

# Diagnóstico de pruebas de calidad en software para ambientes virtuales de aprendizaje sobre dispositivos móviles

## Diagnostic of quality tests in software for virtual learning environments on mobile devices

Julian Andrés Mera Paz<sup>1</sup>, Jhon Haide Cano Beltrán

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Universidad Cooperativa De Colombia Campus Popayán, <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Universidad Cooperativa De Colombia Campus Cali

<sup>1</sup>julian.mera@campusucc.edu.co, <sup>2</sup>Jhon.Canob@campusucc.edu.co

---

**RESUMEN**– En la actualidad las tecnologías de información y comunicación son elementos que impactan en el desarrollo de la vida cotidiana, uno de esos elementos es la educación, donde el apoyo de las TICS es fundamental en el uso de ambientes lúdicos y colaborativos que potencian la estrategia de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta que cada vez es más común el uso de los dispositivos móviles para los ambientes virtuales de aprendizaje(AVA), por ello se desarrolla software con ese fin. En el artículo se plantea un proyecto en proceso, para definir un marco de referencia o framework que permita realizar las pruebas de calidad de software centrándose en términos de usabilidad.

**Palabras claves**– Usabilidad, Testing, Diseño centrado en usuario, guías, framework, ava.

**ABSTRACT**– At present, information and communication technologies are elements that impact on the development of daily life, one of these elements is education, where the support of ICTs is fundamental in the use of playful and collaborative environments that enhance the strategy of teaching-learning, taking into account that it is increasingly common the use of mobile devices for virtual learning environments (AVA), so software is developed for that purpose. The article proposes a project in process, define frame of reference or framework that allows for performing software quality tests focusing on usability terms.

**Keywords**– Usability, Testing, User-centered design, guide, framework, ava.

---

### 1. Introducción

Las pruebas de calidad de software son técnicas que permiten abordar varios elementos como la adecuación funcional, eficiencia de desempeño, compatibilidad, fiabilidad, seguridad y usabilidad, este último elemento es considerado uno de los más importantes, por ello es significativo planificar los métodos y herramientas de análisis de usabilidad que existen y como adaptarlos a un contexto específico como el de los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). Proceso donde se centra la investigación, con el objeto de definir un marco de referencia o framework en el proceso de pruebas de calidad de software, fundamentándose en métodos, estrategias y experiencia de proyectos. La calidad de software en sí misma es un concepto

complejo y algunas veces subjetivo, ya que se intenta abarcar un gran número de normas, herramientas, diseños, métricas e indicadores en todos los aspectos. Es importante tener claro que la calidad incide en el producto y en el proceso del desarrollo del software, (Mera, P. 2016). En un ambiente virtual de aprendizaje (AVA), los usuarios tienen características diferenciales como la edad, intereses, nivel de aprendizaje, entre otros, en ese sentido, las nuevas modalidades de aprendizaje han ido tomando fuerza dado que los ciudadanos digitales consumen más información en dispositivos móviles que en computadores de escritorio, generando una nueva perspectiva sobre la educación actual. La situación actual de la educación se enmarca bajo una perspectiva constructivista donde lo importante ya no es la adquisición de gran cantidad de

conocimientos sino la capacidad de adaptación a un mundo en constante cambio, donde son más importantes las capacidades para buscar información, analizarla, seleccionar la adecuada y aplicarla de modo apropiado a cada situación concreta (González, 2012). Por otra parte, está la variabilidad del hardware y software de los dispositivos móviles que presentan un desafío constante para los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA). Se pretende a través del proceso investigativo definir aspectos para un contexto específico, donde se busca medir la usabilidad de la aplicación, centrados en el usuario. Estableciendo métricas y procesos desde las pruebas de calidad para evaluar si un ambiente virtual de aprendizaje se ajusta a la usabilidad.

El proyecto de investigación busca ser un referente para ingenieros y desarrolladores de aplicaciones en entornos móviles, para que a través del marco de referencia o framework, se tenga en cuenta los aspectos esenciales y significativos de la Usabilidad para ambientes virtuales de aprendizaje.

## 2. Contexto de los Móviles

Los diferentes, tipos, marcas o referencias de los móviles enmarcan una diversidad de contextos, que se complementan con la diversidad de personalidades, gustos y necesidades del usuario (Enriquez & Casas 2017), Para poder entonces obtener un marco de referencia con resultados reales “es necesario al intentar medir usabilidad considerar el contexto como parte integral de la aplicación” (Enriquez & Casas 2017), Por otra parte es necesario tener presente al usuario, “el entorno de trabajo, la personalidad y el contexto social, son elementos claves en la usabilidad (Nielsen 1994).

Los usuarios que utilizan ambientes virtuales de aprendizaje, los manipulan con un enfoque diferente, además que los propósitos y horarios de accesibilidad son constantemente cambiantes.

Se interpreta entonces que el contexto móvil es el propio ambiente de uso en que el ser humano interactúa con la máquina (Coursaris & Kim 2.011), los aspectos físicos del dispositivo móvil (resolución de pantalla, capacidad de procesamiento, batería y/o consumo de energía eléctrica, versión de software, tamaño de la pantalla, etc.) (Dongsong & Adipat, 2009).

**Ambiente de uso:** se caracteriza por los objetos, cosas o personas cercanas, también el ambiente (ruido,

iluminación), es todo aquello en el entorno que puede influir en el adecuado uso del ambiente virtual de aprendizaje.

**Resolución de la pantalla:** la visualización de las imágenes, videos, letras y demás contenido multimedial se ve impactado directamente por la configuración u estándar de la resolución, por tanto, es un factor que incide en la experiencia de usabilidad.

**Capacidad de procesamiento:** al referirse a la capacidad es el equilibrio entre velocidad, frecuencia y memoria que afectan el procesamiento de la información, con las características de fabrica de los dispositivos se puede establecer si una experiencia de usuario puede ser demorada, aceptable o satisfactoria teniendo en cuenta las variables de tiempo de interacción y de respuesta de la máquina.

**Batería y/o consumo de energía eléctrica:** Es un factor a considerar, debido a que las diferentes marcas tienen de igual manera diferentes tipos de baterías y con características diferentes, que afectan a la disponibilidad para poder usar el dispositivo móvil.

**Versión de software:** Los dispositivos móviles tienen de igual manera sistemas operativos diferentes y con diferentes versiones, cada una de ellas programadas para un hardware específico y que de acuerdo a los otros elementos puede ser favorable o desfavorable para las métricas de usabilidad.

**Tamaño de la pantalla:** si la pantalla tiene un tamaño pequeño, dificulta la percepción de usabilidad del usuario, además si se requiere de interacción táctil con el dispositivo móvil, tendrá un grado de dificultad para acceder a la información.

En base a lo anterior, se plantea la hipótesis “para medir usabilidad de ambientes virtuales de aprendizaje funcionando en dispositivos móviles con el fin de obtener resultados reales, se debe tener en cuenta el contexto de los móviles como el elemento primordial”.

## 3. Calidad de Software

La calidad de software en general, tiene múltiples definiciones y puntos de vista que conllevan a percepciones diferentes por parte del o los ejecutores de la misma, pero se inclinan en puntos en común, que permiten articular marcos de referencia o guías para la

aplicación o tratamiento de la calidad. Algunas de las definiciones son:

Según (Porat, B., & Friedlander, B. 1990) “la calidad de software es el grado en el que el sistema, componente, modulo o proceso cumple con los requisitos específicos, necesidades y expectativas del cliente o usuario”.

Por su parte la norma ISO 8402 -1994 “Calidad de software es la totalidad de propiedades y características de un proceso o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas”.

Según (Pressman 1998) “La calidad de software, es la concordancia entre el producto funcional y los requerimientos explícitamente establecidos, con estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente que desee el usuario”.

Estas tres definiciones brindan pautas para asegurar que la calidad de software se debe relacionar con el producto y con el proceso, donde factores como los requerimientos funcionales y no funcionales, además de los deseados por el usuario, deben ser componentes medibles dentro de las dimensiones de calidad como se describe en la tabla 1 (Pressman, 2006).

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
Calidad del desempeño	Presenta el contenido, las funciones y las características especificadas en el modelo de requerimientos.
Calidad de las características	Genera sorpresa y agrado en la primera impresión del usuario.
Confiabilidad	Está disponible cuando se necesita, sin errores y sin fallas.
Conformidad	Es coherente con los estándares locales e internacionales.
Durabilidad	Permite con facilidad el mantenimiento (cambio) y la depuración (corrección).
Servicio	El mantenimiento y la depuración se pueden hacer en un tiempo aceptablemente breve.
Estética	Posee cierta elegancia, flujo único y presencia aceptable por los usuarios en general.
Percepción	Recibe en general buenos comentarios por parte de los usuarios.

Tabla 1: Dimensiones de calidad de software.

Fuente: Pressman, R. S. (2006). Un enfoque práctico.

### Métricas y medición

Son elementos fundamentales para cualquier proceso de ingeniería, la medición hace referencia a comprender de una forma adecuada, las características de un marco de referencia o modelo, estableciendo la capacidad de

evaluarse. La medida y a su vez las métricas son indirectas y se definen dentro de los procesos metodológicos, por ende, están expuestas al debate y ajustes, dependiendo del contexto. (Ríos J.R.M 2017).

La métrica se establece como el referente cuantitativo o cualitativo establecido en una metodología de medición, que tenga una secuencia lógica particular de las operaciones y las posibles heurísticas, consolidada en una escala predefinida categórica o numéricamente. (Gonzales L.A.E; Acosta N. J; Tovar L.G, 2017)

### 4. Evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles

Para evaluar la usabilidad de una aplicación de software en dispositivos móviles, es necesario planificar unas pruebas que permitan observar el comportamiento y/o iteración humano computador (HIC), con el objeto de establecer unas métricas que permitan validar la existencia de la usabilidad de una aplicación en un dispositivo móvil (ISO 9241-11, 1998).

La usabilidad es un referente para medir la capacidad de reconocer adecuación, capacidad de aprendizaje y capacidad para ser usado, la protección de errores de usuario, la estética y la accesibilidad, reflejados en la interfaz de usuario (Paz, J. A. M., Gómez, M. Y. M., & Rosas, S. C. (2017).

Las pruebas en cualquiera de sus ámbitos deben tener en cuenta la verificación y la validación, además de los principios de las pruebas ya estandarizados, de igual manera la clasificación y las técnicas de prueba a utilizar. (Mera, P. 2016).

Las actividades inicialmente planteadas para la evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles se plasman en la (figura 1):

El test plan o diseño del plan de pruebas será el primer elemento a tener en cuenta para evaluar la usabilidad en aplicaciones móviles, actividad que consiste en organizar el escenario o laboratorio, la selección de los elementos a probar y los posibles resultados. Se continua con el diseño de casos de prueba, actividad donde se crean una serie de casos de prueba (test case), se configura la aplicación teniendo claros los datos de ingreso u entrada y los resultados que debería mostrar la aplicación después de una determinada acción. Luego la Prueba, actividad donde se clasifica entre las pruebas de

caja blanca o caja negra, con el fin de abarcar todas las posibles combinaciones y aristas del producto software además de los factores que inciden en el comportamiento del usuario.

Finalmente, la comparación y evaluación de resultados, en esta actividad se tiene consolidado una muestra de las pruebas realizadas a una misma aplicación con diferentes usuarios, se compara, analiza y evalúan los resultados, puesto que, con este insumo, se tendrá información vital para definir las métricas e indicadores, que permitan consolidar un marco de referencia para pruebas de calidad en software de ambientes virtuales de aprendizaje.

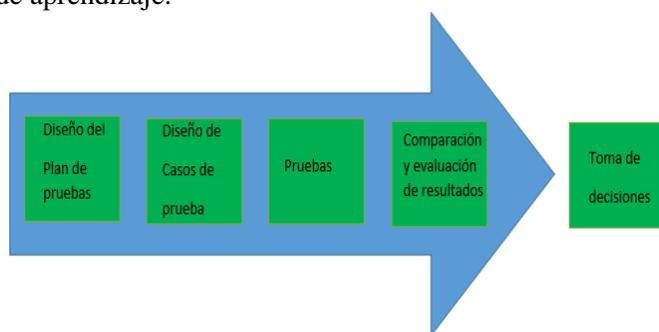


Figura 1: Actividades para evaluación de usabilidad en aplicaciones móviles  
 Fuente: Propia.

## 5. Marco de referencia en estudio para pruebas de calidad en software de ambientes virtuales de aprendizaje.

Tomando como referencia el trabajo de (Alfonso & Mariño, 2011) es importante analizar las características y subcaracterísticas de la calidad del software; Puesto que esta información es relevante a que hay situaciones similares en las que un usuario realizara la interacción con ambientes virtuales de aprendizaje.

Características / Autor	Diniz et al. (2005)	Miranda et al. (2006)	Córdoba et al. (2007)	Hernández Ortega et al. (2008)
Empatía			X	
- Navegabilidad	X	X	X	X
- Personalización			X	
Usabilidad			X	
- Grado de atracción	X		X	
- Accesibilidad	X		X	
- Capacidad de aprendizaje			X	
Eficiencia			X	
- Tiempo de respuesta	X		X	
Seguridad			X	
- Integridad	X		X	X
- Confidencialidad	X		X	X
- Tolerancia a fallos	X		X	
Funcionalidad			X	
- Mantenibilidad			X	
- Interoperatividad			X	
- Servicios disponibles	X	X	X	X
Accesibilidad		X		X
Velocidad		X		X
Visibilidad				X
Interactividad				X

Tabla 2: Características y subcaracterísticas de calidad de software.

Fuente: Alfonso, P., & MARIÑO, S. (2011). Revisión de modelos de calidad orientados a sitios web bancarios: Estudio preliminar. *Revista técnica administrativa*, 10(04).

El equipo de investigación, después del análisis se proyecta a centrarse en la usabilidad, comprendiendo que son las subcaracterísticas de calidad de software, con mayor impacto dentro del contexto del aprendizaje virtual. Según (Safa, N. S., Von Solms, R., & Furnell, 2016) se determina que para las apps móviles se deben tener en cuenta varios factores que ayudan fortalecer los aspectos de seguridad y privacidad en una app móvil como lo son: Almacenamiento de datos del usuario en servidores, cambio de claves de seguridad por medio de patrones, inclusión de la biometría y reconocimiento de rostros para aplicaciones que requieran mejorar sus sistemas de seguridad para el manejo de datos confidenciales de usuario.

La evaluación de la privacidad del usuario desde diferentes perspectivas como lo son: la privacidad de los datos y la privacidad contextual. Se plantea el trabajo de la privacidad de los datos a partir de las solicitudes de datos móviles y de las fuentes o recursos disponibles para los dispositivos móviles, con el uso de control de acceso de los datos a través de la implementación de políticas como: p3p, XACML y la autenticación.

Por la parte de la privacidad contextual se puede tomar a partir de dos elementos, la primera surge de la privacidad en la ubicación del dispositivo que emite la información desde una clave que determina la ubicación como anónima o de una segunda forma de privacidad evitando la detección la ubicación del equipo móvil que está utilizando la app a través de una ubicación anónima, o de la privacidad de la identidad en la cual se hace la autenticación del usuario como anónimo.

De acuerdo al estudio realizado por (Zhang, X., Baggili, I., & Breitinger, F. 2017) se trabaja la privacidad y seguridad presentando la información almacenada en un dispositivo móvil como un aspecto muy importante de proteger, puesto que además de la información personal se pueden encontrar imágenes y videos.

Se pretende a través del trabajo investigativo en curso, diseñar un nuevo marco de referencia, que se focalice en el diseño centrado en el usuario, basándose en un modelo de procesos de ingeniería de usabilidad y de accesibilidad (Granollers T, 2003), aplicándolo a casos experimentales, partiendo del análisis de requisitos y el diseño, se realiza medición a el grado de atracción, accesibilidad y capacidad de aprendizaje del usuario. Estos ciclos de “pivote” o de realimentación del usuario hacia el equipo de investigación, permiten gradualmente, establecer indicadores de calidad del software.

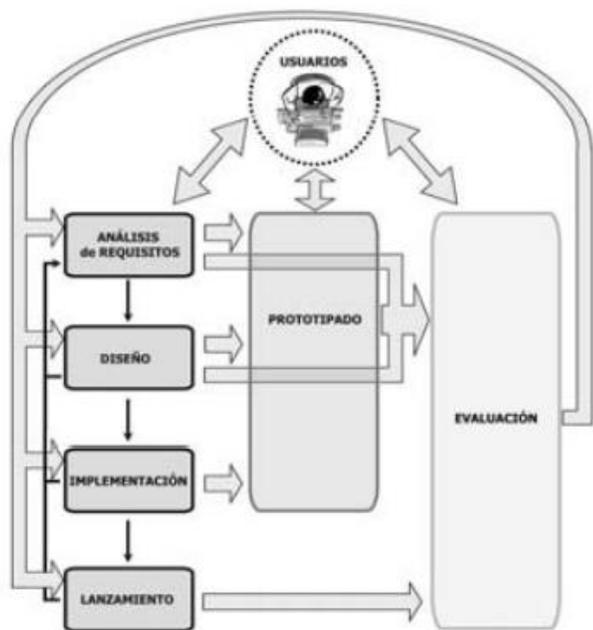


Figura 2: Modelo de procesos de ingeniería de usabilidad y de accesibilidad

Fuente: Granollers, T., & Lorés, J. (2004). Esfuerzo de Usabilidad: un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario. In *V Congreso Interacción Persona Ordenador* (pp. 3-7).

## 6. Resultados esperados

Para establecer el marco de referencia que permita definir las pruebas de calidad a realizar en ambientes virtuales de aprendizaje, es necesario establecer un laboratorio o espacio de condiciones óptimas para obtener mediciones a partir de la interacción del usuario con la aplicación, en la línea de trabajo mencionado se espera obtener con el proyecto:

1. Categorizar y seleccionar herramientas que permitan, establecer métricas de calidad para la toma de decisiones.
2. La consolidación de una metodología que se articule al contexto del proyecto, permitiendo evaluar indicadores de usabilidad en aplicaciones de ambientes virtuales de aprendizaje.
3. Articular resultados del proyecto a estudios, proyectos o desarrollos metodológicos al interior o exterior de la universidad.
4. Especializar al talento humano en el concepto de usabilidad, características y subcaracterísticas de calidad de software, además de las directrices del marco de referencia.
5. Realizar transferencia tecnológica o de capacitación a la comunidad universitaria y redes académicas, con el fin de validar y realimentar el marco de referencia que se pretende implementar.

## 7. Conclusiones

La articulación de la calidad de software a las aplicaciones para ambientes virtuales de aprendizaje, actualmente es poco explorada, puesto que la mayor parte de plataformas AVA son adquiridas por las universidades e instituciones educativas a través de terceros u outsourcing, con ello no se ha logrado medir,

cuantificar y evaluar la usabilidad en un contexto real y condicionado a las características de las instituciones.

La usabilidad se convierte en un tema crítico para la aceptación de una aplicación, en ese sentido, si las acciones de un usuario no son aprobadas desde la aplicación móvil, se considera que inevitablemente las dos partes van por caminos diferentes.

Se busca con el proyecto presentar una idea novedosa, que permita que se obtenga información real acerca del grado de usabilidad de las plataformas AVA.

La óptica de la interacción Humano computador, permite que se profundice en la investigación del diseño centrado en el usuario, realimentando con el grado de las características y subcaracterísticas de calidad de software.

Los atributos de calidad de una aplicación en una plataforma AVA son conceptos abstractos, debido a esto no se pueden medir directamente, para medirlos es necesario la asociación de distintas métricas como puede ser el atributo o principio Eficiencia puede ser evaluado mediante una métrica que permita calcular el tiempo que emplea un usuario en culminar una tarea específica o simplemente el tiempo que tarda en encontrar una función del sistema.

Finalmente se espera cumplir con los resultados esperados, a través de las pruebas experimentales, para consolidar el marco de referencia, que guíe u orienté las pruebas de calidad de software de ambientes virtuales de aprendizaje sobre dispositivos móviles.

## 8. Referencias

[1] Alfonzo, P., & MARIÑO, S. (2011). Revisión de modelos de calidad orientados a sitios web bancarios: Estudio preliminar. *Revista técnica administrativa*, 10(04).

[2] Bianciotti, M. S., Salgado, C. H., Sánchez, A., & Peralta, M. (2017, August). Gestión de proyecto de software: un método basado en gamificación para mejorar la calidad del producto y desempeño de equipos de desarrollo. In *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires)*.

[3] Coursaris, C. K., Kim, D. J. (2011): A Meta-Analytical Review of Empirical WICC 2014 XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación Página 404 de 1158 Mobile Usability Studies. *Journal of Usability Studies*, vol. 6, no. 3, pp. 117-171.

[4] Dongsong, Z., & Adipat, B. (2009). Challenges, Methodologies, and Issues in the Usability Testing of Mobile Applications. Maryland: University of Maryland, Baltimore County.

[5] Enriquez, J., & Casas, S. (2017). Usabilidad en Aplicaciones Móviles. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 5(2), 25-47.

[6] González, L. A. E., Acosta, N. J., & Tovar, J. L. G. (2017). Estándares para la calidad de software. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(1), 75-84.

[7] González Aguña, A. (2012). Patrones en aprendizaje: Concepto, aplicación y diseño de un patrón. *Revista de la Educación a Distancia*, (31).

[8] Granollers, T. (2003). User Centred Design Process Model. Integration of Usability Engineering and Software Engineering. Proceedings of INTERACT 2003 (Doctoral Consortium), Zurich (Suiza).

[9] Granollers, T., & Lorés, J. (2004). Esfuerzo de Usabilidad: un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario. In *V Congreso Interacción Persona Ordenador* (pp. 3-7).

[10] Hajela, D. (1990). On computing the minimum distance for faster than Nyquist signaling. *IEEE transactions on information theory*, 36(2), 289-295.

[11] ISO 9241-11 (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs.) - Part 11: Guidance on usability

[12] Mera, P. (2016). Análisis del proceso de pruebas de calidad de software.

[13] Nielsen, J. (1994). Usability Engineering. Washington: Elsevier.

[14] Norma, I. S. O., & ISO, N. 8402: 1987. *Calidad*

[15] Paz, J. A. M., Gómez, M. Y. M., & Rosas, S. C. (2017, July). Análisis sistemático de información de la Norma ISO 25010 como base para la implementación en un laboratorio de Testing de software en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Popayán. In *Memorias de Congresos UTP* (pp. 149-154).

[16] Porat, B., & Friedlander, B. (1990). A frequency domain algorithm for multiframe detection and estimation of dim targets. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 12(4), 398-401.

[17] Pressman, R. S. (1998). Ingeniería del software un enfoque práctico.

[18]Pressman, R. S. (2006). Un enfoque práctico.

[19]Ríos, J. R. M. (2017). Estado del Arte: Métricas de calidad para el desarrollo de aplicaciones web. *3C Tecnología*, 6(4), 1.

[20]Safa, N. S., Von Solms, R., & Furnell, S. (2016). Information security policy compliance model in organizations. *Computers & Security*, 56, 70-82.

[21]Zhang, X., Baggili, I., & Breitinger, F. (2017). Breaking into the vault: Privacy, security and forensic analysis of Android vault applications. *Computers & Security*, 70, 516-531.