COMPARATIVE STUDY OF DIGITAL SKETCHING TOOLS FOR CONCEPTUAL DESIGN OF NEW PRODUCTS

García-García, Carlos; Chulvi, Vicente; Mulet Escrig, Elena; Felip, Francisco
Universitat Jaume I

In the early stages of the process of new product development appears the need of stablishing the communication processes of creative proposals between the agents implied in the process. It is essential to optimize that communication process to reduce the time of conceptual developing of initial proposals, as well as reaching an agreement about the proposal that fits better the initial design specifications.
The communication processes are generally based on visual language in order to optimize them. Visual language is traditionally focused on the use of realistic illustrations, developed by means of manual drawing techniques. There has been an evolution on the digital tools in the last years, so they attempt to emulate both the manual graphic techniques and the natural body-language of the lines make with the traditional drawing tools. Digital Sketching provides the design teams with new edition possibilities and a more up-to-date graphic language. In the same way, 3D modelling tools have appeared which allow an easy and agile modelling adequate for the conceptual design.
Following this idea, the present work shows a comparative study on different hardware tools and software for the elaboration of conceptual design proposals through different digital graphic languages.

Keywords: Digital sketching; conceptual design; pen tablets; tablets; pen displays.

ESTUDIO COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS DE DIGITAL SKETCHING PARA EL DISEÑO CONCEPTUAL DE NUEVOS PRODUCTOS

En las fases iniciales del proceso de desarrollo de nuevos productos surge la necesidad de establecer procesos de comunicación de propuestas creativas entre los diferentes agentes implicados en el proceso. Resulta fundamental optimizar dicha comunicación con el fin de reducir el tiempo de desarrollo conceptual de las propuestas iniciales, así como consensuar la propuesta que mejor cumple con las especificaciones de diseño establecidas.
Generalmente los procesos de comunicación se basan en el uso del lenguaje visual para optimizarlos. Éste se ha centrado tradicionalmente en el uso de ilustraciones realistas, desarrolladas mediante técnicas manuales de dibujo. En los últimos años ha habido una evolución de las herramientas digitales que tratan de emular tanto las técnicas gráficas manuales, como la gestualidad natural de los trazos realizados con herramientas de dibujo tradicionales. El Digital Sketching ofrece al equipo de diseño nuevas posibilidades de edición y un lenguaje gráfico más actual. Del mismo modo, han surgido herramientas de modelado 3D que permiten un modelado sencillo y ágil, adecuado para el diseño conceptual.
Siguiendo esta línea, este trabajo presenta un estudio comparativo de diferentes herramientas de hardware y software para la elaboración de propuestas de diseño conceptual mediante diferentes lenguajes gráficos digitales.

Palabras clave: Digital sketching; diseño conceptual; tabletas digitales de dibujo; tabletas; pantallas de dibujo

Correspondencia: Carlos García García - cgarciag@esid.uji.es

Agradecimientos: Este trabajo forma parte del proyecto titulado "EL ARTE Y EL DISEÑO EN LA NUEVA SOCIEDAD DIGITAL", con código P1·1B2015-30 financiado porla Universitat Jaume I en su plan de investigación. 1B2015-30

1. Introducción

La sociedad actual está viviendo un proceso acelerado de digitalización de procesos y relaciones, tanto sociales como industriales (Martin, 2008). La eclosión y democratización de los Medios Sociales (Kietzmann et al., 2011) y los avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación están provocando multitud de cambios en las relaciones sociales (Kelly Garrett, 2006; Tondeur et al, 2010; Watson, 2001). Cada vez existe un mayor volumen de población conectado permanentemente a la Red (Telefónica, 2016), utilizando este nuevo territorio como medio de comunicación interpersonal en todas las facetas de su vida diaria. Estos nuevos medios digitales están generando nuevos lenguajes específicos (Manovich, 2001), que permiten la comunicación interpersonal a través de nuevas estructuras comunicativas. Las herramientas de mensajería instantánea han sustituido en gran medido a las llamadas telefónicas y los SMS (Church & Oliveira, 2013), ampliando el concepto de comunicación uno-a-uno hacia el de comunicación grupal entre un número determinado de individuos, categorizados en función de alguna característica singular (familiar, amistad, afición, laboral, etc.).

Estos nuevos modos de interacción social también se están trasladando al ámbito profesional (García-García & Felip, 2016; García-García, Galán & Izquierdo, 2016). La hegemonía de los servicios de asistencia telefónica, ofrecidos por la mayor parte de compañías de productos o servicios, se está viendo complementada por la asistencia a través de foros en blogs propios, de redes sociales (Facebook, twitter, etc.) (Cavanagh, 2015), o incluso de tele asistencias a través de chats o video-chats. Las nuevas generaciones demandan nuevos lenguajes de comunicación en todos los ámbitos en los que desenvuelven su actividad (formativo, laboral, ocio, etc.). Estos nuevos lenguajes se centran en el uso de los medios audiovisuales e interactivos, en los que la imagen, el color, las formas y los trazos toman mayor importancia (Oxman, 2006).

En el ámbito profesional del diseño de producto, tradicionalmente se han utilizado diferentes técnicas gráficas de dibujo manual para la elaboración de propuestas gráficas (Cross, 2008; Ferguson, 1992; Jonson, 2005; Pipes, 1991; Ullman, Wood, & Craig, 1990). Las más comunes son el uso de rotuladores, lápices de colores o pastel. En función de la finalidad de las mismas, las propuestas se han venido desarrollando con un mayor o menor nivel de realismo, desde bocetos muy gestuales y expresivos, para expresar ideas conceptuales en las primeras fases de diseño, hasta renderizados hiperrealistas, para comunicar una propuesta final de un diseño de detalle (Eissen & Steur, 2007; Galán et al., 2013); Olofsson & Sjölén, 2007; Powell, 1985; Powell & Monahan, 1993).

Estas técnicas requieren de un nivel de destreza muy elevado y de una amplia experiencia en la visualización de volúmenes tridimensionales plasmados en un formato bidimensional. En la mayor parte de los casos, la técnica no ofrece ningún margen de error, complicando con ello la resolución de las propuestas gráficas y provocando la necesidad de repetición de propuestas hasta conseguir una definitiva. Sin embargo, ésta es una tarea que el diseñador no puede delegar en otra persona, ya que difícilmente se conseguiría trasladar toda la información de la idea conceptual prefigurada al boceto. Por ello, la realización de la propuesta gráfica de diseño conceptual se convierte en un diálogo entre el diseñador y el propio boceto (Goldschmidt, 1991). Existen numerosas investigaciones que profundizan en la relación entre el diseño y la presentación de propuestas gráficas mediante bocetos, poniendo de manifiesto cómo estas representaciones ayudan al diseñador a generar nuevas ideas, a ampliar su memoria a corto plazo, etc. (Bilda, Gero, & Purcell, 2006; McGown, Green, & Rodgers, 1998; Purcell & Gero, 1998; Tovey, 1989).

Para adaptar al nuevo paradigma digital tanto el lenguaje gráfico utilizado en las propuestas de diseño conceptual, como los requerimientos técnicos de los profesionales que deben desarrollarlos, existen herramientas informáticas que resulta interesante estudiar.

El primer dispositivo de reconocimiento de escritura manual, con un concepto similar al actual, fue el Stylator en 1957 (Holzinger, A. et al., 2012). Aunque este tipo de periféricos ha ido evolucionando poco a poco a lo largo de los años, viendo restringido su uso al ámbito del diseño profesional, ha sido en los últimos años, con la eclosión de las aplicaciones gráficas y los dispositivos móviles cuando ha tomado un mayor auge la aparición de nuevos sistemas de reconocimiento de trazos manuales realizados con algún tipo de *stylus* o lápiz digital. El presente artículo muestra un estudio comparativo de diferentes herramientas de hardware y software orientadas a la elaboración de propuestas de diseño conceptual, que permitan mostrar gráficamente una idea de diseño con diferentes niveles de concreción en función de las necesidades específicas de cada caso.

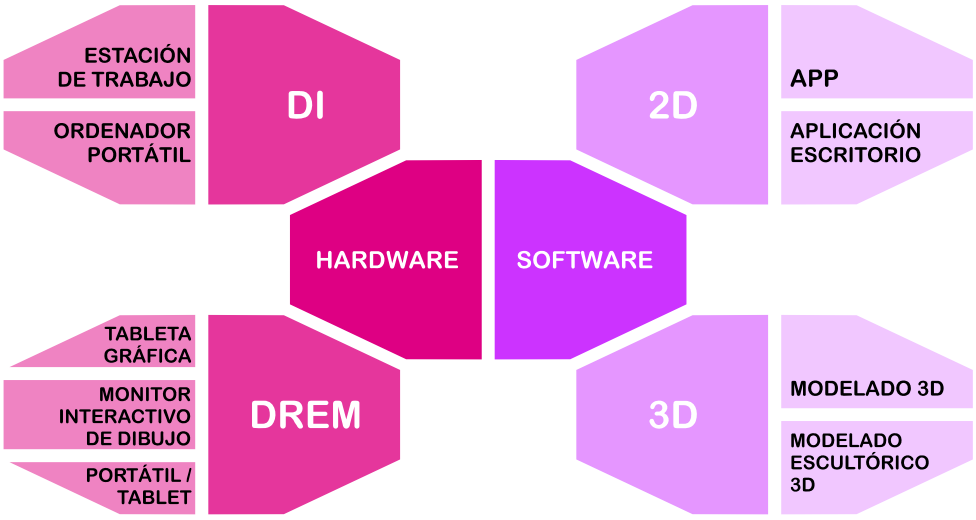
2. Herramientas

Para abordar el estudio comparativo de las herramientas necesarias para el desarrollo de propuestas gráficas de diseño conceptual, es conveniente analizar cuáles son los componentes que conforman el sistema de trabajo. Dicho sistema suele estar compuesto de herramientas específicas de software y de hardware (Fig. 1), entre las que encontraríamos:

- **Un dispositivo informático (DI).** Principalmente con sistema operativo Windows, OS X o iOS y minoritariamente con sistemas basados en Linux o Android
- **Un dispositivo de reconocimiento de escritura manual (DREM).** Dotado de un *Stylus*, activo o pasivo, que permita la realización de trazos gestuales sobre una superficie, de modo que estos se transfieran a la aplicación informática.
- **Un software gráfico.** Con lenguaje gráfico en 2D o 3D.

El estudio se centrará en aquellas características que las hacen más o menos adecuadas para el desarrollo de bocetos digitales de productos industriales durante la fase de diseño conceptual. Por ello, no importará tanto el tamaño del área activa de trabajo del dispositivo de entrada, sino la calidad del trazo resultante que se puede obtener con ella, o lo adecuada que puede ser para un uso concreto, como el trabajo dentro del estudio o fuera de él.

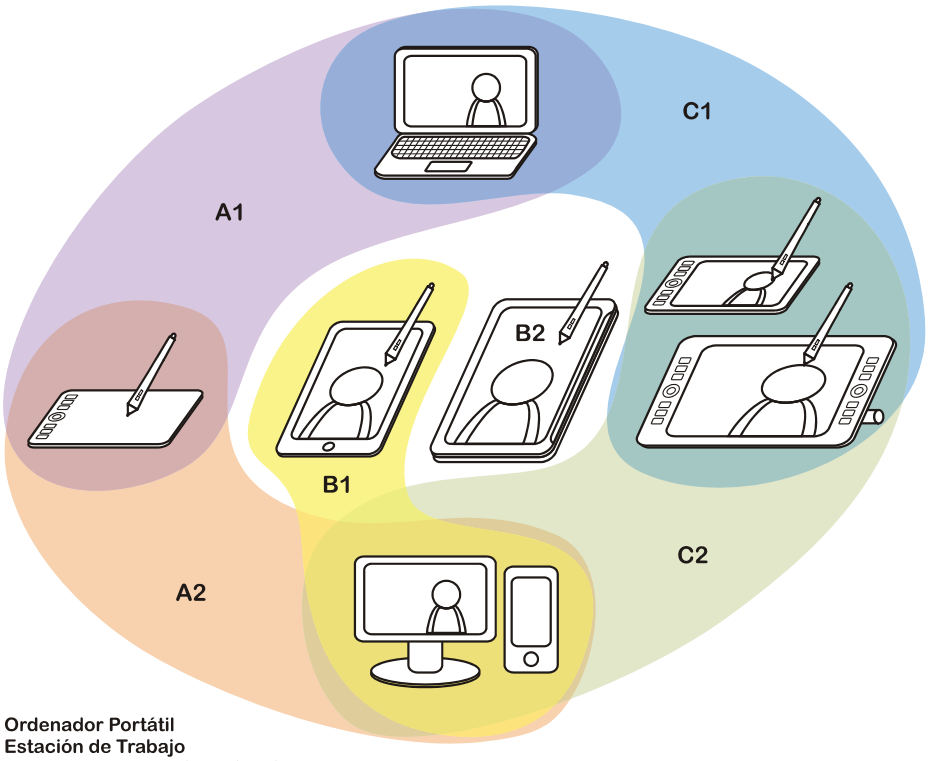
Figura 1. Componentes del sistema de trabajo para la elaboración de propuestas gráficas.



2.1 Hardware

Dentro de las herramientas de hardware necesarias para realizar evidencias gráficas de diseño conceptual de productos industriales, encontramos los dispositivos informáticos y los dispositivos de reconocimiento de escritura manual (Fig. 2).

Figura 2. Opciones de sistemas de trabajo posibles para la elaboración de propuestas gráficas.



Opción A1- Tableta Gráfica + Ordenador Portátil
Opción A2- Tableta Gráfica + Estación de Trabajo
Opción B1- Tablet (Opcionalmente con Estación de Trabajo)
Opción B2- Ordenador Portátil con Monitor Interactivo Integrado
Opción C1- Monitor interactivo de dibujo + Ordenador Portátil
Opción C2- Monitor interactivo de dibujo + Estación de Trabajo

Algunos dispositivos de entrada para el reconocimiento de trazos gestuales requieren de un ordenador para su funcionamiento (estación de trabajo o portátil). La mayor parte de dispositivos ofrecen drivers para su funcionamiento en Sistemas Operativos Windows y OS X. Otros dispositivos incluyen el sistema informático integrado junto al sistema de reconocimiento de trazos gestuales. Es el caso de las *Tablets* o *Phablets*, según su tamaño, o de algunos ordenadores portátiles que ofrecen funciones táctiles en la pantalla, permitiendo el uso de *Stylus* propios o de terceros. En este caso, los Sistemas Operativos más comunes son Windows, iOS o Android. A pesar de existir multitud de *stylus* de terceros para dispositivos inteligentes basados en sistemas Android, las alternativas profesionales son escasas o de menor calidad.

El Sistema Operativo ofrecido por el Hardware del sistema de trabajo supone un factor limitante a la hora de escoger la aplicación de arte digital, ya que no todas las aplicaciones profesionales están disponibles para todos los sistemas. Existen dos tipos de tecnologías inalámbricas en cuanto al funcionamiento de los stylus, pasivos y activos. Los pasivos basan su funcionamiento en la inducción electromagnética, siendo la tableta la encargada de emitir y recibir la señal electromagnética. La consecuencia más visible para el diseñador es la ausencia de baterías en el stylus, reduciendo su peso y no siendo necesaria su recarga. En el caso de los stylus activos sí que requieren de una batería dentro del stylus que es necesario sustituir o recargar periódicamente según sea el caso.

2.1.1 Tableta Gráfica (Drawing Tablet) + Ordenador

El sistema de trabajo formado por una Tableta Gráfica (Fig. 3) y un ordenador es el sistema más extendido entre los profesionales (Opción A). Esto se debe a su menor coste en relación al resto de opciones, ya que aprovecha la estación de trabajo habitualmente utilizada por el diseñador y solo requiere de la inversión de la propia Tableta Gráfica. Además permite el uso de prácticamente cualquier aplicación informática.

La Tableta Gráfica consiste en una superficie activa de dibujo que se conecta mediante un conector USB a la estación de trabajo, y de un *stylus* o lápiz digital que permite trasladar los trazos gestuales del diseñador al programa informático.

Algunos ejemplos de tabletas gráficas de uso profesional son: **WACOM** Intuos Pro M (PTH651) (http://www.wacom.com/), **HUION** DWH69 (https://www.huiontablet.com/), **UGEE** M708 Tablet (http://ugee.net/), **XP-PEN** Star04 (http://www.xp-pen.com/) y **VIS TABLET** VT 12-Inch Graph Pen Tablet (http://www.vistablet.net/).

Figura 3. Tableta Gráfica Wacom Intuos M (http://www.wacom.com/).

2.1.2 Monitor Interactivo de Dibujo (Drawing Tablet Screen) + Ordenador

El sistema de trabajo es muy similar al caso anterior. Está compuesto de la estación de trabajo de uso convencional del diseñador y de una pantalla interactiva que permite realizar trazos digitales directamente sobre ella (Opción C). Dicha pantalla puede sustituir al monitor convencional de la estación de trabajo.

Encontramos dos conceptos de pantalla en función de su tamaño. Las de sobremesa, generalmente entre 21” y 27”, con un soporte fijo y robusto adaptable a diferentes posiciones de inclinación. Y las portátiles, generalmente entre 10” y 13”, con un tamaño menor que permite su uso cogiéndola con la palma de una mano, de modo que sea posible adaptar la inclinación de la tableta a la dirección del trazo en lugar de girar el lienzo en la aplicación informática. Además es posible transportar estas últimas junto a un ordenador portátil, permitiendo el trabajo fuera del estudio.

La diferencia fundamental de los monitores interactivos de dibujo con las tabletas gráficas tradicionales es la posibilidad de visualizar el trazo en tiempo real en el extremo del *stylus*, simulando de un modo muy realista la sensación de trazo directo que ofrecen los rotuladores. Por el contrario, las tabletas gráficas tradicionales provocan una pequeña distorsión en la percepción del diseñador, ya que el trazo no aparece sobre la superficie de la tableta, sino en la pantalla. Esto hace que sea más difícil realizar trazos precisos, siendo necesarios en ocasiones diferentes intentos para conseguir el trazo deseado. Este efecto desaparece con el uso y la experiencia con el dispositivo.

El mayor inconveniente es el elevado precio de todas las opciones disponibles en comparación con las tabletas gráficas tradicionales, aunque existen grandes variaciones entre marcas.

Algunos ejemplos de monitores Interactivos de dibujo o *drawing tablet screens* de escritorio son:

- **WACOM** (http://www.wacom.com/). Cintiq 27QHD touch (27", 2560x1440px, 2048 niveles presión, 5080 LPI), Cintiq 22HD touch (21.5", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI).
- **HUION** (https://www.huiontablet.com/). Huion GT-220 (21.5", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI, 220rps).

Figura 4. Tableta Gráfica Wacom Cintiq 27QHD touch (http://www.wacom.com/).

- **UGEE** (http://ugee.net/). UG-1910B (19", 1440x900px, 2048 niveles presión, 5080 LPI, 220rps). UG-2150 (21.5", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI, 230rps)
- **XP-PEN** (http://www.xp-pen.com/). XP-Pen 22 (22", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI, 220rps).
- **YIYNOVA** (http://www.yiynova.eu/). MVP22U V3 (21.5", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 4000 LPI, 200rps velocidad seguimiento). SP1001 (10", 1280x800px, 2048 niveles presión, 5080 LPI, 200rps)

Algunos ejemplos de monitores Interactivos de dibujo o *drawing tablet screens portátiles* son el **WACOM** (Cintiq 13HD touch (13.3", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI) y **ARTISUL** D13 (13.3", 1920x1080px, 2048 niveles presión, 5080 LPI) (https://artisul.com/).

2.1.3 Tablet / Ordenador portátil

En este caso el sistema de trabajo incorpora el sistema informático integrado junto al sistema de reconocimiento de trazos gestuales (Opción B).

La diferencia fundamental entre los tipos B1 y B2 se centra en la arquitectura del dispositivo y la integración del teclado. Los dispositivos tipo *Tablet* (Opción B1) suelen integrar la unidad de proceso junto a la pantalla táctil, siendo el teclado un periférico inalámbrico que se integra con el cuerpo de la Tablet mediante la funda de transporte.

En el caso de los ordenadores portátiles la unidad de proceso se integra en el mismo cuerpo que el teclado, siendo la pantalla táctil el elemento móvil unido generalmente mediante algún tipo de bisagra que permite un giro de 360º (Opción B2).

La diferencia respecto a los dos anteriores reside fundamentalmente en que ya no se trata de un periférico de entrada de datos que se conecta a una estación de trabajo, sino que se trata de un equipo completo y autónomo. Por ello, resulta fundamental la potencia de proceso del equipo, la memoria RAM y de almacenamiento, y el Sistema Operativo que lo gestiona, ya que serán factores que condicionarán el software que se podrá instalar en el dispositivo. Algunos ejemplos de tablets sin teclado integrado son:

- **APPLE** (http://www.apple.com/). Ipad Pro + Apple Pencil (12.9", 2732x2048px).
- **MICROSOFT** (https://www.microsoft.com). Surface Pro 4 + (12.3", 2736x1824px).
- **WACOM** (http://www.wacom.com/). Cintiq Companion 2 (13.3", 2560x1440px, 2048 niveles presión).
- **LENOVO** (http://www.lenovo.com/). IdeaPad Miix 700 + Lenovo Active Pen (12", 2160x1440px).

Algunos ejemplos de ordenadores portátiles con pantalla táctil que soportan un *stylus* que permita su uso para *digital sketching* son:

- **LENOVO** (http://www.lenovo.com/). Yoga 3 Pro + Wacom Stylus (13.3", 3200x1800px).
- **LENOVO** (http://www.lenovo.com/). ThinkPad Yoga 14 + Lenovo ThinkPad Pen Pro (14", 1920x1080px).

2.2 Software

Los dispositivos inteligentes, como *Tablets* o *Phablets* disponen de recursos más limitados en cuanto a potencia de cálculo. Por ello, las aplicaciones disponibles para estos son pequeñas Apps, que en algunos casos son totalmente funcionales. Están diseñadas para una interacción íntegramente táctil por parte del usuario, centrada en gestos con la mano o con el *stylus*, sin disponer de un teclado físico para el uso de comandos o atajos de teclado.

Por el contrario, las aplicaciones de Arte Digital o *Digital Sketching* profesional generalmente están diseñadas para una interacción más compleja por parte del usuario, combinando los trazos con el *stylus*, con comandos de teclado e interfaces de menús y paletas más complejas. En algunos casos se ven complementadas con pantallas táctiles que permiten algunas funciones útiles mediante gestos como el zoom, el desplazamiento o la rotación del lienzo.

2.2.1 Software 2D de Arte Digital

- **Corel Painter 2016** (http://www.painterartist.com/). Herramienta muy completa para simular digitalmente técnicas pictóricas tradicionales. Su manejo es preciso pero complejo. Disponible para Windows y OS X. Es posible conectar el iPad a la estación de trabajo Mac mediante la APP "Cinco for Painter", para utilizar la tableta como Pad táctil de atajos de teclado configurables para agilizar la productividad y mejorar la experiencia de usuario con Painter.
- **Autodesk SketchBook Pro 7** (http://www.autodesk.com/products/sketchbook-pro/). Interfaz muy dirigida al uso exclusivo con *stylus* por lo que se adapta perfectamente al uso en estaciones de trabajo o *tablets* (SketchBook APP). Dispone de herramientas de perspectiva que facilitan el encajado del producto industrial. Disponible para Windows y OS X.
- **Autodesk SketchBook App** (https://www.sketchbook.com/mobile/). App muy similar a la aplicación de escritorio. Disponible para iOS, Android o Windows Phone.

- **Adobe Photoshop CC** (http://www.adobe.com/es/products/photoshop.html). La herramienta de edición de imagen digital más utilizada por diseñadores. Ofrece multitud de opciones específicas de *sketching*, además de todo el potencial de la herramienta en cuanto al uso de capas, selecciones, transformaciones, modos de fusión de capa, filtros, etc. Posiblemente es la opción más versátil. Disponible para Windows e OSX, pero no para iOS. Para utilizar Photoshop CC en el iPad es posible recurrir a la APP Astropad que permite conectar el iPad a un Mac mediante Wi-Fi para utilizar todas las aplicaciones de la estación de trabajo en el iPad.
- **Adobe Photoshop Sketch** (http://www.adobe.com/es/products/photoshop.html). App de *sketching* integrada con Adobe Illustrator y Adobe Photoshop, incluida en la Creative Cloud. Su interfaz es sencillo pero totalmente funcional. Disponible solo para iOS.
- **PaintTool Sai** (https://www.systemax.jp/en/sai/). Muy utilizado para el entintado de dibujos. Muy orientado al dibujo manga japonés. La aplicación es muy ligera y la rotación del lienzo es muy rápida, pero la interfaz está un poco desfasada. Disponible solo para Windows.
- **Clip Studio Paint Pro** (http://my.smithmicro.com/manga-studio-5.html). Anteriormente denominado Manga Studio. Muy orientado al dibujo manga japonés. La aplicación es muy completa para bocetado y sobre todo para el entintado de dibujos. Disponible para Windows e OSX, pero no para iOS.
- **Procreate** (http://procreate.si/). App profesional disponible para iOS diseñada para su funcionamiento en un iPad o un iPhone mediante el uso exclusivo del Apple Pencil. Muy funcional y con una curva de aprendizaje reducida.

2.2.2 Software 3D de Modelado Conceptual

- **Google SketchUp** (https://www.sketchup.com/). Herramienta muy atractiva para el modelado 3D de productos industriales con geometrías poco complejas. El proceso de modelado es muy intuitivo por lo que la curva de aprendizaje es corta. Disponible para Windows y OS X.
- **Solid Thinking** (http://www.solidthinking.com/). Herramienta muy potente y atractiva para el modelado de superficies orgánicas 3D. Permite editar el volumen mediante la modificación directa de las curvas generatrices. Disponible para Windows y OS X.
- **ZBush 4R7** (https://pixologic.com/). Herramienta de modelado escultórico digital 3D. El proceso de modelado digital que ofrece la herramienta simula el proceso tradicional de modelado en barro o cualquier otro material plástico. El tratamiento es menos preciso que en los anteriores, pero más adecuado para la generación de superficies orgánicas espontáneas. Para la generación de objetos más geométricos es conveniente utilizar el módulo ZModeler. Disponible para Windows y OS X.

3. Metodología

Para la realización del estudio comparativo, se han identificado las características fundamentales que debe poseer, o son deseables, para el sistema de trabajo. El sistema estará compuesto de un dispositivo de entrada gestual (tableta digital), una aplicación informática de bocetado digital y en caso necesario de un ordenador que pueda ejecutar adecuadamente la aplicación informática (hay tablets que son autónomas). Dichas características han sido consensuadas por un equipo de expertos de diferentes disciplinas, como dibujo, expresión gráfica arquitectónica, o proyectos de ingeniería. Del mismo modo, el equipo de expertos ha realizado una selección previa de las herramientas estudiadas,

para analizar las que se consideran más adecuadas para el desarrollo de propuestas gráficas de diseño conceptual de productos industriales. Para su valoración se han desarrollado diferentes estrategias de análisis, realizando algunos test de funcionalidad entre varios usuarios con alguna de ellas. Los test se han complementado con la búsqueda documental de las características ofrecidas por cada fabricante. Los resultados obtenidos han sido consensuados entre los diferentes usuarios en función de su experiencia de uso con el dispositivo.

Los dispositivos de hardware seleccionados para el estudio han sido: Wacom Intuos Pro M + Estación de trabajo, Wacom Cintiq 22HD touch + Estación de trabajo, Ugee UG-2150 + Estación de trabajo, Wacom Cintiq 13HD touch + Estación de trabajo, Ipad Pro + Apple Pencil, Microsoft Surface Pro 4 y Wacom Cintiq Companion 2.

Las aplicaciones seleccionadas para el estudio han sido: Adobe Photoshop CC (Photoshop sketch en iPad), Autodesk SketchBook Pro 7 (APP en iPad), Procreate (solo en iPad), Google SketchUp (solo en Windows), Solid Thinking (solo en Windows) y por último, ZBrush 4R7 (solo en Windows).

4. Resultados

Como resultado del estudio se ha obtenido una primera valoración del funcionamiento o adecuación de las diferentes herramientas de diseño, concretamente para el desarrollo de propuestas conceptuales de productos industriales utilizando un lenguaje gráfico (Fig. 5). En ella, se han valorado 14 características que pretenden orientar la adecuación de cada herramienta a las necesidades planteadas.

Figura 5. Estudio comparativo de herramientas de bocetado 2D y 3D para el desarrollo de propuestas gráficas de diseño conceptual de productos industriales.

	Sketching 2D			Modelado conceptual 3D		Modelado escultúrico 3D
	Photoshop CC	Sketchbook Pro 7	Procreate for iPad	SketchUp	Solid Thinking	Zbrush 4R7
C1- Dificultad bocetado de objetos industriales	Media	Muy baja	Media	Baja	Alta	Muy Alta
C2- Adecuación para formas orgánica	Alta	Alta	Alta	Media	Media	Muy alta
C3- Adecuación para formas geométricas	Media	Alta	Media	Muy Alta	Muy Alta	Baja
C4- Calidad gráfica del resultado	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
C5- Tiempo de desarrollo para forma orgánicas	Bajo	Bajo	Bajo	Muy alto	Muy alto	Muy alto
C6- Tiempo de desarrollo para forma geométricas	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
C7- Acabado superficial e iluminación	Manual	Manual	Manual	Materiales/ Render	Materiales/ Render	Materiales/ Render
C8- Dificultad diferentes acabados de una propuesta	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
C9- Posibilidad de diferentes lenguajes gráficos	Alta	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja
C10-Adecuación para bocetado expresivo	Muy alta	Muy alta	Muy atla	Baja	Baja	Baja
C11- Adecuación para outlooking	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
C12- Posibilidad de edición para modificación	Alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta
C13- Posibilidad de ofrecer diferentes vistas	Manual	Manual	Manual	Automática	Automática	Automática
C14- Coste de la herramienta	Alto	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Bajo

Además se ha obtenido un estudio comparativo de 28 características de las herramientas de capturas de trazos gestuales analizadas, aptas para el desarrollo de propuestas gráficas de diseño conceptual de productos industriales (Fig. 6). Dichas características se han estructurado en tres bloques, centrados en el funcionamiento del dispositivo, en el funcionamiento del *stylus* o lápiz digital y en las características del propio dispositivo.

5. Discusión

La utilización de software 2D permite la realización rápida de bocetos conceptuales de mejor calidad, ya que para conseguir un buen resultado con las herramientas de modelado 3D estudiadas es necesario un mayor tiempo de desarrollo y de aprendizaje. Además, los dispositivos móviles tipo *tablet* resultan poco adecuados para el uso de herramientas 3D, ya que su potencia es limitada y requieren de un teclado para mejorar su usabilidad. Al final resulta más lógico recurrir a una estación de trabajo portátil y a un simple ratón para este tipo de trabajos. El bocetado digital 2D permite al diseñador comunicar sus propias ideas de un modo ágil, permitiendo establecer un proceso de diálogo gráfico con el cliente o con el resto del equipo de diseño, durante la fase de diseño conceptual.

La solución más económica para conseguir un resultado profesional es Wacom Intuos Pro M (Opción A) y Autodesk SketchBook Pro 7. Es una buena solución para iniciarse en el mundo del sketching profesional. Se adapta tanto a estaciones de trabajo como a ordenadores portátiles, así como a sistemas Windows y OS X. El mayor inconveniente es la dificultad de realizar un bocetado ágil y preciso realizando trazos en una superficie que aparecen en el monitor pero no en la superficie de la tableta.

La solución más potente y más cara de las estudiadas es Wacom Cintiq 22HD touch (o Wacom Cintiq 27QHD touch) (Opción C) y Adobe Photoshop CC. Posiblemente la mejor solución para profesionales que requieran un uso intensivo de la herramienta. En este caso consiste en una solución de estudio, ya que el tamaño de la pantalla limita su transporte. La amplitud de la superficie de trabajo permite un trabajo de gran calidad. El soporte permite la inclinación y la rotación de la pantalla para adaptarla a la dirección del trazo. A pesar del elevado tamaño resulta bastante útil si se utiliza en la posición menos elevada. De todos modos, en este tipo de dispositivos lo más común es utilizar las opciones de rotación por software. Además el *stylus* no necesita baterías, por lo que no se generan consumibles.

La solución más versátil para viajar ligero es el IPad Pro + Apple Pencil + (Autodesk SketchBook Pro 7 o Procreate) (Opción B1), ya que es la solución más compacta que ofrece un buen rendimiento y una calidad profesional para el dibujo de bocetos. Además ofrece todo el resto de ventajas y posibilidades del propio IPad Pro. El punto más desfavorable es la inversión económica elevada.

La solución más equilibrada para dibujar tanto en el estudio como fuera de él es la Wacom Cintiq 13HD touch (Opción C) y Adobe Photoshop CC. Su coste es más económico que el del IPad y puede utilizarse en la estación de trabajo del estudio y en el ordenador portátil, tanto Windows como OS X, de modo que es posible un uso más versátil. Ofrece la calidad de Wacom en el trazo, la mejor sensibilidad, la sensación más agradable al trazar sobre la superficie y la ausencia de baterías en el *stylus*. Además ofrece el potencial y la estabilidad de Photoshop con documentos de cualquier tamaño y complejidad, además de todo el resto de servicios de Adobe.

Figura 6. Estudio comparativo de herramientas de captura de trazos gestuales para el desarrollo de propuestas gráficas de diseño conceptual de productos industriales.

	Intuos Pro M	CINTIQ 27 HD o 22HD	UGEE UG-2150	Wacom Cintiq 13HD touch	IPAD PRO + APPLE PENCIL	MICROSOFT SURFACE PRO 4	CINTIQ COMPANION 2
FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO							
C1- Expresividad del trazo	Muy buena. Dificultad por ver el trazo en otra superficie a la que se dibuja	Muy buena. Los trazos finos son excepcionales	Buena. Los trazos finos son buenos	Muy buena. Los trazos finos son excepcionales	Muy buena. Los trazos finos son excepcionales	Correcta. Los trazos finos son discontínuos	Muy buena. Los trazos finos son excepcionales
C2- Calidad trazos cerca del marco	Regular	Muy buena	Regular	Buena	Muy buena	Normal	Buena
C3- Retardo	Bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	bajo	Muy bajo
C4- Sensibilidad a la presión	Excelente	Excelente	Buena	Excelente	Buena	Buena	Excelente
C5- Sombreados con stylus inclinado	Regulares	Regulares	Regulares	Regulares	Excelentes. Muy realistas en posición horizontal del lápiz	Malos	Regulares
C6- Funcionalidad como dispositivo portatil generalista	-	-	-	-	Excelente	Muy buena	Más pensado para sketching. La calidad de la pantalla táctil es peor
FUNCIONAMIENTO DEL STYLUS							
C7- Tipo de conexión a unidad de proceso	Cable USB	DVI / USB	DVI / USB	Cable propio	Integrado	Integrado	Integrado
C8- Carga	Sin carga	Sin carga	Pilas / USB	Sin carga	Bateria / micro USB	Pilas	Sin carga
C9- Área activa / Posiciones de uso posibles	Perpendicular con inclinación activa	Perpendicular con inclinación activa	Perpendicular	Perpendicular con inclinación activa	Perpendicular y horizontal para sombreados. Forma cónica activa en todos sus puntos	Perpendicular	Perpendicular con inclinación activa
C10- Goma de borrar	Si, 2048 niveles sensibilidad	Si, 2048 niveles sensibilidad	No	Si, 2048 niveles sensibilidad	No	Si	Si, 2048 niveles sensibilidad
C11- Ergonomía	Muy comodo. Buen agarre	Muy comodo. Buen agarre	Muy comodo. Buen agarre	Muy comodo. Buen agarre	Cómodo pero algo delgado	Algo pequeño	Muy comodo. Buen agarre
C12- Incluido de serie / Periférico	Incluido	Incluido	Incluido	Incluido	Complemento	Incluido	Incluido
C13- Botones incluyendo punta	3	3	3	3	1	3	3
C14- Clip antipérdida	No	No	No	No	No	Si	No
C15- Puntas intercambiables	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo	No	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo	Si. Se suministran diferentes durezas de trazo
CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO							
C16- Sonido	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
C17- Tacto de la pantalla	Muy bueno	Muy bueno. Punta suave contra pantalla de vidrio mate	Bueno. Punta suave contra pantalla de vidrio brillante	Muy bueno. Punta suave contra pantalla de vidrio mate	Bueno, punta suave contra pantalla de vidrio brillante	Regular, punta de plástico rígido contra pantalla de Vidrio brillante	Muy bueno. Punta suave contra pantalla de vidrio mate
C18- Movimientos táctiles	Baja respuesta	Correctos	No	Correctos	Muy dinámicos		Correctos
C19- Tiempo de respuesta	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Algo lento	Muy bueno
C20- Sistema Operativo	El del ordenador Windows o OS X	El del ordenador Windows o OS X	El del ordenador Windows o OS X	El del ordenador Windows o OS X	iOS 9	Windows 10	Windows 8.1 Pro
C21- Portabilidad	Requiere ordenador portátil	No	No	Requiere ordenador portátil	Si, totalmente autónomo	Si, totalmente autónomo	Si, totalmente autónomo
C22- Conexión a pantalla secundaria	-	Si	Si	Si	Si	Si	Si
C23- Soporte de elevación	-	Incorporado	Incorporado	Incorporado como accesorio	Opcional como funda	Incorporado en la tapa	Opcional. Regulable en diferentes alturas
C24- Botonoes fijos	Si	Si	No	Si	No	No	Si
C25- Calidad de la pantalla	-	Muy buena	Buena	Buena	Muy buena	Buena	Buena
C26- Conexiones para datos	-	-	-	-	-	1 USB	2 USB, microSD card,
C27- Ventilación	-	Si, ajustable para refrigerar superficie pantalla	Si, se calienta la superficie de trabajo	No, no se calienta la superficie de trabajo	No, no se calienta la superficie de trabajo	Si, se calienta con el uso intensivo	Si, algo ruidosa
C28- Precio	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Bajo	Alto	Alto	Alto / Muy alto

6. Conclusiones

Existen multitud de herramientas y opciones de software para abordar la realización de bocetos conceptuales de calidad profesional, que permitan mostrar a nuestros clientes o compañeros nuestras propuestas de diseño. Por ello, es necesario escoger aquella combinación que resulte más adecuada a nuestros intereses, ya que posiblemente no hay una única solución válida.

El estudio ha permitido presentar diferentes soluciones profesionales, adaptadas a diferentes finalidades de uso, en función del espacio de utilización, el presupuesto disponible o la experiencia de usuario, siendo un referente útil para diseñadores que quieran introducirse en el mundo del *digital sketching* para la presentación de ideas de diseño conceptual mediante el uso de un lenguaje gráfico.

No obstante, en los últimos años los dispositivos relacionados con los sistemas de *Digital Sketching* y las aplicaciones, sobre todo aquellas dirigidas a dispositivos móviles (APPS), están evolucionando constantemente, ofreciendo cada vez mejor calidad en el trazo y una experiencia de usuario más próxima al dibujo tradicional. Cabe esperar que en pocos años surjan nuevos dispositivos móviles que mejoren los actuales, aumentando su tamaño y su potencia, asemejándolos a la potencia de una estación de trabajo actual capaz de mover aplicaciones como Photoshop, sin sacrificar su portabilidad ni la sensibilidad en la realización de trazos gestuales.

Referencias

Bilda, Z., Gero, J. S., & Purcell, T. (2006). To sketch or not to sketch? That is the question. *Design studies*, 27(5), 587-613.

Cavanagh, M. F. (2015). Micro-blogging practices in Canadian public libraries: A national snapshot. *Journal of Librarianship and Information Science*. http://doi.org/10.1177/0961000614566339

Church, K., & de Oliveira, R. (2013, August). What's up with whatsapp?: comparing mobile instant messaging behaviors with traditional SMS. In *Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services* (pp. 352-361). ACM.

Cross, N. (2008). *Engineering design methods: strategies for product design*. John Wiley & Sons.

Eissen, K. & Steur, R. (2007). Sketching. Drawing techniques for product designers. Bis Publishers.

Ferguson, E. S. (1992). *Engineering and the Mind's Eye*. MIT Press.

Galán, J., Muñoz, A. & Díaz, D. (2011). *Guía de dibujo y presentación de diseños de productos*. Colección Sapientia vol. 55. Publicaciones de la Universitat Jaume I. Castellón (España).

Galán, J., Muñoz, A., Pesudo, M.C. & García-García, C. (2013). *Cuaderno de prácticas de dibujo para la presentación de diseños de producto*. Colección Sapientia vol. 85. Publicaciones de la Universitat Jaume I. Castellón (España).

García-García, C. & Felip, F. (2016). Uso del social media como estrategia global de posicionamiento para estudios de arquitectura. *Revista de expresión gráfica en la edificación (EGE)*, 9.

García-García, C., Galán, J. & Izquierdo, R. (2016). The use of social media as a tool for positioning the personal brand of students in the degree of industrial design and

product development engineering. *IATED Digital Library. INTED Proceedings 2016*, 3232-3240.

Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity research journal*, 4(2), 123-143.

Holzinger, A., Stocker, C., Peischl, B., & Simonic, K. M. (2012). On using entropy for enhancing handwriting preprocessing. *Entropy*, 14(11), 2324-2350.

Jonson, B. (2005). Design ideation: the conceptual sketch in the digital age. *Design studies*, 26(6), 613-624.

Kelly Garrett, R. (2006). Protest in an information society: A review of literature on social movements and new ICTs. *Information, communication & society*, 9(02), 202-224.

Kietzmann, J. H., Hermkens, K., McCarthy, I. P., & Silvestre, B. S. (2011). Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media. *Business horizons*, 54(3), 241-251.

Manovich, L. (2001). *The language of new media*. MIT press.

Martin, A. (2008). Digital literacy and the "digital society". *Digital literacies: Concepts, policies and practices*, 30, 151-176.

McGown, A., Green, G., & Rodgers, P. A. (1998). Visible ideas: information patterns of conceptual sketch activity. *Design studies*, 19(4), 431-453.

Olofsson, E., & Sjölén, K. (2007). *Design sketching: including an extensive collection of inspiring sketches by 24 students at the Umeå Institute of Design*. KEEOS Design Books.

Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design studies*, 27(3), 229-265.

Pipes, A. (1991). *Drawing for 3-dimensional design*. Brown & Benchmark Pub.

Powell, D. (1985). *Técnics de presentación. Guía de dibujo y presentación de proyectos y diseños*. Hermann Blume Ediciones.

Powell, D., & Monahan, P. (1993). Técnicas avanzadas de rotulador (Vol. 4). Ediciones AKAL.

Purcell, A. T., & Gero, J. S. (1998). Drawings and the design process: A review of protocol studies in design and other disciplines and related research in cognitive psychology. *Design studies*, 19(4), 389-430.

Telefónica, Fundación (2016). *La Sociedad de la Información en España 2015*. siE[15. Ariel, Madrid (España).

Tondeur, J., Sinnaeve, I., Van Houtte, M., & van Braak, J. (2010). ICT as cultural capital: The relationship between socio-economic status and the computer-use profile of young people. *New Media & Society*, 1461444810369245.

Tovey, M. (1989). Drawing and CAD in industrial design. *Design Studies*, 10(1), 24-39.

Ullman, D. G., Wood, S., & Craig, D. (1990). The importance of drawing in the mechanical design process. *Computers & graphics*, 14(2), 263-274.

Watson, D. M. (2001). Pedagogy before technology: Re-thinking the relationship between ICT and teaching. *Education and Information technologies*, 6(4), 251-266.