



## Modelo de medición y evaluación de calidad del software basado en la norma ISO/IEC 25000 para medir la usabilidad en productos de software académicos universitarios

Software quality measurement and evaluation model based on the ISO/IEC 25000 standard to measure usability in university academic software products

Modelo de medição e avaliação de qualidade de software baseado no padrão ISO/IEC 25000 para medir usabilidade em produtos de software acadêmico universitário

### ARTÍCULO GENERAL

Yenny Milagritos Sifuentes Díaz

[ysifuentes@unitru.edu.pe](mailto:ysifuentes@unitru.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0001-9464-8294>

Universidad Nacional de Trujillo

José Luis Peralta Luján

[jperalta@unitru.edu.pe](mailto:jperalta@unitru.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-0252-7127>

Universidad Nacional de Trujillo

Recibido 12 de Marzo 2022 | Arbitrado y aceptado 12 de Marzo 2022 | Publicado el 18 de Abril 2022

#### RESUMEN

La gestión de la calidad de productos de software académicos universitarios es un factor importante para el éxito en los proyectos de desarrollo de software. La calidad, como parte de una cultura profesional, es necesaria desarrollarla desde el inicio de la formación universitaria. Esta investigación plantea un modelo de medición y evaluación de calidad para la característica de usabilidad de productos de software académicos universitarios basado en la familia de las normas ISO/IEC 25000; específicamente en la norma ISO/IEC 25040. Como parte del modelo se elabora el Test de Usuario, instrumento basado en la norma ISO/IEC 25010 para la medición de la usabilidad considerando las subcaracterísticas que la conforman.

Finalmente, se presenta la medición y evaluación de cinco productos software académicos finales del curso Algoritmos y Programación del programa de Informática de la Universidad Nacional de Trujillo aplicando el modelo propuesto. De los cinco productos software de juego evaluados a nivel de característica de usabilidad, 3 juegos alcanzaron el criterio de decisión de evaluación de buena calidad, 1 juego de regular calidad y solo un juego de alta calidad

**Palabras clave:** Modelo de calidad, usabilidad, productos de software, normas ISO/IEC 25000, normas ISO/IEC 25040, normas ISO/IEC 25010

#### ABSTRACT

Quality management of university academic software products is an important factor for success in software development projects. Quality, as part of a professional culture, must be developed from the beginning of university education. This research proposes a quality measurement and evaluation model for the usability characteristic of university academic software products based on the family of ISO/IEC 25000 standards; specifically in the ISO/IEC 25040 standard. As part of the model, the User Test is developed, an instrument based on the ISO/IEC 25010 standard for measuring usability considering the sub-characteristics that comprise it.

Finally, the measurement and evaluation of five final academic software products of the Algorithms and Programming course of the Computer Science program of the National University of Trujillo is presented, applying the proposed model. Of the five game software products evaluated at the level of usability characteristics, 3 games reached the evaluation decision criterion of good quality, 1 game of fair quality and only one game of high quality.

**Keywords:** Quality model, usability, software products, ISO/IEC 25000 standards, ISO/IEC 25040 standards, ISO/IEC 25010 standards.

#### RESUMO

A gestão da qualidade de produtos de software acadêmico universitário é um fator importante para o sucesso em projetos de desenvolvimento de software. A qualidade, como parte de uma cultura profissional, deve ser desenvolvida desde o início da formação universitária. Esta pesquisa propõe um modelo de medição e avaliação de qualidade para a característica de usabilidade de produtos de software acadêmico universitário baseado na família de padrões ISO/IEC 25000; especificamente na norma ISO/IEC 25040. Como parte do modelo, é desenvolvido o Teste do Usuário, instrumento baseado na norma ISO/IEC 25010 para medição de usabilidade considerando as subcaracterísticas que a compõem.

Por fim, é apresentada a medição e avaliação de cinco produtos de software acadêmicos finais do curso de Algoritmos e Programação do programa de Ciência da Computação da Universidade Nacional de Trujillo, aplicando o modelo proposto. Dos cinco produtos de software de jogos avaliados ao nível das características de usabilidade, 3 jogos atingiram o critério de decisão de avaliação de boa qualidade, 1 jogo de qualidade regular e apenas um jogo de alta qualidade.

**Palavras-chave:** Modelo de qualidade, usabilidade, produtos de software, normas ISO/IEC 25000, normas ISO/IEC 25040, normas ISO/IEC 25010.

## Introducción

Cada día se implementan una gran variedad de productos software en diferentes áreas de la sociedad y su funcionamiento previsto y correcto es fundamental para el éxito empresarial y/o la seguridad humana. Por lo tanto, el desarrollo de software de calidad que cumpla las necesidades y expectativas de los usuarios finales es de gran importancia.

La calidad del producto software se puede interpretar como el grado en que dicho producto satisface los requisitos de sus usuarios aportando de esta manera un valor.

La calidad del software es una cultura que debe inicializar su desarrollo desde la formación académica universitaria para ello es necesario implementar un modelo de medición y evaluación de calidad del software que permita la medición de las características de calidad de los productos de software académicos universitarios y el planteamiento de procesos de mejora continua. El modelo de calidad del software que se propone en la presente investigación está basado en las normas ISO.

Las normas ISO (Organización Mundial para la Estandarización) son aquellas guías que otorgan ciertas especificaciones, de aspecto mundial, a los productos, servicios y sistemas de una compañía para garantizar la máxima calidad y eficiencia en sus resultados y funcionamiento. (Organización Internacional de Normalización [ISO] 25000, 2022).

La Organización Mundial para la Estandarización presenta la familia ISO/IEC 25000, conocida como SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation), Según Naranjo et al. (2020), “la SQuaRE es un conjunto de normas que permite evaluar las características de calidad del producto software en un marco que permite obtener valores cuantitativos de dicho proceso con el fin de determinar el nivel de calidad del producto” (p.178).

La familia ISO/IEC 25000 es el resultado de la evolución de otras normas anteriores, especialmente de las normas ISO/IEC 9126, que describe las particularidades de un modelo de calidad del producto software, e ISO/IEC 14598, que abordaba el proceso de evaluación de productos software. Esta familia de normas ISO/IEC 25000 se encuentra compuesta por cinco divisiones que se muestra en la figura 1.



Figura 1: Divisiones de la norma ISO/IEC 25000

### **División para la gestión de la calidad: ISO/IEC 2500n.**

Los estándares que forman esta división definen modelos, términos y definiciones comunes, utilizadas por los demás estándares que conforman esta norma.

### **División para el modelo de calidad: ISO/IEC 2501n.**

En esta sección se proporcionan modelos de calidad interna, externa y la calidad de uso del producto de software.

Actualmente, esta división se encuentra formada por:

- ISO/IEC 25010: describe el modelo de calidad para el producto software y para la calidad en uso. Esta norma presenta las características y subcaracterísticas de calidad frente a las cuales se va a evaluar el producto software.
- ISO/IEC 25012: define un modelo general para la calidad de los datos, aplicable a aquellos datos que se encuentran almacenados de manera estructurada y forman parte de un Sistema de Información.

### **División para la medición de la calidad: ISO/IEC 2502n.**

Los estándares que forman parte de esta división, incluyen un modelo de referencia de calidad del producto software, definiciones matemáticas de las métricas de calidad y una guía práctica para su aplicación. Además, presenta la manera de cómo aplicar estas métricas para determinar la calidad interna, externa y en uso del software.

### **División para los requisitos de calidad: ISO/IEC 2503n.**

Los estándares que componen esta parte ayudan a definir los requerimientos de calidad que se pueden utilizar para cumplir con los requisitos de calidad del producto de software que se va a desarrollar o como entrada al proceso de evaluación

### **División para la evaluación de calidad: ISO/IEC 2504n.**

Los estándares pertenecientes a esta división, proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de un producto software, ya sea realizada por evaluadores independientes, compradores o desarrolladores.

Esta división contiene los siguientes estándares:

ISO/IEC 25040: Proceso de evaluación.

ISO/IEC 25041: Guía de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores independientes. (ISO 25000, 2022).

Una medida de calidad representa la cuantificación de las características y subcaracterísticas de la calidad (Perdomo y Zapata, 2021).

La norma ISO/IEC 25010 categoriza la calidad del producto en ocho características que se detallan en la figura 2.



Figura 2: Características de calidad de un producto software según la norma ISO/IEC 25010

El presente estudio está referido a la medición y evaluación de la característica de usabilidad y tiene por finalidad proponer un marco metodológico para medir y evaluar la calidad de la usabilidad en productos académicos universitarios basados en la norma ISO/IEC 25040 y elaborar un Test del Usuario para la medición de la usabilidad basado en la norma ISO/IEC 25010.

La usabilidad es la capacidad del producto software para ser entendido, aprendido, usado y resultar atractivo para el usuario, cuando se usa bajo determinadas condiciones (ISO 25000, 2022).

La usabilidad según la norma ISO/IEC 25010 se subdivide en las siguientes subcaracterísticas:

**Capacidad para reconocer su adecuación.** Capacidad del producto que permite al usuario entender si el software es adecuado para sus necesidades.

**Capacidad de aprendizaje.** Capacidad del producto que permite al usuario aprender su aplicación.

**Capacidad para ser usado.** Capacidad del producto que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad.

**Protección contra errores de usuario.** Capacidad del sistema para proteger a los usuarios de hacer errores.

**Estética de la interfaz de usuario.** Capacidad de la interfaz de usuario de agradar y satisfacer la interacción con el usuario.

**Accesibilidad.** Capacidad del producto que permite que sea utilizado por usuarios con determinadas características y discapacidades.

## Material y métodos

### OBJETO DE ESTUDIO

Población: La investigación tuvo como objeto de estudio a los trabajos académicos finales del curso Algoritmos y programación del programa de Informática de la Universidad Nacional de Trujillo

Muestra: La muestra coincide con la población.

### INSTRUMENTOS RECOLECCION DE DATOS

Instrumento de medición de la usabilidad del producto de software basado en la norma ISO/IEC 25010: Test de Usuario

## MÉTODOS Y TÉCNICAS

### Tipo de estudio

Se realizó un estudio no experimental de corte transversal, debido a que no hubo manipulación de variables y la recolección de datos fue en un solo momento.

Colocar referencias sobre metodología de la investigación

### Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se elaboró un modelo de calidad de software basado en la norma ISO/IEC 25040 que propone un modelo de referencia general para la evaluación, considerando las entradas al proceso de evaluación, las restricciones y los recursos necesarios para obtener las correspondientes salidas.

Esaki et al. (2013) afirman que “este proceso estandarizado se puede utilizar tanto para evaluar la calidad de productos de software comerciales como la calidad de productos de software a medida y puede ser utilizado durante o después del proceso de desarrollo o en la adquisición” (p.100).

Según ISO (2022), este modelo de calidad consta de las siguientes etapas.

### **Etapas 1: Establecer los requisitos de la evaluación**

#### **1.1. Establecer el propósito de la evaluación**

En esta tarea se documenta el propósito por el que la organización quiere evaluar la calidad de su producto software (asegurar la calidad del producto, decidir si se acepta un producto, determinar la viabilidad del proyecto en desarrollo, comparar la calidad del producto con productos de la competencia, etc.).

#### **1.2. Obtener los requisitos de calidad del producto**

En esta tarea se identifican las partes interesadas en el producto software (desarrolladores, posibles adquirientes, usuarios, proveedores, etc.) y se especifican los requisitos de calidad del producto utilizando un determinado modelo de calidad.

#### **1.3. Identificar las partes del producto que se deben evaluar**

Se deben identificar y documentar las partes del producto software incluidas en la evaluación. El tipo de producto a evaluar (especificación de requisitos, diagramas de diseño, documentación de las pruebas, etc.) depende de la fase en el ciclo de vida en que se realiza la evaluación y del propósito de ésta.

#### 1.4. Definir el rigor de la evaluación

Se debe definir el rigor de la evaluación en función del propósito y el uso previsto del producto software, basándose, por ejemplo, en aspectos como el riesgo para la seguridad, el riesgo económico o el riesgo ambiental. En función del rigor se podrá establecer qué técnicas se aplican y qué resultados se esperan de la evaluación.

#### Etapa 2: Especificar la evaluación

En esta etapa se especifican los módulos de evaluación (compuestos por las métricas, herramientas y técnicas de medición) y los criterios de decisión que se aplicarán en la evaluación.

##### 2.1. Seleccionar los módulos de evaluación

En esta tarea el evaluador selecciona las métricas de calidad, técnicas y herramientas (módulos de evaluación) que cubran todos los requisitos de la evaluación. Dichas métricas deben permitir que, en función de su valor, se puedan realizar comparaciones fiables con criterios que permitan tomar decisiones.

##### 2.2. Definir los criterios de decisión para las métricas

Se deben etapa los criterios de decisión para las métricas seleccionadas. Dichos criterios son umbrales numéricos que se pueden relacionar con los requisitos de calidad y posteriormente con los criterios de evaluación para decidir la calidad del producto. Estos umbrales se pueden establecer a partir de *benchmarks*, límites de control estadísticos, datos históricos, requisitos del cliente, etc.

##### 2.3. Definir los criterios de decisión de la evaluación

Se deben definir criterios para las diferentes características evaluadas a partir de las subcaracterísticas y métricas de calidad. Estos resultados a mayor nivel de abstracción permiten realizar la valoración de la calidad del producto software de forma general.

#### Etapa 3: Diseñar la evaluación

En esta etapa se define el plan con las actividades de evaluación que se deben realizar.

### **3.1. Planificar las actividades de la evaluación**

Se deben planificar las actividades de la evaluación teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos, tanto humanos como materiales, que puedan ser necesarios. En la planificación, se debe tener en cuenta el presupuesto, los métodos de evaluación y estándares adaptados, las herramientas de evaluación, etc.

#### **Etapa 4: Ejecutar la evaluación**

En esta etapa se ejecutan las actividades de evaluación obteniendo las métricas de calidad y aplicando los criterios de evaluación.

##### **4.1. Realizar las mediciones**

Se deben realizar las mediciones sobre el producto software y sus componentes para obtener los valores de las métricas seleccionadas e indicadas en el plan de evaluación. Todos los resultados obtenidos deberán ser debidamente registrados.

##### **4.2. Aplicar los criterios de decisión para las métricas**

Se aplican los criterios de decisión para las métricas seleccionadas sobre los valores obtenidos en la medición del producto.

##### **4.3. Aplicar los criterios de decisión de la evaluación**

En esta última tarea se deben aplicar los criterios de decisión a nivel de características y subcaracterísticas de calidad, produciendo como resultado la valoración del grado en que el producto software cumple los requisitos de calidad establecidos.

#### **Etapa 5: Concluir la evaluación**

En esta etapa se concluye la evaluación de la calidad del producto software, realizando el informe de resultados que se entregará al cliente y revisando con éste los resultados obtenidos.

##### **5.1. Revisar los resultados de la evaluación**

Mediante esta tarea, el evaluador y el cliente de la evaluación (en caso de existir) realizan una revisión conjunta de los resultados obtenidos, con el objetivo de realizar una mejor interpretación de la evaluación y una mejor detección de errores.

##### **5.2. Crear el informe de evaluación**

Una vez revisados los resultados, se elabora el informe de evaluación, con los requisitos de la evaluación, los resultados, las limitaciones y restricciones, el personal evaluador, etc.

### **5.3. Revisar la calidad de la evaluación y obtener *feedback***

El evaluador revisará los resultados de la evaluación y la validez del proceso de evaluación, de los indicadores y de las métricas aplicadas. El *feedback* de la revisión debe servir para mejorar el proceso de evaluación de la organización y las técnicas de evaluación utilizadas.

### **5.4. Tratar los datos de la evaluación**

Una vez finalizada la evaluación, el evaluador debe realizar el adecuado tratamiento con los datos y los objetos de la evaluación según lo acordado con el cliente (en caso de ser una tercera parte), devolviéndolos, archivándolos o eliminándolos según corresponda.

## **Resultados**

A continuación, se detalla los resultados de la aplicación del modelo de medición y evaluación de los productos de software académicos universitarios.

### **Etapa 1: Establecer los requisitos de la evaluación**

#### **1.1. Establecer el propósito de la evaluación**

El propósito de la evaluación fue verificar que el producto de software académico de elaborar un juego como proyecto final para el curso de Algoritmos y Programación del I ciclo de la carrera de Informática de la Universidad Nacional de Trujillo cumpla con los estándares de calidad de usabilidad establecidas en la norma ISO/IEC 25010.

#### **1.2. Obtener los requisitos de calidad del producto**

Los requisitos de calidad para la característica de usabilidad fueron determinados por el docente responsable del curso Algoritmos y Programación teniendo en cuenta las subcaracterísticas de la usabilidad que plantea la norma ISO/IEC 25010.

Las subcaracterísticas de usabilidad que se consideraron para evaluar se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Subcaracterísticas de usabilidad a evaluar.*

Subcaracterística de usabilidad	Simbología de subcaracterística
Capacidad para reconocer su adecuación	CapAd
Capacidad de aprendizaje	CapAp
Capacidad para ser usado	CapUs
Protección contra errores de usuario	ProtErr
Estética de la interfaz de usuario	EstInt
Accesibilidad	Acc

### 1.3. Identificar las partes del producto que se deben evaluar

Las partes del producto software académico universitario de un juego que se evaluaron fueron el ejecutable y la documentación de las pruebas.

### 1.4. Definir el rigor de la evaluación

Para que el producto software académico universitario tenga la condición de aprobado debe obtener como criterio de decisión de evaluación de buena o alta calidad

## Etapa 2: Especificar la evaluación

### 2.1. Seleccionar los módulos de evaluación

A cada subcaracterística de usabilidad el docente del curso atribuyó un nivel de importancia. El nivel de importancia se encuentra definido en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Nivel de Importancia para la valoración de cada subcaracterística de la usabilidad*

Nivel de importancia	Simbología	Significado
Alto	A	El grado de importancia de la característica y subcaracterística es alto por ende se realizará las mediciones
Medio	M	La característica y subcaracterística no es tan relevante pero puede o no ser medida dependiendo del criterio del evaluador
Bajo	B	La característica y subcaracterística no tiene relevancia y no será medida
No Aplica	NA	Este valor se dará a la característica y subcaracterística que no se pueden medir dependiendo de diferentes factores

El docente del curso, teniendo en cuenta la tabla 2, procedió a valorar las subcaracterísticas de usabilidad del producto software académico de un juego. Esta valoración sirvió de base para determinar las ponderaciones para obtener la medida de la usabilidad del producto software.

**Tabla 3**

*Valoración de las subcaracterísticas de usabilidad*

Subcaracterística de usabilidad	Nivel de Importancia
Capacidad para reconocer su adecuación	M
Capacidad de aprendizaje	M
Capacidad para ser usado	A
Protección contra errores de usuario	A
Estética de la interfaz de usuario	A
Accesibilidad	B

Luego se elaboró el Test del Usuario que se presenta en la tabla 4. Este test constituye el instrumento de medición de la usabilidad considerando los indicadores para cada una de sus subcaracterísticas según la norma ISO/IEC 25010.

**Tabla 4**

*Test del Usuario para la medición de la usabilidad del producto software académico universitario: elaboración de un juego*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego Gratificación de la recompensa del juego
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego Presentación de ayudas y mensajes orientativos
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee.
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos.
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes Combinación de colores/fondos visualmente agradables
Accesibilidad	Por ser valorado con un nivel de importancia bajo, esta subcaracterística no tiene relevancia y no será medida

## 2.2. Definir los criterios de decisión para las métricas

Para realizar la medición de la usabilidad del producto software académico universitario: elaboración de un juego se aplicó el Test del Usuario utilizando la escala de Likert, con una escala del 1 al 4.

Según la valoración obtenida de cada indicador, utilizando la escala de Likert, se determinaron los criterios de decisión para las métricas que se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Criterios de decisión para las métricas.*

Escala	Puntuación	Criterio de decisión para las métricas
1	0 puntos	Bajo
2	2 puntos	Regular
3	3 puntos	Bueno
4	5 puntos	Excelente

### 2.3. Definir los criterios de decisión de la evaluación

La puntuación de cada subcaracterística de usabilidad está dada por la sumatoria de las puntuaciones obtenidas de los indicadores que corresponden a cada subcaracterística según la tabla 4.

Para determinar la medida de la característica de usabilidad se tiene en cuenta los niveles de importancia asignadas a cada subcaracterística según la tabla 3. La puntuación de las subcaracterísticas valoradas como nivel de importancia Medio (M) se multiplica por 1 y la puntuación de las subcaracterísticas valoradas como nivel de

$$\text{Medida usabilidad} = 1 * \text{CapAd} + 1 * \text{CapAp} + 2 * \text{CapUs} + 2 * \text{ProtErr} + 2 * \text{EstInt}$$

importancia Alto (A) se multiplica por 2; siendo la ecuación de la medida de usabilidad la siguiente:

Ecuación 1

Los criterios de decisión de la evaluación para cada subcaracterística se determinaron según el rango de puntuación obtenido de la sumatoria de las puntuaciones de los indicadores que conforman cada subcaracterística. Estos criterios de decisión de la evaluación para cada subcaracterística se presentan en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Criterio de decisión de la evaluación para las subcaracterísticas de usabilidad*

Rango de puntuación	Criterio de decisión de la evaluación para las subcaracterísticas
[ 10 – 9 puntos]	Alta Calidad
] 9 – 6 puntos]	Buena Calidad
] 6 – 2 puntos]	Regular Calidad
] 2 – 0 puntos]	Mala Calidad

Los criterios de decisión de la evaluación para la característica de usabilidad del producto software se determinaron según el rango de puntuación obtenido aplicando la ecuación 1. Estos criterios de decisión de la evaluación para la característica de usabilidad se detallan en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Criterio de decisión de la evaluación para la característica de usabilidad*

Rango de puntuación	Criterio de decisión de la evaluación para la característica de usabilidad
[80 – 70 puntos]	Alta Calidad
[69 - 40 puntos]	Buena Calidad
[39 – 20 puntos]	Regular Calidad
[19 – 0 puntos]	Mala Calidad

### **Etapas 3: Diseñar la evaluación**

En esta actividad se definió la relación de las actividades de evaluación a realizarse.

#### **3.1. Planificar las actividades de la evaluación**

Las actividades de la evaluación del producto software de un juego fueron las siguientes:

- a) Presentación del programa ejecutable por los estudiantes.
- b) Definir escenarios para medir la usabilidad del software

c) El docente del curso tomará el rol de usuario y contestará el Test del Usuario (tabla 4) para la medición de la usabilidad del producto software académico universitario: elaboración de un juego.

#### Etapa 4: Ejecutar la evaluación

##### 4.1. Realizar las mediciones

Se realizó las mediciones de producto software académicos correspondientes a cinco juegos. Las mediciones se presentan en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Mediciones de producto software académicos*

Subcaracterísticas de usabilidad	Indicador	Juego				
		El Ahorcado	Yan Ken Po	Tres en Raya	Memorex	Nave Espacial
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	2	3	5	3	5
	Gratificación de la recompensa del juego	3	3	5	5	5
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	3	3	2	3
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2	3	2	2	2
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	3	3	3	3	5
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	3	2	3	2	5
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	2	3	3	2	3
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	3	2	3	2	5
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	5	3	3	2	5
	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	5	3	3	2	5

#### 4.2. Aplicar los criterios de decisión para las métricas

Considerando la tabla 5, se aplican los criterios de decisión para las métricas según los puntajes obtenidos de los indicadores del Test de Usuario, lo cual se detalla en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Aplicación de los criterios de decisión para las métricas a las mediciones de producto software académicos*

Subcaracterísticas de usabilidad	Indicador	Juego				
		El Ahorcado	Yan Ken Po	Tres en Raya	Memorex	Nave Espacial
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	regular	bueno	excelente	bueno	excelente
	Gratificación de la recompensa del juego	bueno	bueno	excelente	excelente	excelente
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	bueno	bueno	bueno	regular	bueno
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	regular	bueno	regular	regular	regular
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	bueno	bueno	bueno	bueno	excelente
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	bueno	regular	bueno	regular	excelente
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	regular	bueno	bueno	regular	bueno
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	bueno	regular	bueno	regular	excelente
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	excelente	bueno	bueno	regular	excelente
	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	excelente	bueno	bueno	regular	excelente

### 4.3. Aplicar los criterios de decisión de la evaluación

A nivel de subcaracterísticas se realiza la suma de las puntuaciones adquiridas por los indicadores que conforman cada una de las subcaracterísticas, obteniendo un valor por cada subcaracterística. A este valor se aplica los criterios de decisión de la evaluación según la tabla 6.

Teniendo en cuenta los valores consolidados por cada subcaracterística de la usabilidad, se aplica la ecuación 1 obteniendo un valor a nivel de la característica de usabilidad. A este valor se aplica los criterios de decisión de la evaluación según la tabla 7. Las tablas del 10 al 14 presentan los criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas para cada uno de los productos software académicos evaluados en esta investigación.

**Tabla 10**

*Criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas del juego El Ahorcado*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego: El Ahorcado			
		A nivel de subcaracterísticas		A nivel de característica de usabilidad	
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	2	5	Regular Calidad	1*5
	Gratificación de la recompensa del juego	3			
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	5	Regular Calidad	1*5
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2			
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	3	6	Buena Calidad	2*6
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	3			
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	2	5	Regular Calidad	2*5
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	3			
	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	5			
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	5	10	Alta Calidad	2*10
<b>52</b>					<b>Buena Calidad</b>

**Tabla 11**

*Criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas del juego Yan Ken Po*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego: Yan Ken Po			
		A nivel de subcaracterísticas		A nivel de característica de usabilidad	
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	3	6	Buena Calidad	1*6
	Gratificación de la recompensa del juego	3			
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	6	Buena Calidad	1*6
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	3			
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	3	5	Regular Calidad	2*5
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	2			
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	3	5	Regular Calidad	2*5
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	2			
	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	3			
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	3	6	Buena Calidad	2*6
<b>44</b>					<b>Buena Calidad</b>

**Tabla 12**

*Criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas del juego Tres en raya*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego: Tres en raya			
		A nivel de subcaracterísticas		A nivel de característica de usabilidad	
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	5	10	Alta Calidad	1*10
	Gratificación de la recompensa del juego	5			
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	5	Regular Calidad	1*5
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2			
Capacidad	Facilidad del uso del juego	3	6	Buena	2*6
<b>51</b>					<b>Buena Calidad</b>

para ser usado	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	3	Calidad	
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	3	Buena Calidad	2*6
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	3		
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	3	Buena Calidad	2*6
	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	3		

**Tabla 13**

*Criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas del juego Memorex*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego: Memorex			
		A nivel de subcaracterísticas	A nivel de característica de usabilidad		
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	3	8	Buena Calidad	1*8
	Gratificación de la recompensa del juego	5			
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	2	4	Regular Calidad	1*4
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2			
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	3	5	Regular Calidad	2*5
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	2			
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	2	4	Regular Calidad	2*4
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	2			
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	2	4	Regular Calidad	2*4
	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	2			

38 Regular Calidad

**Tabla 14**

*Criterios de decisión de la evaluación a nivel de la característica de usabilidad y a nivel de sus subcaracterísticas del juego Nave Espacial*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego: Nave Espacial			
		A nivel de subcaracterísticas		A nivel de característica de usabilidad	
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	5	10	Alta Calidad	1*10
	Gratificación de la recompensa del juego	5			
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	5	Regular Calidad	1*5
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2			
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	5	10	Alta Calidad	2*10
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	5			
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	3	8	Buena Calidad	2*8
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	5			
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	5	10	Alta Calidad	2*10
	Combinación de colores/fondos visualmente agradables	5			

71 Alta Calidad

En la tabla 15, se presenta los criterios de la evaluación para cada subcaracterística de usabilidad teniendo en cuenta la medición de los cinco productos software académicos universitarios.

**Tabla 15**

*Criterios de la evaluación para cada subcaracterística de usabilidad teniendo en cuenta la medición de los cinco productos software académicos universitarios.*

Subcaracterística de usabilidad	Indicador	Juego					Promedio indicador	Promedio subcaracterística	Criterio por subcaracterística
		El Ahorcado	Yan Ken Po	Tres en Raya	Memorex	Nave Espacial			
Capacidad para reconocer su adecuación	Grado de diversión del juego	2	3	5	3	5	3.6	3.9	Regular Calidad
	Gratificación de la recompensa del juego	3	3	5	5	5	4.2		
Capacidad de aprendizaje	Claridad en la redacción de las instrucciones del juego	3	3	3	2	3	2.8	5	Regular Calidad
	Presentación de ayudas y mensajes orientativos	2	3	2	2	2	2.2		
Capacidad para ser usado	Facilidad del uso del juego	3	3	3	3	5	3.4	6.4	Buena Calidad
	Facilidad para abandonar el juego cuando el usuario desee	3	2	3	2	5	3		
Protección contra errores de usuario	Prevención de errores con mensajes de alerta para el uso adecuado del juego	2	3	3	2	3	2.6	5.6	Regular Calidad
	Detección de errores de entrada con mensajes orientativos para superarlos	3	2	3	2	5	3		
Estética de la interfaz de usuario	Combinación de textos, gráficos y animaciones suficientes	5	3	3	2	5	3.6	7.2	Buena Calidad

---

Combinación de colores/fondos visualmente agradables	5	3	3	2	5	3.6
--	---	---	---	---	---	-----

---

### Etapa 5: Concluir la evaluación

Después haber realizado el proceso de medición y evaluación se determinó las siguientes conclusiones:

- a) De los cinco productos software de juego evaluados a nivel de característica de usabilidad 3 juegos alcanzaron el criterio de decisión de evaluación de buena calidad, 1 juego de regular calidad y solo un juego de alta calidad.
- b) Según el rigor de la evaluación definido en la etapa 1.4, se determinó que de los cinco productos software evaluados 4 alcanzaron la condición de aprobados que fueron El Ahorcado, Yan Ken Po, Tres en Raya y Nave Espacial y un producto software obtuvo la condición de desaprobado que fue el juego Memorex.
- c) A nivel de sub características de usabilidad se concluyó que tres subcaracterísticas registraron el criterio de decisión de evaluación de regular calidad y dos subcaracterísticas de buena calidad.
- d) Las subcaracterísticas que alcanzaron el criterio de decisión de evaluación de regular calidad fueron:
  - Capacidad para reconocer su adecuación
  - Capacidad de aprendizaje
  - Protección contra errores de usuario
- e) Las subcaracterísticas que alcanzaron el criterio de decisión de evaluación de buena calidad fueron:
  - Capacidad para ser usado
  - Estética de la interfaz de usuario
- f) Se recomienda retroalimentar a los estudiantes en temas de las subcaracterísticas que obtuvieron el criterio de decisión de evaluación de regular calidad

g) Para un próximo proceso de medición y evaluación de productos software se recomienda constituir un grupo tres usuarios imparciales para que a ellos se le aplique el Test de Usuario.

## CONCLUSIONES

1. Se elaboró un instrumento: Test de Usuario para medir la usabilidad de productos de software académicos considerando las subcaracterísticas según la norma ISO/IEC 25010
2. Se aplicó el modelo de medición y evaluación de productos de software académicos basados en la norma ISO/IEC 25040 a cinco juegos que fueron los informes finales del curso de Algoritmos y Programación. Los resultados de esta medición y su respectiva evaluación se encuentran detallados en el presente artículo en el desarrollo de la etapa 5 del modelo propuesto.

## Referencias

- Esaki, K., Azuma, M., & Komiyama, T. (2013). Introduction of Quality Requirement and Evaluation Based on ISO/IEC SQuaRE Series of Standard. *Communications in Computer and Information Science*, 94–101. doi:10.1007/978-3-642-35795-4\_12
- Naranjo Sánchez, B. A. ., Tinoco Arichavala, M. J. ., & Vega Bravo , D. E. . (2020). Análisis de la usabilidad del sistema web de terapias cognitivas sanamentics. *Revista Boletín Redipe*, 9(5), 175–187.  
<https://doi.org/10.36260/rbr.v9i5.986>
- Organización Internacional de Normalización [ISO] 25000. (2022, 26 de marzo). Calidad de software y datos. <https://iso25000.com/>
- Perdomo, Wilder, & Zapata, Carlos M.. (2021). Software quality measures and their relationship with the states of the software system alpha. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 346-363. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000200346>