



## Políticas sobre aprendizaje móvil y estándares de usabilidad para el desarrollo de aplicaciones educativas móviles

### Policies and standards of usability mobile learning educational development mobile applications

### Políticas e normas de aplicações usability mobile aprendizagem educativa desenvolvimento móvel

William Oswaldo Cuervo Gómez<sup>1</sup>

Javier Antonio Ballesteros Ricaurte<sup>2</sup>

**Fecha de recepción:** junio 2014

**Fecha de aceptación:** noviembre 2014

**Para citar este artículo:** Cuervo, W. y Ballesteros, R. (2015). Políticas sobre aprendizaje móvil y estándares de usabilidad para el desarrollo de aplicaciones educativas móviles. *Revista Científica*, 21, 39-52. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a4](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a4)

#### Resumen

Los adelantos tecnológicos llevados a cabo en los últimos años en el sector de los dispositivos móviles han permitido que cuenten con mejores especificaciones de *hardware* y *software*, y han despertado la imaginación e interés de docentes, desarrolladores de contenidos y demás actores del proceso educativo, gracias a su característica de portabilidad, la cual facilita a los usuarios ejecutar tareas en cualquier momento y lugar. Por lo anterior, se realizó la revisión a publicaciones de la Unesco y se identificaron políticas y recomendaciones que ayudan a obtener una mayor comprensión sobre cómo la incorporación de tecnologías móviles en contextos pedagógicos puede contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación. Además, se realizó la revisión de literatura en las bibliotecas digitales IEEE Xplore, Science Direct, Scopus y Google Scholar. Se

detectaron los principales conceptos, definiciones y recomendaciones sobre usabilidad, los cuales deberán ser tenidos en cuenta en el diseño de aplicaciones educativas móviles.

**Palabras Clave:** dispositivos móviles, usabilidad, *m-learning*, educación.

#### Abstract

Technological advances carried out in recent years in the field of mobile devices, have allowed these have better hardware and software specifications, awakening the imagination and interest of teachers, content developers and others involved in education, thanks its portability feature, which enables users to perform tasks anywhere, anytime. Therefore, the review Unesco publications, where policies and recommendations that help gain a greater understanding of how the incorporation of mobile

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Contacto: [william.cuervo@uptc.edu.co](mailto:william.cuervo@uptc.edu.co)

<sup>2</sup> Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Contacto: [javier.ballesteros@uptc.edu.co](mailto:javier.ballesteros@uptc.edu.co)

technologies in educational contexts can contribute to improving the quality of education was performed were identified. In addition, the literature review in IEEE Xplore Digital Library, Science Direct, Scopus and Google Scholar, where the main concepts, definitions and recommendations for usability were detected, which must be taken into account in the design of educational applications was performed mobile.

**Keywords:** Mobile devices, usability, m-Learning, education.

### Resumo

Os avanços tecnológicos realizados nos últimos anos na área de dispositivos móveis têm permitido estes têm melhores especificações de hardware e software, despertando a imaginação eo interesse dos professores, desenvolvedores de conteúdo e outras partes interessadas na educação, graças sua característica de portabilidade, o que facilita os usuários a realizar tarefas a qualquer hora, em qualquer lugar. Consequente, a reapreciação publicações da UNESCO, onde as políticas e recomendações que ajudam a obter uma maior compreensão de como a incorporação de tecnologias móveis em contextos educativos podem contribuir para melhorar a qualidade da educação foram identificados foi realizada. Além disso, a revisão da literatura na biblioteca digital IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus e Google Scholar, onde foram detectados os principais conceitos, definições e recomendações de usabilidade, o que deve ser levado em conta na concepção de aplicações educacionais móveis foi realizada.

**Palavras-chave:** Os dispositivos móveis, usabilidade, mlearning, educação.

## Introducción

El vertiginoso avance de la tecnología genera innovaciones disruptivas en diferentes escenarios, allí tiene un papel importante el contexto educativo, el cual no debe ser ajeno a las transformaciones actuales, ya que requiere incorporar las

tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en atención a necesidades educativas de las generaciones nacientes en la era digital. En tal sentido, en el segundo semestre de 2012, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia, en alianza con el programa del Gobierno Nacional “Computadores para educar”, lanza el “Concurso regional de tabletas para sedes educativas oficiales”, dirigido a las secretarías de Educación de las entidades territoriales certificadas y no certificadas, y dispuso de 35.000 tabletas que entregaría a título de donación a las entidades que resultaran favorecidas en la convocatoria. El propósito era promover la operación de proyectos pedagógicos con el uso de tabletas para la apropiación de las TIC en establecimientos educativos oficiales, como táctica para la incorporación pedagógica de dispositivos móviles en entornos educativos (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicación [MinTIC], 2012).

De acuerdo con lo anterior, es pertinente proponer estrategias que ayuden a la incorporación de dispositivos móviles en escenarios de aprendizaje. Por tal razón, se plantea la construcción de un marco de estudio que provea una estructura y metodología de trabajo que combine aspectos pedagógicos y tecnológicos en los procesos de desarrollo de aplicaciones educativas móviles, con el objeto de contribuir al mejoramiento de la educación. La presente investigación se expone en cuatro etapas metodológicas: conceptualización, revisión, análisis documental y conclusiones. El documento muestra el resultado de las dos etapas iniciales, en donde se establecen las políticas, principios y estándares de usabilidad que pueden contribuir en el desarrollo de aplicaciones educativas móviles y en la incorporación efectiva de estos dispositivos en contextos educativos.

## Dispositivos móviles

Se entiende por dispositivos móviles aquellos aparatos electrónicos que por su tamaño pueden ser

portados por los usuarios y les permiten realizar tareas mientras los llevan. En la actualidad, el mercado ofrece diferentes tipos de dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, tabletas, lectores de libros electrónicos, grabadores y reproductores de audio, cámaras digitales, consolas de juego, entre otros, los cuales evolucionan tan rápidamente que hacen imposible predecir qué nuevos dispositivos se tendrán en el futuro. Definir con exactitud "tecnología móvil" es una tarea complicada, por ello la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) sugiere entender los dispositivos móviles como aparatos digitales fáciles de transportar, que pueden utilizarse como herramientas para realizar tareas de almacenamiento de datos, comunicación, grabación y reproducción de audio y video, geolocalización, lectura, escritura, captura de imágenes, etc. (Vosloo, 2013; Edutopia, 2012). La Unesco apoya esta definición, que es bastante flexible, pero es claro que estas tareas pueden ejecutarse en un teléfono móvil, y por tal motivo estos dispositivos incursionaron en todos los niveles de la sociedad, y forman parte de la vida cotidiana de millones de personas en el mundo.

### Aplicaciones para móviles

El desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles ha provocado una revolución comparable a la causada por la industria de la música, videojuegos o el comercio en línea. Los teléfonos inteligentes con sistemas operativos iOS o Android motivan la creación de aplicaciones pequeñas, simples y elegantes llamadas "apps", que cumplen funciones específicas; estas se distribuyen de manera gratuita y las que se comercializan cuestan poco dinero. Esto posibilita que cualquiera que tenga los conocimientos necesarios se convierta en programador y comparta sus desarrollos en tiendas suministradas por las compañías propietarias de los sistemas operativos, lo que reduce significativamente los costos de distribución y comercialización (Johnson, Adams y Cummins, 2012).

Las aplicaciones para dispositivos móviles son generalmente simples, diseñadas por equipos de trabajo de tamaño reducido y distribuidas en mercados dinámicos con un alto nivel de competencia que exige la publicación activa de versiones, que llegarán a un número importante de usuarios (Abrahamsson et al., 2004; Abrahamsson, 2005). Por esta razón, para la invención de aplicaciones móviles, los grupos de desarrollo deben ser capaces de responder a proyectos con requisitos variables, participación activa de los usuarios, entregas frecuentes, cambios reversibles y a trabajo cooperativo y colaborativo entre todos sus miembros, es decir, deben cumplir con características propias de las metodologías ágiles para creación de *software* (Abrahamsson, 2007).

### Sistemas operativos móviles

La aceptación por parte de los usuarios de los dispositivos móviles con sistemas operativos iOS y *Android* es diez veces más rápida que la que originaron los equipos de escritorio en la década de los ochenta, dos veces más veloz que la del Internet en los años noventa y tres veces más ágil que la adopción de las redes sociales, superando la de cualquier tecnología de consumo en la historia (Farago, 2012).

Según informe presentado en febrero de 2013 por la consultora Gartner (Van del Meulen, 2013; Goasduff y Pettey, 2012), el mercado de los sistemas operativos para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas, se organiza de la siguiente manera: en primer lugar *Android*, con el 69,7 %; en segundo lugar iOS de *Apple*, con el 20,9 %; en tercer lugar *Research In Motion* (RIM) (*BlackBerry*), con el 3,5 %; en cuarto lugar *Windows Mobile* (*Windows Phone* de *Microsoft*), con un 3,0 %; seguidos por *Bada*, con el 1,3 %, *Symbian* con el 1,2 %, y otros con el 0,3 %. En adición, el informe revela que *Android* creció 87,8 % en el cuarto trimestre de 2012 y aumentó así su distancia con iOS, mientras que RIM bajó un 44,4 % en el mismo período y *Windows Mobile*

incrementó su participación en 1,2 %, con un crecimiento en ventas del 124,2 % en el último año, lo que vaticina una lucha por el tercer lugar con RIM. En armonía con el análisis precedente, a continuación se realiza la descripción de los cuatro sistemas operativos de mayor uso y proyección de expansión en el mercado en los próximos tiempos.

### *Android*

Sistema operativo que creó una pequeña empresa localizada en Silicon Valley, conocida como Android Inc., y que adquirió Google en julio del 2005. Android es una plataforma móvil de código abierto basada en Linux, que no se limita a teléfonos inteligentes ni tabletas, pues puede ejecutarse en una amplia gama de dispositivos móviles con diferentes resoluciones y tamaños de pantalla como DVR, GPS, reproductor MP3 entre otros (G. Inc, 2013). Este sistema operativo se soporta en el concepto de manipulación, mediante el empleo de gestos táctiles; además cuenta con una propiedad que se conoce como “detección de características” que permite que sus aplicaciones se gestionen solo en dispositivos compatibles, por ejemplo, si la *App* requiere de cámara frontal, solo dispositivos con esta propiedad podrán visualizar la aplicación en la tienda *Google Play* (Felker y Dobbs, 2011). El lenguaje de programación por defecto para Android es Java, aunque no con la rigurosidad a la que están acostumbrados los desarrolladores J2EE (Java 2 Enterprise Edition); está agrupado en un subconjunto denominado *Dalvik virtual machine* que excluye las clases que no son necesarias para los dispositivos móviles.

### *iOs*

Sistema operativo móvil de la empresa Apple Inc., puesto en el mercado el 29 de junio de 2007 y diseñado para sus dispositivos iPhone, iPod, iPad y Apple TV. Este deriva del sistema operativo Mac OS X basado en Unix. iOS cuenta con una arquitectura tecnológica de cuatro capas: núcleo del OS y

núcleo de servicios, son las capas que se encargan de proporcionar soporte básico a las aplicaciones de libros electrónicos, bases de datos y redes de apoyo; capa de medios, que es un conjunto de tecnologías para apoyar la visualización 2D y 3D y la reproducción de audio o video; y capa Cocoa Touch, que es la responsable de las interfaces táctiles (Antic, 2013). Todas las *apps* de iOS parten de la capa Cocoa Touch. Las clases de la librería UIKit se ocupan de construir y administrar la interfaz de usuario de una aplicación. La librería Foundation proporciona las clases para la gestión de la memoria y las clases base para trabajar Objective-C, que es el lenguaje de programación preferido para desarrollar aplicaciones para iOS (Tsai et al., 2012).

### *BlackBerry – RIM*

BlackBerry es una PDA (Personal Digital Assistant) fabricada por RIM de Canadá, empresa que el 9 de julio de 2013 por decisión de sus accionistas cambia su nombre de Research In Motion Limited a BlackBerry Limited (BlackBerry, 2013). El primer BlackBerry se lanzó en 1999, era más un localizador de dos vías; en 2002, RIM lanzó el BlackBerry, que era el más conocido de los teléfonos inteligentes, con correo electrónico, telefonía móvil, mensajería de texto, fax por Internet, navegación web y otros servicios de información inalámbrica, así como una interfaz *multitouch* y el teclado QWERTY. BlackBerry se convirtió en el paradigma de oro de los teléfonos inteligentes para los profesionales de negocios y ejecutivos. RIM tardó bastante para introducir pantallas a color e interfaces táctiles en sus dispositivos, pero esto cambió con el lanzamiento del BlackBerry OS en 2013 [16]. BlackBerry es un sistema operativo multitarea; la plataforma para desarrollo de aplicaciones es compatible con diferentes lenguajes de programación así: desarrollo web, con BlackBerry *widgets* que son *apps* pequeñas que utilizan HTML, CSS y JavaScript; y aplicaciones Java, que es la forma más común para desarrollo de *apps* en BlackBerry MIDP 2.0, CLDC 1.1 y API propietarias de RIM. Las herramientas de

desarrollo para BlackBerry son gratuitas; aunque estas se basan en Java, solo el sistema operativo Windows de 32 bits es compatible con el desarrollo. La curva de aprendizaje para diseñar aplicaciones para BlackBerry es relativamente difícil en comparación con otras plataformas móviles (Allen, Graupera y Lundrigan, 2010).

### *Windows Phone*

Es un sistema operativo para dispositivos móviles creado por Microsoft y presentado el 15 de febrero de 2010 en remplazo del sistema operativo Windows Mobile. La primera versión tenía el nombre de *Windows Phone 7*, en la actualidad circula en el mercado *Windows Phone 8*. Está diseñado para trabajar con el *hardware* de importantes fabricantes como Dell, HTC, LG, Samsung, Acer, Fujitsu, Toshiba, ZTE y Nokia (Lassila, 2012). El lenguaje de programación por defecto para *Windows Phone* es C++, C# y .NET Compact Framework. Las principales herramientas para el desarrollo en este sistema operativo son Microsoft Visual Studio 2010 y Expression Blend. Visual Studio 2010 no admite el desarrollo de aplicaciones móviles para las versiones de *Windows Phone 7.0*, por ello el programador tendrá que comprar las licencias (Allen et al., 2010).

## **Aprendizaje móvil**

El aprendizaje móvil o *m-learning* tiene significados diferentes según el contexto en el que se desarrolle el aprendizaje. Para Pinkwart, Hoppe, Milrad y Pérez (2003), el *e-learning* es un tipo de aprendizaje a distancia que se apoya en dispositivos y herramientas electrónicas en su mayoría digitales, y el *m-learning* es un modo de aprendizaje basado en el *e-learning*, pero con dispositivos móviles que facilitan a quienes los portan acceder al conocimiento e información en cualquier momento y lugar, o conectarse a redes de forma inalámbrica para obtener recursos de aprendizaje que contribuyan a la gestión del conocimiento (Qu y Qi,

2008; Johnson, Adams, Estrada, Freeman y Ludgate, 2013; Park, 2011). Si bien el *e-learning* y la educación a distancia se relacionan con el aprendizaje móvil, este es distinto en su enfoque y contexto, debido a que se puede incluir gran variedad de dispositivos, aplicaciones y modelos pedagógicos (Kumar y Pilli, 2012).

Para la Unesco la definición, “el aprendizaje móvil es un tipo de educación que utiliza dispositivos móviles, para aprender en cualquier momento y lugar”, capta la esencia de lo que es aprendizaje móvil. Aunque esta organización recomienda tener en cuenta características como la movilidad y sus funcionalidades únicas, mas no la tecnología en sí, además sugiere no desconocer que estos dispositivos también pueden apoyar los demás procesos que forman parte de la actividad académica y no solo los relacionados con el aprendizaje (Vosloo, 2013). En adición, resalta que cuando se habla de movilidad no solo se debe hacer referencia a la imposibilidad de desplazamiento geográfico, sino también a la oportunidad de brindar a personas con limitaciones físicas acceso a recursos de aprendizaje sin importar el momento y lugar, esto avala la idea de que el aprendizaje móvil también se podría realizar en el aula de clase (Kukulka-Hulme, 2010).

## **Ventajas del aprendizaje móvil**

El aprendizaje móvil permite a quienes utilizan dispositivos móviles acceder a una gran diversidad de información con fines educativos, además de facilitar la comunicación productiva con otros usuarios sin importar su ubicación geográfica (Unesco, 2013; Johnson, Adams, Gago, García y Martin, 2013). Para la Unesco, la tecnología móvil no es la solución a los problemas en la educación, tan solo es una poderosa herramienta de apoyo pedagógico que ofrece ventajas como:

- Acceso a contenidos actualizados, aprendizaje personalizado y lectura en función de las competencias y conocimientos de cada usuario.

- Comunicación continua, ya no hay que esperar días o semanas para recibir orientación del docente, se pueden lograr respuestas casi inmediatas.
  - Aprendizaje en cualquier momento y lugar; por ser herramientas fáciles de portar, el aprendizaje puede ocurrir en situaciones y lugares inesperados.
  - Creación de redes de conocimiento.
  - Apoyo al aprendizaje en lugares concretos, que hacen posible movilizar la experiencia de aprendizaje a entornos reales.
  - Interrupciones mínimas por problemas de movilidad, los estudiantes se pueden poner en contacto con los docentes a través de estos dispositivos.
  - Inclusión, pues ofrece apoyo a estudiantes con discapacidad y a comunidades con pocos recursos.
  - Mejora de la comunicación, los mensajes enviados mediante tecnología móvil pueden emplearse tanto para obtener como para divulgar información.
  - Minimiza costos, amplía las oportunidades educativas que la mayoría de la población posee.
- c. apoyar las normas técnicas abiertas en cuanto a la producción y acceso a los contenidos,
  - d. promover la cooperación intersectorial entre entidades gubernamentales y alianzas público-privadas,
  - e. establecer políticas a todos los niveles buscando autonomía a la hora de actualizarlas, pero que cumplan con estándares internacionales,
  - f. revisar y actualizar las políticas que sean restrictivas respecto al uso de la tecnología móvil en educación, y
  - g. garantizar una educación incluyente que promueva la equidad de género y acceso a los estudiantes con discapacidades físicas (Vosloo, 2013).

### **Aspectos a tener en cuenta en la revisión de políticas de aprendizaje móvil**

La Unesco hace una revisión a las políticas de aprendizaje móvil y sus prácticas en todo el mundo, y sugiere una serie de principios que deberían considerarse a la hora de formular políticas concernientes al aprendizaje móvil, estas recomendaciones son:

- a. aprovechar las inversiones existentes planteando estrategias que complementen la infraestructura tecnológica actual en lugar de reemplazarla,
- b. valorar los contextos educativos de la región en el momento de crear nuevas políticas,

### **¿Qué hacer con las políticas actuales?**

Las políticas para incorporación de dispositivos móviles se deben complementar con las ya existentes sobre TIC en la educación. Las políticas referentes a TIC fueron escritas antes de la aparición de los dispositivos móviles, por lo que no aprovechan de manera eficaz el potencial de la tecnología móvil como instrumento de apoyo en los procesos de aprendizaje; sin olvidar que estos dispositivos son un tipo de TIC. Por lo anterior, la Unesco aconseja revisar las políticas existentes en su totalidad y modificarlas si es necesario, pues en general ellas se enfocan en prohibir el uso de dichas tecnologías en las instituciones educativas (Unesco, 2013).

Las directrices de la Unesco pueden ayudar a crear políticas que promuevan el crecimiento del aprendizaje y propiciar que comunidades remotas accedan a una educación de calidad. Es importante que los responsables de trazar estas políticas tengan en cuenta las siguientes sugerencias: realizar un inventario de la inversión actual en TIC; complementar las inversiones existentes en lugar de reemplazarlas; tener en cuenta la infraestructura de comunicación de la región; apoyar el desarrollo de contenidos con normas técnicas abiertas y multiplataforma; favorecer la cooperación entre entidades

del gobierno; impulsar alianzas público-privadas; revisar las políticas actuales sobre aprendizaje móvil y determinar si son pertinentes; y buscar que estas fomenten la educación incluyente.

## Situación local

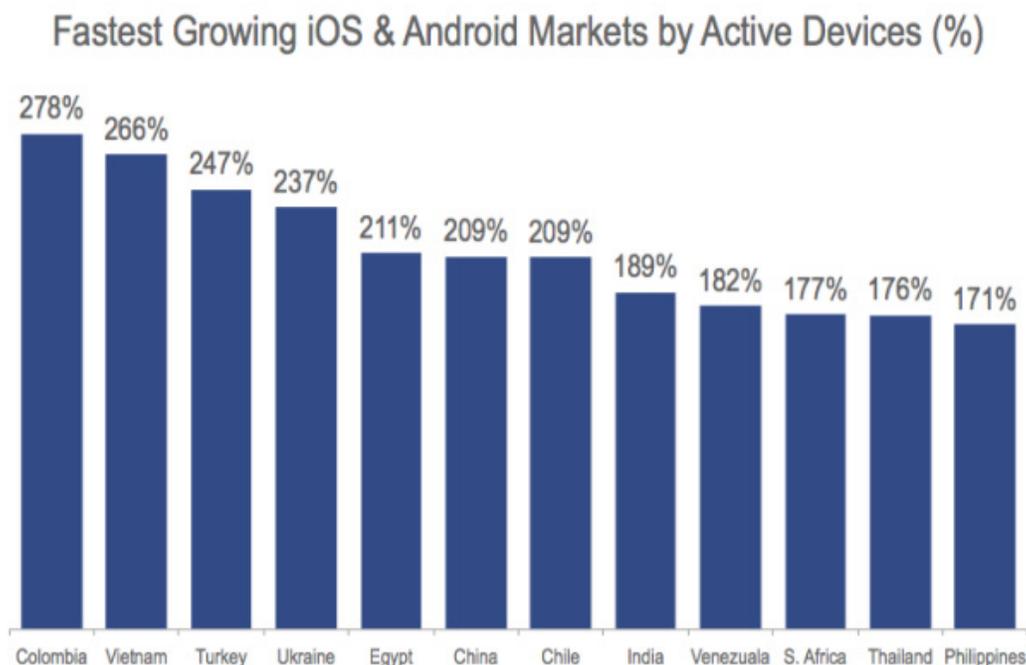
Hoy hay más de 3.200 millones de dispositivos móviles activos, lo cual los convierte en la TIC más utilizada del momento (Unesco, 2013). La tasa de penetración de estos dispositivos en países desarrollados es de cuatro por cada cinco habitantes, mientras que en países en vía de desarrollo es de dos por cada cinco habitantes; en estos últimos se presenta el más rápido crecimiento en cuanto a inserción en el mercado. Proyecciones indican que, para 2017, la mitad de la población de países en desarrollo tendrá al menos un dispositivo móvil en funcionamiento (GSMA, 2012).

La figura 1 muestra el crecimiento en la activación de dispositivos móviles inteligentes por

nación, entre enero de 2012 y enero de 2013, en donde Colombia aparece como el país con mayor progresión en la activación de dispositivos móviles basados en iOS y Android (Flurry, 2013).

En septiembre de 2012, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en asociación con el programa del Gobierno Nacional “Computadores para educar”, lanzó el “Concurso regional de tabletas para sedes educativas oficiales”, dirigido a secretarías de Educación de entidades territoriales certificadas y no certificadas. Producto de esta convocatoria se entregaron tabletas a título de donación a los entes territoriales favorecidos, los cuales participaron con proyectos para la apropiación pedagógica de dispositivos móviles (tabletas) en el aula. Esta fue una estrategia gubernamental para la incorporación de las TIC en los establecimientos educativos (MinTIC, 2012). En la Tabla 1 se relaciona el número de tabletas recibidas por los departamentos beneficiados.

**Figura 1.** Países con mayor crecimiento en la activación de dispositivos móviles con iOS y Android



**Fuente:** Flurry Analytics

**Tabla 1.** Número de tabletas entregadas por departamento en Colombia (2012)

Departamento	No. Tabletas
Antioquia	12.346
Atlántico	2.838
Bolívar	1.830
Boyacá	7.739
Casanare	1.125
Cauca	4.024
Cesar	3.885
Córdoba	2.970
Cundinamarca	16.716
Huila	5.247
La Guajira	2.070
Norte de Santander	965
Putumayo	3.320
Quindío	3.113
Risaralda	1.460
San Andrés	4.710
Tolima	1.415
Valle del Cauca	5.464
<b>Total</b>	<b>81.237</b>

**Fuente:** Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Programa Computadores para educar (2012).

## Usabilidad

Aunque la palabra “usabilidad” no está registrada en el Diccionario de la lengua española, es un término que a menudo se emplea para describir la facilidad para comprender, operar y manejar un sistema, y el impacto positivo que reciben los usuarios cuando interactúan con este (Hashim y Ahmad, 2012). Para Jakob Nielsen (1994), la usabilidad es un atributo de calidad que mide cuán fáciles de usar son las interfaces de usuario, además de la utilidad y capacidad de un sistema para satisfacer las necesidades del usuario. Nielsen considera que si las características y funciones de una aplicación no

brindan ningún provecho al usuario, la facilidad de uso del producto se vuelve superflua, ya que no le permite alcanzar sus objetivos (Harrison, Flood y Duce, 2013; Ivory y Hearst, 2001).

Para Jenny Preece, la usabilidad es el desarrollo de materiales interactivos fáciles de aprender, sencillos de usar y agradables desde el punto de vista del usuario. En resumen, la usabilidad debe cumplir con las siguientes características: efectividad, eficiencia, seguridad, utilidad, capacidad de aprendizaje y memorabilidad (Preece, 2007; Carvajal y Astrolabio, 2010). La Organización Internacional de Normalización (ISO) a lo largo del tiempo ha definido la usabilidad de varias maneras: en el estándar ISO/IEC 9241-11 (1998), la entiende como “el grado en el que un producto puede ser usado por determinados usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”; en el estándar ISO/IEC 9126-1 (2001), se explica como “la capacidad de un *software* de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso” (1998). Las definiciones que aporta la ISO permiten identificar tres factores que deben sopesarse al evaluar la usabilidad: usuario, quien interactúa con el producto; meta, resultado esperado; y contexto de uso, entorno en que se emplea un producto (*hardware*, *software* y recursos).

## Atributos de la usabilidad

Para poder evaluar la usabilidad, Jakob Nielsen identificó cinco atributos de calidad (Mascheroni y Greiner, 2012):

- a. facilidad de aprendizaje: el sistema debe ser fácil de aprender para que cualquier tipo de usuario pueda realizar correctamente las tareas desde la primera vez que lo maneja;
- a. eficiencia: velocidad con la que los usuarios logran alcanzar los objetivos, busca la ejecución de un mayor número de tareas por parte del usuario en un menor tiempo;

- a. satisfacción: definir el nivel de satisfacción es bastante subjetivo, hace referencia a cuán agradable es utilizar el sistema por parte del usuario;
- a. memorabilidad: se da cuando los usuarios vuelven a manejar el sistema sin complicaciones después de no haberlo hecho por un período de tiempo. Una curva de aprendizaje menor con respecto a quien lo utiliza por primera vez; y
- a. errores: alude al número de errores cometidos por el usuario durante la realización de una tarea. Un buen nivel de usabilidad se traduce en una tasa de errores baja; es importante tener en cuenta que los errores reducen la eficiencia y satisfacción del usuario. No deben producirse errores catastróficos (Harrison et al., 2013; Nielsen, 1993).

La norma ISO/IEC 9241-11 (1998) no considera facilidad de aprendizaje, memorabilidad y errores como atributos de usabilidad de un sistema, y únicamente destaca tres particularidades medibles: eficacia, precisión y exhaustividad con que los usuarios cumplen con los objetivos propuestos; eficiencia, recursos invertidos en relación con la exactitud y la exhaustividad con la que los usuarios alcanzan las metas; y satisfacción, libertad de expresar incómodidad o actitudes positivas hacia el uso del producto.

A continuación se presenta el análisis de Toni Granollers [39] a trabajos de los principales autores y guías en donde se muestra una síntesis de las características más significativas que determinan la usabilidad de un sistema interactivo:

- Facilidad de aprendizaje: minimizar el tiempo que se requiere para aprender a manipular una aplicación para su uso productivo, partiendo desde cero.
- *Sintetizabilidad*: garantizar que el usuario sea capaz de percibir cuándo ocurre algún cambio de operación en el sistema.

- Familiaridad: correlación que existe entre los conocimientos previos del usuario y los conocimientos necesarios para la interacción en un nuevo sistema.
- Consistencia: capacidad de un sistema de manejar todos sus mecanismos del mismo modo, en el momento que se necesiten.
- Flexibilidad: diversidad de maneras como el usuario y el sistema intercambian información.
- Robustez: suministrar las características indispensables que posibiliten al usuario cumplir sus objetivos, garantizando la asesoría necesaria.
- Recuperabilidad: facilidad con la que una aplicación permite al usuario corregir una acción una vez se identifica el error.
- Tiempo de respuesta: tiempo que requiere el sistema para reflejar los cambios de estado al usuario. Depende de las propiedades de *hardware* del dispositivo en el que se encuentre el usuario.
- Adecuación de las tareas: los servicios del sistema deben ser útiles para que el usuario alcance sus objetivos, ajustarse a sus exigencias y no al gusto del desarrollador.
- Disminución de la carga cognitiva: la carga cognitiva es la cantidad de procesamiento cognitivo requerido por el usuario al utilizar una aplicación. Este factor consiste en propiciar que el usuario confíe más en lo que reconoce que en la memoria (recordar abreviaturas o instrucciones complejas). Este aspecto influye de modo directo en la disposición de los distintos elementos que aparecerán en la interfaz (Quiroga, Crosby e Iding, 2004).

## Evaluación de usabilidad

Es una técnica que se emplea en el diseño de interfaces centradas en el usuario para evaluar si un sistema cumple con el propósito para el cual se creó. Para ello se realizan pruebas en donde participan grupos de usuarios representativos, quienes

generan datos cuantitativos y cualitativos, ya que son usuarios reales efectuando tareas reales. Para elaborar las pruebas de usabilidad es menester un prototipo muy completo y funcional (Cooper, Reimann y Cronin, 2007). Tales pruebas son un modo de ensayar un sistema y de recopilar información, especialmente errores y dificultades que encuentren los usuarios (Nielsen, 1993; Yong, 2013).

Un componente esencial para las pruebas de usabilidad son los prototipos, con estos se puede evidenciar si los usuarios lograron cumplir las tareas con eficacia e identificar diferentes tipos de problemas, también pueden ser útiles en el tratamiento de los aspectos más subjetivos de una interfaz (Gatsou, Politis y Zevgolis, 2013; Beck, Christiansen, Kjeldskov, Kolbe y Stage, 2003). La ISO/IEC 9126-4 (2004) propone para la evaluación de usabilidad de un sistema móvil cuatro factores: fácil de entender; fácil de aprender; fácil de operar y una apariencia atractiva. Autores como Dumas y Redish (1999) argumentan que las pruebas de usabilidad son un método sistemático de observar a usuarios reales probando un producto y de recopilar datos sobre las formas concretas en las que el dispositivo es fácil o difícil de utilizar. Al respecto, proponen tener en cuenta para las pruebas que:

- El objetivo principal es mejorar la usabilidad de un producto. Para cada prueba se deben definir objetivos específicos, que deben articularse a la hora de planear la prueba.
- Los participantes en la prueba deben ser usuarios reales, público objetivo del producto.
- Los participantes deben realizar tareas reales.
- Observar y registrar todo lo que los participantes dicen y hacen.
- Analizar la información, elaborar un diagnóstico de los problemas reales y recomendar cambios para corregir las dificultades que se presentaron.

Los beneficios obtenidos al realizar pruebas de usabilidad en productos de *software* (Enríquez y Casas, 2013) son: mejorar el diseño; reducir los

costos de desarrollo; disminuir los costos de mantenimiento y soporte; mejorar el uso; y optimizar la calidad.

## Usabilidad en aplicaciones móviles

La adopción acelerada de dispositivos móviles por parte de los usuarios de todo el mundo (Flurry, 2013) ha impulsado una nueva generación de *software* que se denomina *apps* o aplicaciones móviles, las cuales se desarrollan teniendo en cuenta características de los dispositivos, tales como: sistema operativo, bajo poder de procesamiento, tamaño de pantalla, capacidad de almacenamiento limitada y portabilidad. También presentan nuevos desafíos de usabilidad, debido a que la mayoría de las aplicaciones móviles es compleja de usar, poco flexible, robusta y difícil de modelar empleando técnicas tradicionales, que en un alto porcentaje derivan de aplicaciones de escritorio o aplicaciones web (Harrison et al., 2013; Enríquez y Casas, 2013; Kukulka-Hulme, 2007). Las pruebas de usabilidad en un ambiente real dificultan la recolección de datos y limitan el control de estas, además de que el usuario se encuentra en movimiento y se ve afectado por un desconocido número de variables que potencialmente impiden la evaluación (Beck et al., 2003).

Las pruebas de usabilidad son fundamentales para asegurar que una aplicación móvil sea útil, eficaz y fácil de manejar desde la perspectiva del usuario. Las características únicas de los dispositivos móviles plantean una serie de desafíos importantes para la evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles, tales como: contexto de uso, conectividad, pantalla pequeña, diferentes resoluciones de pantalla, procesamiento limitado y métodos de entrada de datos restrictivos (Zhang y Adipat, 2005).

- Contexto móvil: al hacer uso de aplicaciones móviles, el usuario, además de encontrarse en movimiento, también puede interactuar con otras personas, objetos y elementos del entorno que pueden distraer su atención.

- Conectividad: la conectividad en los dispositivos móviles en ocasiones es lenta y poco estable, lo que afecta el rendimiento de las aplicaciones que emplean estas características. Esto perjudicará la satisfacción del cliente al momento de relacionarse con la herramienta; por lo tanto, en los estudios de usabilidad deben sopesarse las formas de hacer frente a las variaciones de la red.
- Pantalla pequeña: debido a la cualidad de portabilidad de los dispositivos móviles, estos ofrecen un tamaño reducido de pantalla que limita la cantidad de información que se puede mostrar, lo cual impacta significativamente la usabilidad de las aplicaciones móviles.
- Diferentes resoluciones de pantalla: diferentes resoluciones de pantalla en diversos dispositivos pueden causar distintos resultados en las pruebas de usabilidad.
- Capacidad limitada de procesamiento y energía: la capacidad de cómputo de estos dispositivos limita el tipo de aplicaciones que pueden emplearse, debido a que algunas requieren mayor memoria para gráficos y velocidad de procesamiento. Por ende, los desarrolladores deben desactivar funciones que consuman en cantidad estos recursos.
- Métodos de introducción de datos: los métodos de entrada de datos para dispositivos móviles son diferentes a los existentes para equipos de cómputo de escritorio o portátiles, y requieren de un nivel de competencia. Propiedades de diseño como botones pequeños y etiquetas, sumadas a características como la portabilidad, limitan la eficacia y eficiencia del usuario al momento de ingresar información, reduce la velocidad de entrada y aumenta errores.

Para Nielsen y Budiu (2013), diseñar para móviles es difícil. La accesibilidad técnica está muy lejos de brindar una experiencia de usuario aceptable. No es suficiente visualizar los contenidos en el dispositivo. Es por eso que las decisiones de diseño deben enfocarse al contexto para el cual se

concibe la aplicación; lo que funciona para una, no necesariamente funciona para otra. Los usuarios de dispositivos móviles se enfrentan a cuatro obstáculos principales de usabilidad:

- a. pantallas pequeñas, menos opciones visibles en un momento dado, lo cual obliga al usuario a confiar en su memoria a corto plazo y dificulta la interacción. Tampoco existe espacio para desplegar múltiples ventanas, de modo que se afecta la investigación comparativa;
- a. entrada complicada, dificultad para escribir, el ingreso de texto es lento y cargado de errores ortográficos, incluso en dispositivos con miteclados;
- a. retrasos en descarga, el acceso a la pantalla siguiente en ocasiones tarda más del tiempo que puede soportar el usuario, incluso con un servicio de 3G o 4G supuestamente más rápido; y
- a. diseño de sitios, la mayoría de los sitios web son diseñados para ser usados en equipos de escritorio, no siguen las directrices necesarias para el acceso móvil.

## Conclusiones

Aunque los dispositivos móviles tecnológicamente presentan mejores configuraciones de *hardware*, que optimizan su rendimiento y permiten a los usuarios desarrollar tareas cada vez más complejas, peculiaridades como el tamaño de la pantalla, la conectividad limitada y las modalidades de entrada de datos restringen la manera como los usuarios interactúan con ellos, lo cual tiene un efecto negativo en la experiencia de usabilidad de las aplicaciones móviles por parte del usuario. Por lo anterior, es pertinente tener en cuenta en el desarrollo de aplicaciones educativas móviles atributos de usabilidad como la facilidad de aprendizaje, familiaridad, eficiencia, memorabilidad y disminución de la carga cognitiva, factores claves para evitar una curva de aprendizaje alta que consuma una cantidad significativa de tiempo para poder realizar tareas con eficacia y eficiencia.

El alto grado de aceptación de los dispositivos móviles —evidenciado en el crecimiento en la activación de estos como teléfonos inteligentes y tabletas— e iniciativas gubernamentales como la del Ministerio de TIC de Colombia, que a la fecha ha incorporado más de 80.000 tabletas en instituciones educativas del país, han propiciado que los dispositivos móviles se conviertan en herramientas muy comunes entre los estudiantes, que hacen necesario revisar las políticas existentes sobre TIC en la educación local e identificar directrices y estándares que ayuden a formular políticas y estrategias conducentes a aprovechar al máximo las ventajas educativas de las tecnologías móviles, de modo que puedan incorporarse de manera efectiva en contextos educativos.

## Referencias

- Abrahamsson, P. (2005). Keynote: Mobile software development - the business opportunity of today. *Proc. Int. Conf. Softw. Deve lopment*, 20–23.
- Abrahamsson, P. (2007). Agile Software Development of Mobile Information Systems. *Lect. Notes Comput. Sci.*, 4495, 1–4.
- Abrahamsson, P., Hanhineva, A., Hulkko, H., Ihme, T., Jääliñoja, J., Korkala, M., Koskela, J. Kyllönen, P. y Salo, O. (2004). “Mobile-D: an agile approach for mobile application development,” *OOPSLA*.
- Allen, S., Graupera, V. y Lundrigan, L.. (2010). *Pro Smartphone Cross-Platform Development*. Berkeley, CA: Apress.
- Antic, M. (2013). “Development of eStudent iOS mobile application,” *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 7(1), 35–40.
- Beck, E., Christiansen, M., Kjeldskov, J., Kolbe, N. y Stage, J. (2003). *Experimental evaluation of techniques for usability testing of mobile systems in a laboratory setting*. Univ. Auckl. New Zeal. ETI A/S Denmark..
- BlackBerry. (2013). *Legal*. [En línea]. recuperado de <http://co.blackberry.com/legal.html> [Consultado el 21 de enero de 2014].
- Carvajal, M. y Astrolabio, S. (2010). *Documento de análisis de prácticas y recomendaciones mundiales en usabilidad*. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Bogotá.
- Cooper, A., Reimann, R. y Cronin, D. (2007). *About Face 3: The Essentials of Interaction Design*, 3rd ed. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Dumas, J. S. y Redish, J. (1999). *A Practical Guide to Usability Testing* (1<sup>st</sup> ed). Portland: Intellect.
- Edutopia. (2012). “Dispositivos móviles para el aprendizaje. Lo que usted necesita saber”. The George Lucas Educational Foundation. Recuperado de: <http://www.edutopia.org/pdfs/guides/edutopia-guia-aprendizaje-dispositivos-mobiles-espanol.pdf>.
- Enriquez, J. y Casas, S. (2013). Usabilidad en Aplicaciones Móviles. *ict.unpa.edu.ar*, 1–23.
- Farago, P. (2012). *iOS and Android Adoption Explodes Internationally*. [En línea]. Recuperado de: <http://blog.flurry.com/bid/88867/iOS-and-Android-Adoption-Explodes-Internationally>. [Consultado el 10 de junio de 2013].
- Felker, D. y Dobbs, J. (2011). *Android Application Development For Dummies*. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc.
- Flurry. (2013). *Activaciones de teléfonos inteligentes y tabletas con sistemas operativos basados en Android y iOS*. [En línea]. Recuperado de <http://blog.flurry.com/bid/94352/China-Knocks-Off-U-S-to-Become-Top-Smartphone-Tablet-Market>.
- G. Inc. (2013). Welcome to the Android Open Source Project. Recuperado de <http://source.android.com/>. [Consultado el 10 de enero de 2014].
- Gatsou, C., Politis, A. y Zevgolis, D. Exploring inexperienced user performance of a mobile tablet application through usability testing. *Proceedings of the 2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 557–564.
- Goasduff, L. y Pettey, C. (2012). *Gartner Says Worldwide Smartphone Sales Soared in Fourth*

- Quarter of 2011 With 47 Percent Growth*. Recuperado de <http://www.gartner.com/newsroom/id/1924314>. [Consultado el 20 de marzo de 2013].
- Granollers, T. (2004). *MPlu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinarios*. Universitat de Lleida.
- GSMA. (2012). *GSMA Announces New Global Research that Highlights Significant Growth Opportunity for the Mobile Industry*. [En línea]. Recuperado de <http://www.gsma.com/newsroom/gsma-announces-new-global-research-that-highlights-significant-growth-opportunity-for-the-mobile-industry>.
- Harrison, R., Flood, D. y Duce, D. (2013). Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. *J. Interact. Sci.*, 1(1).
- Hashim A. y Ahmad, W. (2012). A Comparison of Architectures for a Usability-Aware Customized Mobile Learning Management System (CMLMS). *2012 Sixth UKSim/AMSS Eur. Symp. Comput. Model. Simul.*, 511–516.
- International Organization for Standardization. (1998). *ISO/9241-11. Ergonomics Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs)*. Geneva.
- International Organization for Standardization. (2001). *ISO/IEC - 9126-1:2001. Software Engineering - Product Quality - Part 1 Quality Model*. Geneva.
- International Standards Organisation. (2004). *ISO/IEC TR 9126-4:2004. Software Engineering - Product Quality - Part 4: Quality in use metrics*. Geneva.
- Ivory, M. y Hearst, M. (2001). The state of the art in automating usability evaluation of user interfaces. *ACM Comput. Surv.*, 33(4), 470–516.
- Johnson, L., Adams, B. Estrada, C., Freeman, A. y Ludgate, H. (2013). *The NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition*. Stanford: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams, S., Gago, D., García, E. y Martin, S. (2013). *NMC Perspectivas tecnológicas: educación superior en América Latina 2013-2018. Un análisis regional del Informe Horizon del NMC*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, L., Adams, S. y Cummins, M. (2012). *Informe Horizon del NMC: Edición para la enseñanza universitaria 2012*. Stanford: The New Media Consortium.
- Kukulska-Hulme, A. (2007). Mobile usability in educational contexts: what have we learnt? *Int. Rev. Res. Open Distance Learn.*, 8(2).
- Kukulska-Hulme, A. (2010). Mobile learning as a catalyst for change. *J. Open Distance Learn.*, 25, 181–185.
- Kumar, A. y Pilli, E. (2012). University Wide M-Learning Using Cloud Environment. *2012 Int. Symp. Cloud Serv. Comput.*, 118–123.
- Lassila, K. (2012). Lisäty todellisuus Windows Phonella. *Mikkeli University of Applied Sciences*, 2012. Recuperado de <http://www.theseus.fi/handle/10024/69077>. [Consultado el 2 de abril de 2014].
- Mascheroni, M. y Greiner, C. (2012). Calidad de software e ingeniería de usabilidad. *XIV Work. Investig. en Ciencias la Comput.*, 1, 656–659.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicación. Programa Computadores para educar. (2012). Concurso regional de tabletas para sedes educativas oficiales. Recuperado de: <http://www.computadoresparaeducar.gov.co>.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*, (1<sup>st</sup> ed). Berkeley, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Nielsen, J. y Budiu, R. (2013). *Mobile Usability*, (1<sup>st</sup> ed). Berkeley, CA: Pearson Education.
- Nielsen, J. (1994). *Guerrilla HCI: Using Discount Usability Engineering to Penetrate the Intimidation Barrier*. Recuperado de <http://www.nngroup.com/articles/guerrilla-hci/>. [Consultado el 20 de enero de 2014].
- Park, Y. (2011). A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four

- Types. *Int. Rev. Res. Open Distance Learn.*, 12(2), 78–102.
- Pinkwart, N., Hoppe, H., Milrad, M. y Perez, J. (2003). Use of Personal Digital Assistants. *J. Comput. Assist. Learn.*, 19, 383–391.
- Preece, J. (2007). *Interaction Design: Beyond Human - Computer Interaction* (2<sup>nd</sup> ed). Trento: Wiley and Sons.
- Qu, Z. y Qi, Y. (2008). Application of WAP PUSH in M-learning. *IEEE Comput. Soc.*, December. 3–6.
- Quiroga, L., Crosby, M. y Iding, M. (2004). Reducing cognitive load. *Proceedings of the 37<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*. No. C, 1–9.
- T. President and H. Blackberry, “A New Era of Presidential Security,” *IEEE Comput. Soc.*, 9, 67–70, 2009.
- Tsai, T.-M., Chou, S.-C., Liu, B.-F., Lin, Y., Wang, R.-S., Yang, R.-D. y Chou, S.-C. T. (2012). Status and Trend of E-book Applications for iOS Devices: A Developer’s Perspective, *2012 13th ACIS Int. Conf. Softw. Eng. Artif. Intell. Netw. Parallel/Distributed Comput.*, pp. 157–161.
- Unesco. (2013). *UNESCO Policy Guidelines for Mobile Learning*. París
- Van der Meulen, R. (2013). *Gartner Says Worldwide Mobile Phone Sales Declined 1.7 Percent in 2012*. Recuperado de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2335616>. [Consultado el 20 de marzo de 2013].
- Vosloo, S. (2013). *Aprendizaje móvil y políticas. Cuestiones clave*. París: Unesco.
- Yong, L. (2013). User experience evaluation methods for mobile devices. *Third Int. Conf. Innov. Comput. Technol. (INTECH 2013) IEEE*, 281–286.
- Zhang, D. y Adipat, B. (2005). Challenges, Methodologies, and Issues in the Usability Testing of Mobile Applications. *Int. J. Hum. Comput. Interact.*, 18(3), 293–308.

