ubiquitous computing, Multimodal interaction, Augmented reality, Adaptive interfaces, Universal design.

Ribera Turró, Mireia. "Evolución y tendencias en la interacción persona-ordenador". En: *El profesional de la información*, 2005, noviembre-diciembre, v. 15, n. 6, pp. 414-422.

Introducción

Con la progresiva digitalización de los contenidos y la informatización de los servicios, a menudo el usuario de un servicio de información no trata directamente con el personal del centro (al menos en una primera aproximación) sino con una aplicación informática, y no consulta o lee documentos en papel sino en formato digital. El profesional de la información, para ofrecer un buen servicio en este entorno debe dominar nuevos campos de especialización como el tratado en este artículo, la interacción persona-ordenador.

Este trabajo ofrece una panorámica de la evolución de las interfaces persona-ordenador centrándose en las tendencias actuales y en las alternativas al aún predominante modelo WIMP (*Windows, Icons, Menus and Pointing devices*).

Antecedentes

Otros autores españoles han realizado estudios similares, a destacar **Mari Carmen Marcos** con un artículo en esta misma revista en el año 2001 (Marcos, 2001), que se complementa con una buena recopilación

de fuentes de información en el área, y con su libro publicado en 2004 (Marcos, 2004), muy recomendable para conocer los grupos de trabajo en el área en España. **Julio Abascal** ha publicado estados del arte y estudios de tendencias en *Novática* y en la revista *Inteligencia artificial* (González Abascal, 1996; Abascal, 2000; Abascal; Moriyón, 2002) con una amplia visión gracias a sus responsabilidades en la IFIP (*International Federation for Information Processing*). AIPO (*Asociación para la Interacción Persona Ordenador*) también ha realizado una tarea importante creando un libro base para la enseñanza universitaria en este campo, publicado en la Red (Lorés, [et al.], 2001). Finalmente, **Nuria Almirón** (Almirón, 2001) divulga en su libro "*De Vannevar Bush a la www*" pequeñas biografías de los autores más relevantes y de sus logros más importantes.

A nivel internacional hay diversos estudios recopilatorios de la historia de la IPO que se citan a lo largo del trabajo. Entre ellos: **Gaines**, 1986; **Gaines**, 2000; **Shackel**, 1997; **Myers**, 1998; **Myers**; **Hudson**; **Pausch**, 2000; **Pew**, 2002; **Maybury**, 2003; **Rogers**, 2004; **Sebe**; **Lew**; **Huang**, 2004.

Artículo recibido el 29-04-05

Aceptación definitiva: 26-09-05

Etapas en la historia de la interacción persona-ordenador (IPO)

En la evolución de la disciplina han influido diversos factores:

—La creatividad humana: especialmente en los inicios de la ciencia informática diversos visionarios realizaron proyecciones imaginarias sobre lo que podrían llegar a ser los ordenadores.

—El estado del arte de la tecnología: a menudo actuando como límite al diseño.

—El mercado de los ordenadores: directamente relacionado con el coste de los aparatos y que incide directamente tanto en el tipo de usuario como en el uso que hacen éstos.

«Hacia la década de los 80 los ordenadores se popularizan y se dirigen al gran público, siendo entonces el principal requisito la usabilidad»

Una breve síntesis de dos de los factores citados la encontramos en **Shackel** (1997), que relaciona las diferentes fases de la historia de la informática con los tipos de usuario y las implicaciones en el diseño de la interacción. Así, según este autor, en los primeros años (1950) los ordenadores eran máquinas de investigación pensadas para matemáticos y científicos, cuyo primer requerimiento era la fiabilidad de los cálculos. En la década de los 60 y 70 aparecen las mainframes dirigidas a los profesionales de tratamiento de datos, pero sus usuarios secundarios (los gestores de las empresas) no están satisfechos con los costes, retardos y poca flexibilidad de los aparatos. Avanzados los años 70 aparecen las minicomputadoras para ingenieros y otros profesionales no informáticos que, siempre según **Shackel**, tienen que realizar aún mucha programación sobre la máquina. Es hacia los 80 cuando los ordenadores se popularizan y se dirigen al gran público, siendo entonces el principal requisito la usabilidad. Durante la década siguiente aparecen nuevos dispositivos de pequeño tamaño: es la explosión de la informática móvil, dirigida al gran público pero a menudo en entornos móviles; la principal exigencia sigue siendo la usabilidad, que presenta nuevas dificultades para los profesionales de la IPO.

Una síntesis de otros dos factores, visión y tecnología, la ofrece **Myers** (1998), quien establece una relación entre la investigación universitaria (visión) y la sucesiva realización comercial de productos. De esta forma analiza el desarrollo de la manipulación directa, del ratón, de las interfaces con ventanas, de los editores de texto, del hipertexto y del reconocimiento del gesto.

A continuación se describen pues, las diferentes etapas con los cambios más importantes en cada uno de los tres factores citados: visiones, tecnologías y usuarios. La división temporal de etapas está basada principalmente en el artículo de **Pew** (2002).

1. Inicios (antes de 1967)

La tecnología está en sus comienzos: los ordenadores son grandes máquinas que procesan comandos en lenguaje máquina en modo *batch* –la operación se organiza en grupos o lotes de trabajo–, con largos tiempos de espera; la entrada se realiza por tarjetas perforadas y la salida por impresoras línea a línea; los usuarios son básicamente los propios programadores (**Shackel**, 1997).

Para la historia de la IPO lo más importante de este período son las visiones de diversos científicos, que hicieron proyecciones futuras para los ordenadores. Entre ellos destacan las ideas de **Bush**, **Nelson** y **Licklider**, así como los resultados experimentales de **Engelbart** y **Sutherland**.

Bush (**Bush**, 1945) ve a los ordenadores como asistentes documentales que facilitan el almacenamiento y la interrelación de los documentos. Imagina un dispositivo que extiende la capacidad de la memoria humana para guardar información de todo tipo, relacionarla y consultarla con rapidez, al que bautiza como *Memex*. Su principal aportación es establecer las bases conceptuales de lo que posteriormente se llamará “hipertexto”. El artífice de la denominación “hipertexto” y posteriormente también de “hipermedia”, entre otras, es **Ted Nelson** (**Nelson**, 1965), que recupera y expande las ideas de **Bush**, trabajando de por vida en su implementación en el proyecto *Xanadú*. *Xanadú* pretende crear el docuverso, un universo de documentos conectados entre sí en el que se guarda la memoria de la Humanidad y permite la creación de nuevas obras en las que se incorporan las fuentes originales.

Licklider en 1960 (**Licklider**, 1990) visiona una compenetración entre hombres y ordenadores para realizar investigación científica, en la que las máquinas (más rápidas y exactas) realizan el trabajo rutinario mientras que los hombres llevan a cabo la parte creativa. También prevé todos los ordenadores del continente (EUA) conectados entre sí (**Licklider**; **Wilson**, 1990). Crea dos de los grandes ideas que han dirigido la IPO desde entonces: el ordenador como asociado y como medio. No sólo contribuye a la disciplina con sus hipótesis, sino que durante muchos años trabaja como director de un colectivo de investigadores para llevarlas a la práctica. Entre las realizaciones de este grupo está la interacción a tiempo real entre el usuario y la máquina *durante* la ejecución de un proceso en

contraposición al funcionamiento por lotes, y la posibilidad de tener sistemas informáticos multiusuario.

Uno de los talentos contratado por los programas de *ARPA* (*Advanced Research Project Agency*) dirigido por **Licklider** que merece especial atención es **Doug Engelbart** que experimenta con nuevos dispositivos para que el ordenador sirva realmente de complemento a la mente humana (**Engelbart**, 1962). Sus aportaciones a la disciplina son múltiples y de tipo práctico: una pantalla en la que se pueden ver texto y gráficos simultáneamente, un dispositivo de apuntamiento (él es el inventor del ratón) y una primera implementación del hipertexto; también presenta algunas ingeniosas ideas para la gestión de ventanas. **Engelbart** crea el primer procesador de textos con las características básicas de los actuales. En el año 1968 demuestra todas estas posibilidades con el sistema *NLS* (*oNLine System*) en una conferencia sobre *IPO*, provocando una gran ovación de los asistentes.

A pesar de estos primeros logros, hasta el momento los ordenadores operan básicamente con números y texto; la manipulación de gráficos, que posteriormente se desarrollará en los sistemas *CAD* (*computer aided design*), viene de la mano de **Ivan Sutherland**, estudiante del *MIT* (*Massachusetts Institute of Technology*) que en su tesis de 1963 crea el programa *SketchPad* para hacer dibujos en la pantalla del ordenador mediante un lápiz apuntador, guardando en la memoria del ordenador pequeñas instrucciones para posteriormente manejar los dibujos, reutilizarlos y combinarlos.

2. 1967–1977

Los ordenadores han experimentado un cambio importante como resultado de toda la investigación citada; externamente ya cuentan con los dispositivos de entrada y salida que son comunes actualmente: teclado, componente gráfico de apuntamiento, pantalla, impresora de documentos. Internamente las limitaciones de memoria son todavía importantes y los tiempos de espera también. El coste de los aparatos dificulta su difusión y los usuarios son principalmente investigadores e ingenieros. A nivel de comunicación aparecen las primeras redes privadas a través de las líneas telefónicas que al principio se usan para transferir datos en modo *batch*. El tiempo real aparece tímidamente alrededor de 1971.

Aunque el estado de la tecnología aún no lo permite, algunos diseñadores ven ya las posibilidades de la informática para el público en general. En concreto el psicólogo **Seymour Papert** crea el lenguaje *Logo*, para escolares, con el que una tortuga responde a simples instrucciones de avance y giros creando formas dibujadas con su recorrido. Este lenguaje demuestra que los niños pueden familiarizarse sin dificultad con los len-

guajes de programación sin ninguna formación especial. Un estudiante de informática, **Alan Kay**, impresionado por los logros de **Papert** y **Engelbart** visiona un ordenador para todas y cada una de las personas, con la potencia de *NLS* y la simplicidad de *Logo*. **Kay** proyecta pues el ordenador personal en su tesis doctoral de 1969 (**Kay**, 1969) y trabaja en el equipo fundador de investigadores del *Xerox Palo Alto Research Center* (*PARC*) para hacer realidad su sueño. Sus dos grandes aportaciones son el entorno *SmallTalk*, que permite una programación incremental y la reutilización de procedimientos sembrando la simiente para la futura orientación a objetos del software; y la idea de conceptualizar las diferentes tareas del ordenador mediante ventanas solapadas. Otra aproximación al usuario lego en esta etapa es *VisiCalc*, la primera hoja de cálculo, que ya permite crear pequeñas rutinas de programación (macros). Finalmente, el uso de las redes informáticas se popularizará con la aparición, al final de esta etapa, del correo electrónico, que a la vez será la primera de las herramientas de trabajo cooperativo.

«Bush en 1945 ve a los ordenadores como asistentes documentales que facilitan el almacenamiento y la interrelación de los documentos»

En cuanto a la teoría informática, el mayor conocimiento y experimentación de la interacción persona–ordenador fructifica en unas primeras pautas de diseño de interfaces.

3. 1978–1988

Esta etapa se podría denominar como la del ordenador personal. En ella es crucial el papel de *PARC*, que consigue reunir a los principales talentos en el área, pues en él se fraguan los principales avances tecnológicos e hipótesis de futuro. Por fin el estado del arte de la tecnología, con la reducción de coste y tamaño de los ordenadores, permite hacer realidad la idea del ordenador para el público en general. El nuevo ordenador es una caja con el sistema central y con dispositivos de entrada y salida estándares: pantalla (ahora ya con bastante resolución), impresora (en esta época aparecen las láser), teclado y ratón que se dirige al personal de oficina.

Es una época muy rica en avances teóricos en el campo de la *IPO*, hay un ambiente entusiasta en la disciplina y *Palo Alto* es el nido de creación de futuras grandes empresas informáticas. La riqueza de ideas existente provoca que en el año 1982 se cree un grupo de interés especial sobre *IPO* en la *ACM* (*Association for Computing Machinery*), el *ACM Sigchi* (*Special Interest Group on Computer–Human Interaction*).

Una de las grandes aportaciones de esta etapa es la incorporación de las teorías de la psicología cognitiva a la disciplina, especialmente a partir del tratado de **Card, Moran y Newell** de 1983 (escrito a partir de investigaciones realizadas por los autores en *Xerox PARC*). En esta obra se aplican los conocimientos teóricos de psicología al campo de la interacción y se crea el modelo *GOMS* (*Goals, Operators, Methods and Selection rules*) un modelo analítico con el que estimar la bondad de un sistema interactivo. En segundo lugar se definen las bases teóricas de la usabilidad, como metodología para crear interfaces más fáciles de usar (**Bewley**, 1983; **Butler**, 1985; **Good; Spine; Whiteside; George**, 1986) como claro exponente de la nueva orientación de la informática centrada en el usuario en contraposición a la orientación anterior, centrada en la máquina. En tercer lugar, **Ben Shneiderman** establece las bases teóricas de la manipulación directa (que recibe este nombre por reemplazar los lenguajes de comandos por acciones directas sobre objetos visibles), en un manual de *IPO* con gran impacto (**Shneiderman**, 1987) en el que también recopila diversas directrices heurísticas¹.

Los principios de la manipulación directa descritos por **Shneiderman** se llevarán a la práctica de modo experimental en *Xerox*. El hito más importante de esta etapa es, sin duda, su implementación en *WIMP* definido por *Xerox*, comercializado por *Apple* y posteriormente imitado por *Microsoft*.

Es tan revolucionario el cambio que representan los nuevos ordenadores de *Apple* que la empresa difunde públicamente una guía de estilo, unos recursos y unas herramientas para desarrollar interfaces para su ordenador. La consistencia, que defiende la importancia de mantener unas convenciones en todos los programas para facilitar su aprendizaje y memorización, cobra así una gran importancia como principio heurístico de diseño. Su éxito es enorme: *WIMP* ha prevalecido sobre otras posibles interfaces gráficas hasta la era actual. Paradójicamente su penetración ha frenado la investigación en interfaces de usuario y se han olvidado ideas previas potencialmente más ricas¹.

No influido aún por la predominancia del modelo de interfaz creado por *Apple* con su ordenador *Macintosh*, **Negroponte** realiza aportaciones experimentales a la disciplina con *Dataland* y “put-that-there” (1980). Estas aplicaciones usan reconocimiento del habla y de los gestos poniendo en práctica varios conocimientos sobre el funcionamiento de la memoria humana. En el ámbito del hipertexto aparece el primer sistema hipermedia (que incluye texto y gráficos) creado en la *Brown University* (1979–1983), y después otros a los que se les añaden diversos formatos como voz, hojas de cálculo (1982) y vídeo (1983).

El entusiasmo inicial y las grandes expectativas creadas por los ordenadores producen finalmente un desencanto en el público, que encuentra los aparatos difíciles de usar, frustrantes, y poco flexibles. Ante el fracaso de muchos diseños se incorporan nuevos métodos de usabilidad en el desarrollo del software desde sus fases iniciales y se adopta el modelo de desarrollo en espiral: la especificación se realiza en múltiples iteraciones a partir de diseños previos o prototipos que se evalúan con la participación del usuario. El desencanto afecta también a la aplicabilidad de las teorías cognitivas; éstas se cuestionan fuertemente y se buscan nuevos fundamentos teóricos en la antropología³ con el influyente libro de **Suchman** *Situated actions* (**Suchman**, 1987) como ejemplo. En su obra, defiende la necesidad de que los sistemas informáticos sean como mapas, que propongan pero no prescriban rutas, que se adapten a diversos cursos de acción y que sean altamente reactivos, es decir informen inmediatamente de los resultados de una acción para parecerse más a las interacciones persona-persona de la vida real. Su influencia provoca la redefinición de la usabilidad, que ahora tendrá en cuenta el entorno y las situaciones concretas de la interacción (**Löwgren**, 1995) e incorporará algunas técnicas de antropología.

4. 1989–Actualidad⁴

Es una etapa difícil de sintetizar por la falta de perspectiva existente que no permite aún hacer divisiones claras en el tiempo. Aun así, la importancia de los cambios habidos justifica una exposición pormenorizada en tres subapartados.

a. La world wide web.

Es el cambio más importante de este período, entendido como la aplicación estrella de internet. Aporta dos novedades: es una interfaz centrada en el documento y no en la aplicación, que rompe los límites entre la información local y la remota.

La web no sólo es un avance tecnológico sino que se convierte en un elemento clave en el desarrollo de la sociedad de la información, que ha cambiado radicalmente el uso de los ordenadores. Se inmiscuye en todos los aspectos de la vida en la sociedad: desde la investigación científica y la educación, pasando por la e-administración, hasta el comercio electrónico⁵.

b. Continuidad y crisis en la disciplina.

Como línea continuista a las aportaciones teóricas de la anterior etapa, **Nielsen** simplifica y divulga los métodos de la usabilidad (**Nielsen**, 1993) para acercarlos a los profesionales de la *IPO*, con los “*discount usability methods*” que tendrán una gran repercusión. Los procedimientos que propone son mucho más bara-

tos que los de la ingeniería de usabilidad clásica y se basan principalmente en evaluaciones cualitativas.

Otro cambio tecnológico de la época, también proveniente de las telecomunicaciones, es la aparición y consolidación de las redes inalámbricas, siendo los estándares *Bluetooth* para redes de área personal y *Wi-Fi* (*Wireless Fidelity*) para redes de área local los ejemplos más conocidos. Este cambio se suma a la miniaturización de los componentes informáticos y posibilita la aparición de múltiples dispositivos móviles y de pequeño tamaño con prestaciones similares a los ordenadores: portátiles, asistentes digitales personales, teléfonos móviles; incluso se produce la integración de capacidad de procesamiento a dispositivos como electrodomésticos, relojes, etc. El cambio tecnológico provoca a su vez otro en el uso de los ordenadores: se utilizan en escenarios muy diferentes a los tradicionales (despacho o estudio con buena iluminación, silencio y concentración), y ahora se usan en el coche, en medio de multitudes, etc.

En las otras áreas de la *IPO*, aunque se sigue investigando en el reconocimiento del habla, en general hay pocas aportaciones experimentales o teóricas de relevancia. En esta etapa diversos autores hablan de la crisis de la disciplina. Observan que el modelo *WIMP* ya no tiene utilidad para los nuevos dispositivos (**Myers; Hudson; Pausch, 2000; Beaudoin-Lafon, 2004**), ni para los nuevos tipos de usuarios, los cuales tienen diferentes expectativas respecto a los ordenadores (**Beaudoin-Lafon, 2004**). Aunque los avances tecnológicos permitirían mejoras cualitativas importantes (**Myers; Hudson; Pausch, 2000**) y se intuye que hay que redefinir teorías y metodologías para crear nuevas pautas, la predominancia de la *www* y de *WIMP* impide cambios importantes en el campo. **Don Norman** había resumido ya las críticas a los modelos existentes en su libro *The psychology of everyday things* (**Norman, 1988**)⁶, donde sugiere nuevos principios de diseño basándose en el concepto de *affordances* –las propiedades percibidas y reales de los objetos que determinan sus posibles usos (según su propia definición)– creado por **Gibson** (**Gibson, 1979**).

c. La computación ubicua, un nuevo paradigma.

Es en este entorno cuando se publica el artículo más influyente de la disciplina en esta etapa, “*Computers for the twenty-first century*” de **Mark Weiser**, de nuevo un investigador del laboratorio *PARC*, (**Weiser, 1991**) sobre computación ubicua. La computación ubicua defiende que los ordenadores actuales ya no están vinculados al escritorio sino que están integrados en todos los aparatos y aspectos de nuestras vidas⁷, y las personas se relacionan con ellos de forma transparente. El ordenador ubicuo rompe las presunciones en que

se basaba gran parte del conocimiento y directrices del diseño en *IPO*: el foco de atención del usuario no es el ordenador, seguramente el usuario no tiene las dos manos libres, no está sentado, etc. Los nuevos ordenadores pueden ser desde grandes paneles en una pared para trabajo colaborativo, a pequeños dispositivos para tomar notas, pasando por sensores de presencia que activen sistemas de iluminación o de seguridad. Algunos autores (**Dix, 2004**) hablan de la “tercera ola” de la informática en la que la cantidad de ordenadores por persona cambia radicalmente: al principio de la era informática la relación era de un ordenador por varias personas; con los ordenadores personales la relación es de un ordenador por persona; y con la computación ubicua la relación es de varios ordenadores por persona.

Tendencias

Hablar sobre estas cuestiones es peligroso ya que son eso, tendencias, y aún el paso del tiempo no ha filtrado cuáles serán las más importantes o las que se impondrán, ni siquiera si algunas de ellas llegarán a realizaciones comerciales concretas. Especialmente en el campo de la informática y en el de la interacción (**Gaines, 1986**) los estudios prospectivos se han revelado muy poco fiables⁸. En este apartado las citas son más cuestionables, pues tampoco ha pasado el suficiente tiempo como para poder realizar un análisis de impacto; la selección y priorización es más personal y se apoya sólo en unos pocos estudios (**Myers; Hudson; Pausch, 2000; Abascal, 2000; Abascal; Moriyón, 2002; Sebe; Lew; Huang, 2004; Dix, 2004**).

De forma similar a como se mencionaba en la introducción, también en la aparición de tendencias novedosas intervienen los tres factores citados: las visiones, o creaciones intelectuales en el tema, el estado del arte de la tecnología y el mercado de los ordenadores y su uso.

En este caso parece que el factor más determinante es el estado de arte de la tecnología, que ha redefinido sustancialmente el concepto de ordenador. Por una parte, las tecnologías de la comunicación han evolucionado mucho y se han asentado los estándares inalámbricos. Por otra, la capacidad de proceso permite incorporar nuevos canales de entrada (básicamente habla, gesto y tacto) y finalmente el aumento de potencia y capacidad de almacenamiento permiten la creación de interfaces más similares al cine, con movimiento, sonido, etc. También los desarrollos en inteligencia artificial están muy ligados a la evolución de las interfaces (**Abascal; Moriyón, 2002; Gaines, 1986**): el aprendizaje automático (por ejemplo, en los programas de reconocimiento de voz, el usuario debe leer un texto preparado para “entrenar” al ordenador en su particular dicción y así mejorar el índice de reconoci-

miento), la programación por objetivos (por ejemplo: *Big Blue*, el ordenador campeón de ajedrez, no se ha programado con una secuencia de instrucciones predefinida, sino con diferentes acciones posibles que se deben elegir en tiempo real para lograr el objetivo de ganar la partida) y la representación informática del conocimiento son necesarios para los nuevos tipos de interacción.

**«Paradójicamente, tal y como
había ocurrido con WIMP, la
aparición de la www ha frenado
la investigación en el campo
del hipertexto»**

En el apartado de visiones vemos el impacto de los ordenadores ubicuos: gran cantidad de dispositivos de entrada y salida, diversidad de modalidades de entrada y variedad de aplicaciones. Otra vía de investigación, compartida cada vez por más investigadores, es la inclusión de los aspectos emocionales en la interacción (**Picard**, 1997), pero aún cuenta con pocas aplicaciones prácticas.

Finalmente, el mercado y el uso han variado significativamente: por una parte en cuanto a que la movilidad de los aparatos gracias a sus dimensiones y a las redes inalámbricas permite usarlos en entornos muy diversos; y por otra, en cuanto a que las reclamaciones de los usuarios con discapacidades han forzado ciertas características de las interfaces. La investigación en *IPO* debe crear nuevas interfaces adaptables a los dispositivos, al entorno y a los usuarios (**Bertini**, 2004). El ordenador se ha desvinculado del entorno de trabajo y se integra también en las actividades de ocio y de relación social. Las demandas en cuanto a interfaz de este tipo de actividades son muy diferentes a las de trabajo, y la evaluación de la usabilidad no se basa tanto en la productividad como en la reducción de la frustración.

De todos modos, algunos autores constatan un principio de continuidad en el diseño de la interacción, la continuidad producida por las capacidades, motivaciones y forma de actuar de las personas. Citando las palabras de **Gaines** (**Gaines**, 1986; **Gaines**, 2000) de la *IPO*, la P (persona), es el elemento más estable. También **Nielsen** constata esta continuidad observando cómo directrices de usabilidad escritas hace 20 años son aún válidas actualmente (**Nielsen**, 2005).

Por todos estos factores, pues, el mundo de las interfaces está cambiando y algunas de las líneas de trabajo actuales son las comentadas a continuación:

1. Multimodalidad

Consiste en que la interacción se sustenta en diversos canales de comunicación simultáneos: voz, te-

clado, tacto y gesto (**Myers; Hudson; Pausch**, 2000)⁹. La información de los canales puede ser sustitutiva (el control de un aparato por teclado o por voz, alternativamente) pero a menudo es complementaria (por ejemplo, ciertos sistemas de realidad virtual en que la interacción se basa simultáneamente en los movimientos del cuerpo y la activación de botones).

Esta nueva modalidad es fruto de la mayor potencia de los ordenadores, ya que la entrada por voz y gesto requieren algoritmos de reconocimiento y funciones de inteligencia artificial (aprendizaje), a diferencia de la entrada por teclado o por dispositivos de apuntamiento, de procesamiento casi inmediato.

La motivación para el estudio de esta tendencia es doble: por una parte la entrada y salida por audio puede solucionar la dificultad suplementaria impuesta a los nuevos terminales de reducción de tamaño y de proveer funciones multimedia (**Ringland**, 2003); por otra, la inclusión de usuarios con discapacidades, con serias limitaciones en uno de los canales de percepción o expresión, requiere a menudo el uso de canales de interacción complementarios o suplementarios (**Maybury**, 2003). Por ejemplo, si alguien no puede ver una animación en vídeo por deficiencias en la visión se le tendrá que proveer con una alternativa textual que pueda ser sintetizada en voz.

Finalmente, la multimodalidad, junto con la integración de los aspectos emocionales en la interacción, se ve como la evolución natural de las interfaces, cada vez más cercanas a las personas; algunos autores incluso hablan de interacción inteligente (**Sebe; Lew; Huang**, 2004).

Como ejemplo anecdótico de la importancia de esta línea de trabajo, citar que el *W3 Consortium* creó en 2002 un grupo de trabajo sobre multimodalidad (*World Wide Web Consortium*, 2002).

2. Realidad aumentada

Consiste en añadir información digital a los objetos reales. La persona interacciona con objetos físicos; el ordenador proyecta información adicional sobre ellos, y también capta la del entorno como entrada (**Lorés; Sendín; Aguiló**, 2000; **Ishii; Ullmer**, 1997; **Abascal; Moriyón**, 2002). A diferencia de la realidad virtual, con la realidad aumentada la interacción se da en el mundo real. Algunos autores, hablan de “realidad mixta” (**Sebe; Lew; Huang** 2004).

Para ser considerado de realidad aumentada un sistema informático ha de cumplir 3 requisitos¹⁰: combinar objetos reales y virtuales en un entorno real; funcionar de forma interactiva en tiempo real; registrar (alinear) los objetos reales y virtuales de forma recí-

proca. El rango de aplicaciones es múltiple: medicina, mantenimiento, montaje, visualización, ocio, etc.

Un ejemplo sería la visualización de los cables eléctricos y las tuberías de agua y gas durante operaciones de mantenimiento en un edificio, mediante unas gafas de realidad aumentada. En este ejemplo se combinan objetos reales (el muro sobre el que se está trabajando), con otros virtuales (los cables y tuberías visualizados) de forma interactiva en tiempo real (las acciones del operario se reflejan tanto en los objetos reales como en los virtuales) y con registro recíproco (si el operario se desplaza, su visualización también).

3. Interfaces adaptativas

Consiste en la adaptación dinámica de la interacción a las necesidades concretas o preferencias de cada usuario¹¹, a menudo con técnicas de inteligencia artificial (Abascal; Moriyón, 2002).

«A diferencia de la realidad virtual, con la realidad aumentada la interacción se da también en el mundo real. Algunos autores, hablan de ‘realidad mixta’»

Una de las diversas formas que ha adoptado es el diseño universal (*Universal design manifesto*, 1997), consistente en diseñar la interacción para usuarios de todas las edades, con capacidades diversas¹², o en situaciones extraordinarias¹³. En este sentido, la introducción de la manipulación directa ha significado una involución en las posibilidades de interacción para personas con discapacidad o para entornos discapacitantes, ya que los modelos anteriores, más textuales, eran más fácilmente transformables. En general esta línea de trabajo es consecuencia de la nueva computación ubicua y de los cambios sociales habidos a finales del siglo XX (Mueller; Mace, 1998). También, es una oportunidad de negocio para los productores de ordenadores que tienen los mercados tradicionales saturados, y pueden llegar de esta forma a nuevos clientes (Abascal, 2000).

Otra de las expresiones es la personalización de servicios, que pone más énfasis en las preferencias de los usuarios que en sus capacidades o las dificultades del entorno (Myers; Hudson; Pausch, 2000). Ya en el año 1993 aparece publicada una pequeña panorámica de la investigación en este campo realizada por McTeer (1993). Su principal área de aplicación es el comercio electrónico y un ejemplo muy extendido es la personalización de portales web, como *MyYahoo*, etc.

4. Aspectos emocionales

Diversas investigaciones han mostrado la influencia de los aspectos emocionales en la inteligencia hu-

mana (Sebe; Lew; Huang, 2004). Un área de investigación importante en *IPO* es la inclusión del “afecto” en la interacción persona-máquina¹⁴. El ordenador ha de ser capaz de reconocer, expresar, comunicar y responder a las emociones de las personas (Picard, 1997; Picard, 2003). Sudoración, pulsaciones, u otros indicadores biométricos se pueden usar para que se puedan proponer diferentes alternativas durante la interacción.

Con la introducción del ordenador en el mundo del ocio y de la relación social, tal y como se explicaba al inicio de este apartado, este aspecto toma cada vez más relevancia. Las personas que interactúan con los nuevos ordenadores, integrados en todos los aspectos de la vida cotidiana, quieren que sean objetos funcionales, pero también valiosos (Karat, 2002), es decir, con carga afectiva. Un ejemplo simple que demuestra este hecho es la importancia creciente que tiene el diseño externo de los dispositivos informáticos, algo de lo que ha tomado buena nota la empresa *Apple*.

5. Usabilidad

La metodología de la usabilidad tanto en sus expresiones “rebajadas” como en las más completas, sigue siendo un área de investigación importante (Abascal; Moriyón, 2002) con la divulgación creciente de las diversas metodologías existentes, con la creación constante de nuevas herramientas para automatizarlas, con la publicación de nuevas normativas internacionales en el área, etc. Como ejemplo indicativo de la relevancia de esta área mencionar que la nueva edición del manual de Shneiderman abre el libro con un capítulo dedicado a la usabilidad (Shneiderman, 2004).

Los nuevos tipos de usuario y las nuevas áreas de aplicación de los ordenadores redefinen la usabilidad en sus aspectos más subjetivos y sociales (Löwgren, 1995). En especial, en el área de comercio electrónico, usabilidad, satisfacción y retorno de la inversión, están íntimamente ligadas. En los últimos años se ha acuñado también el término “usabilidad universal”, como sinónimo de diseño universal, pues comparte con éste metodología y objetivos. Consiste en aplicar los principios de usabilidad para beneficiar al más amplio abanico de usuarios y situaciones.

Otros campos de investigación

Otro de los cambios importantes propiciados por la computación ubicua, en que los ordenadores forman parte de nuestra vida diaria, es que la interacción a menudo será responsabilidad del ordenador (Maybury, 2001; Gaines, 1986). La programación por objetivos y la captación del entorno como entrada, provocará que los ordenadores funcionen con un alto grado de autonomía.

Como iniciativas más continuistas, hay una línea de trabajo que quiere usar el web como nuevo arquetipo de interfaz gráfica de usuario. Su carácter multiplataforma y el soporte creciente a la multimodalidad le convierten en un entorno ideal para el cada vez más diverso número de dispositivos informáticos. Su carácter centrado en el documento responde mejor a las necesidades de los usuarios que las interfaces tradicionales centradas en la aplicación, más cercanas a las necesidades de la máquina. Aun así, debe resolver temas de privacidad y seguridad en la distribución de contenidos, conseguir mecanismos ágiles para integrar la lectura y la escritura en un mismo entorno, facilitar el trabajo con conjuntos de documentos y mejorar el seguimiento de una sesión de usuario, que actualmente sufre de la falta de *memoria de estado*—cada instrucción es independiente para el servidor web, el cual no “recuerda” al usuario— del protocolo http (Müller-Prove, 2002; World Wide Web Consortium, 2004).

Otros autores hablan de la necesidad de cambio en la interfaz del sistema de ficheros. Entre ellos **Tog, Nelson, Tim Berners-Lee** (citados en: Müller-Prove, 2002) y **Raskin** (2002). El sistema de ficheros actual responde más a los requerimientos internos del ordenador, orientados a la máquina, que a los de los usuarios. Funciones adicionales de navegación, recuperación y anotación de documentos se ven como obli-gadas para responder a las necesidades humanas.

Conclusiones

A lo largo del artículo hemos visto cómo se han ido realizando las visiones de los primeros pensadores en el área de la informática, **Bush, Licklider, Nelson** y **Kay** entre otros. Asimismo hemos constatado que la aparición de *WIMP* en los 80 y de la world wide web en la década siguiente actúan como popularizadores de los ordenadores, pero al mismo tiempo como freno a la investigación.

Aunque el nuevo salto tecnológico, la integración de la capacidad de computación a cualquier dispositivo, la movilidad y la miniaturización de componentes, con el paradigma de la computación ubicua como modelo, no ha tenido aún una respuesta clara en el diseño de interfaces, es evidente que la informática ha superado el escenario del ordenador personal.

El profesional de la información, si quiere ofrecer servicios de calidad en este entorno tecnológico, deberá estar atento a los avances en este campo, asegurar que la información llega al usuario por los medios más eficaces aprovechando las ventajas y minimizando las limitaciones de las tecnologías y modelos existentes.

Notas

1. El término evaluación heurística describe un método en el que un pequeño grupo de expertos examina una interfaz de usuario en busca de as-

pectos que no sigan algunos de los principios del buen diseño de interfaces de usuario [...]. **Joseph S. Dumas; Janice C. Redish**. *A practical guide to usability testing*. Rev. ed. Exeter, England: Intellect Books, 1999, p. 65.

2. Citando las palabras de **Müller-Prove** en su tesis doctoral:

“Después que el desarrollo haya llevado a implementar un sistema que funciona, nadie se acuerda de las raíces. Se han desvanecido la visión y los sueños que condujeron al producto” (**Müller-Prove**, 2002).

3. En la literatura especializada a menudo se habla de etnografía, pero actualmente la disciplina tal y como aparece descrita corresponde a la antropología.

4. En el artículo de **Pew** esta etapa se divide en 1989–1999 y 1999 and beyond. En este artículo he decidido unir las etapas pues el cambio de paradigma más importante (la computación ubicua) acontece al principio de la etapa, 1991, y aún ahora no se ha desarrollado plenamente.

5. El libro de su creador, **Berners-Lee** (2000), es una buena y entretenida lectura sobre la influencia mutua entre el tejido social y el desarrollo de esta herramienta.

6. Posteriormente lo reeditará titulólo *The design of everyday things*.

7. La idea, en este sentido, es similar a las *information appliances* de **Don Norman** (Norman, 1988).

8. Quizá la única excepción a esta regla la encontramos cuando se adopta el principio “la única manera de predecir el futuro es creándolo” popularizado por el centro de investigación *PARC*.

9. Podemos encontrar una definición de multimodalidad en **Baber** (2001) que la entiende tanto desde el punto de vista de la persona, como desde la máquina.

10. **Azuma** y otros (2001) como actualización del citadísimo *Survey* de **Azuma**, 1997.

11. Descripción adaptada a partir de la dada por **Brusilowsky** (2001) que literalmente dice: “construye un modelo de los propósitos, preferencias y conocimientos de cada usuario individual, y úsalo en toda la interacción con el usuario con el fin de adaptarlo a sus necesidades”.

12. Hasta ahora “las interfaces de la mayoría de sistemas informáticos han sido diseñadas, deliberadamente o por defecto, para el ‘típico’ usuario joven” (**Gregor; Newell; Zajicek**, 2002).

13. Citando las palabras de **Elizabeth Church** “diseño universal implica que ‘ello’ podría sucederme a mí, en contraposición a necesidades especiales que siempre son las de cualquier otro”. Extraído de: **Welch**, 1995.

Bibliografía

- Abascal, Julio**. «La interacción persona-computador en los próximos 25 años». En: *Novática*, 2000, n. 145, pp. 24–26.
- Abascal, Julio; Moriyón, Roberto**. «Tendencias en interacción persona computadores». En: *Inteligencia artificial. Revista iberoamericana de inteligencia artificial*, v. 2002, n. 16, pp. 9–24.
- Almirón, Nuria**. *De Vannevar Bush a la www*. Barcelona: Edicions 3 i 4, 2001. Isbn 84-7502-630-3.
- Beaudouin-Lafon, Michel**. «Designing interaction, not interfaces». En: *Working conference on advanced visual interfaces*, 2004, pp. 15–22.
- Berners-Lee, Tim**. *Tejiendo la red*. Madrid: Siglo XXI de España editores, 2000. Isbn 84-323-1040-9.
- Bertini, Enrico; Santucci, Giuseppe**. “Modelling internet based applications for designing multi-device adaptative interfaces”. En: *Working conference on advanced visual interfaces*, 2004, pp. 252–256.
- Bewley, William L.**, [et al.]. «Human factors testing in the design of Xerox’s 8010 ‘Star Office’ Workstation». En: *Sigchi conference on human factors in computing systems*, 1983, pp. 72–77.
- Bush, Vannevar**. «As we may think». En: *The Atlantic monthly*, 1945, n. 176, pp. 101–108.
- Butler, Keith A.** «Connecting theory and practice: a case study of achieving usability goals». En: *Sigchi conference on human factors in computing systems*, 1985, pp. 85–88.

- Dix, Alan** [et al.]. *Human-computer interaction*. 3rd ed. Harlow, England: Pearson Education, c2004. Isbn 0-13-046109-1.
- Engelbart, Doug C.** *Augmenting human intellect: a conceptual framework*. Stanford Research Institute, 1962.
- Gaines, Brian R.** «The development of human-computer interaction I. From time-sharing to the sixth generation». En: *Intl. journal of man-machine studies*, 1986, v. 24, n. 1, pp. 1-27.
- Gaines, Brian.** *HCI in the next millennium: supporting the world mind*. Consultado en: 22-04-05.
<http://regrid.com/reports/BRETAM/HCIMill/HCIMill.pdf>
- Gibson, James J.** *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin, 1979. Isbn 0395270499.
- González Abascal, Julio.** «Estado del arte en interacción persona-computador». En: *Novática*, 1996, n. 123, pp. 67-72.
- Good, Michael; Spine, Thomas M.; Whiteside, John; George, Peter.** «User-derived impact analysis as a tool for usability engineering.» En: *Sigchi conference on human factors in computing systems*, 1986, pp. 241-246.
- Ishii, Hiroshi; Brygg, Ullmer.** «Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms». En: *Sigchi conference on human factors in computing systems*, 1997, pp. 234-241.
- Karat, John.** «Beyond task completion: evaluation of affective components of use». En: *The human-computer interaction handbook: fundamentals, evolving technologies and emerging applications*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. Isbn 0-8058-3838-4.
- Kay, Alan.** «The reactive engine». University of Utah, 1969.
- Licklider, Joseph Carl R.** «Man-computer symbiosis». En: *In memoriam: J. C. R. Licklider 1915-1990*. Palo Alto, California: Digital Systems Research Center, 1990.
- Licklider, Joseph Carl R.; Taylor, Robert W.** «The computer as a communication device». En: *In memoriam: J. C. R. Licklider 1915-1990*. Palo Alto, California: Digital Systems Research Center, 1990.
- Lorés, Jesús; Sendín, Montse; Aguiló, Carles.** *Más allá de la manipulación directa. Hacia nuevos paradigmas de interacción*. Consultado en: 22-04-05.
http://giig.user.es/~mgea/workshops/interaccion2000/trabajos/articulos/Sendin_Montse.pdf
- Lorés, Jesús** [et al.]. *La interacción persona-ordenador*. Lleida: Jesús Lorés, editor, 2001. Isbn 84-607-2255-4.
- Löwgren, Jonas.** *Perspectives on usability*. Linköping, Sweden: Department of Computer and Information Science, Linköping University, 1995. IDA Technical Report, LiTH-IDA-R-95-23.
- Marcos, Mari Carmen.** «HCI (Human Computer Interaction): concepto y desarrollo». En: *El profesional de la información*, 2001, v. 10, n. 6, pp. 4-16.
- Marcos, Mari Carmen.** *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Gijón: Trea, 2004. Isbn 84-9704-118-6.
- Maybury, Mark T.** «Universal multimedia information access». En: *Universal access in the information society*, 2003, v. 2, n. 2, pp. 96-104.
- Maybury, Mark T.** *Human computer interaction: state of the art and further development in the international context-North America*. Consultado en: 22-04-05.
http://www.mitre.org/work/tech_papers/tech_papers_01/maybury_hcomputer/maybury_hcomputer.pdf
- McTear, Michael F.** «User modelling for adaptive computer systems: a survey of recent developments». En: *Artificial intelligence review*, 1993, n. 7, pp. 157-184.
- Mueller, James L.; Mace, Ronald L.** «A brief history of universal design». En: *The universal design file: designing for people of all ages and abilities*. The Center for Universal Design. NC State University, 1998.
- Myers, Brad; Hudson, Scott E.; Pausch, Randy.** «Past, present, and future of user interface software tools». En: *ACM transactions on computer-human interaction*, 2000, v. 7, n. 1, pp. 3-28.
- Myers, Brad A.** «A brief history of human-computer interaction technology». En: *Interactions*, 1998, v. 5, n. 2, pp. 44-54.
- Müller-Prove, Matthias.** «Vision and reality of hypertext and graphical user interfaces». University of Hamburg. Computer Science Department, 2002.
- Nelson, Ted.** «A tile structure for the complex, the changing and indeterminate». En: *ACM national conference*, 1965, pp. 84-100.
- Nielsen, Jakob.** *Sixty guidelines from 1986 revisited: sidebar to Jakob Nielsen's column durability of usability guidelines*. Consultado en: 22-04-05.
http://www.useit.com/alertbox/20050117_guidelines.html
- Nielsen, Jakob.** *Usability engineering*. London, UK: Academic Press, 1993. Isbn 0-12-518406-9.
- Norman, Donald.** *The psychology of everyday things*. [S. l.]: Basic Books, 1988. Isbn 0-465-06709-3.
- Pew, Richard W.** «Evolution of human-computer interaction: from Memex to Bluetooth and beyond». En: *The human-computer interaction handbook: fundamentals, evolving technologies and emerging applications*. Mahwah, NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. Isbn 0-8058-3838-4.
- Picard, Rosalind W.** *Affective computing*. Cambridge: MIT Press, 1997. Isbn 0-262-16170-2.
- Picard, Rosalind W.** «Affective computing: challenges». En: *International journal of human-computer studies*, 2003, v. 59, pp. 55-64.
- Raskin, Jef.** *The humane interface: new directions for designing interactive systems*. Boston: Addison-Wesley, 2000. Isbn 0-2-1-37937-6.
- Ringland, Simon P. A.; Scahill, Frank J.** «Multimodality: the future of the wireless user interface». En: *BT technology journal*, 2003, v. 21, n. 3, pp. 181-191.
- Rogers, Yvonne.** «New theoretical approaches for human-computer interaction». En: *Annual review of information science and technology*, 2004, n. 38, pp. 87-143.
- Sebe, Nicu; Lew, Michael S.; Huang, Thomas S.** «The state-of-the-art in human-computer interaction.» En: *Computer vision in human-computer interaction (lecture notes in computer science, v. 3.058)*, pp. 1-6.
- Shackel, Brian.** «Human-computer interaction: whence and whither». En: *Journal of the American Society for Information Science*, 1997, v. 48, n. 11, pp. 970-986.
- Shneiderman, Ben.** *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1987. Isbn 0-201-16505-8.
- Shneiderman, Ben; Plaisant, Catherine.** *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. 4a ed. Boston: Pearson Education, 2004. Isbn 0-321-19786-0.
- Suchman, Lucy A.** *Plans and situated actions: the problem of human-machine communication*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1987. Isbn 0-521-33137-4.
- Sutherland, Ivan E.** «SketchPad: a man-machine graphical communication system». En: *Afips spring joint computer conference*, vol. 23, 1963, pp. 329-346.
Universal design manifesto. Consultado en: 22-04-05.
http://www.design.ncsu.edu:8120/cud/univ_design/princ_overview.htm
- Weiser, Mark.** «The computer for the twenty-first century». En: *Scientific American*, 1991, pp. 94-104.
World Wide Web Consortium, W3C multimodal interaction activity. Consultado en: 22-04-05.
<http://www.w3.org/2002/mmi/>
World Wide Web Consortium, W3C tenth anniversary celebration media kit. Consultado en: 22-04-05.
<http://www.w3.org/2004/11/15-presskit-single.html>

*Mireia Ribera Turró, Departamento de Biblioteconomía y Documentación, Universidad de Barcelona.
ribera@ub.edu*