

CONTENIDO CAPÍTULO IV



Evaluación de la Calidad del
Software Educativo



Video



Evaluación de la calidad del software educativo



4 Evaluación de la Calidad del Software Educativo

Se presenta una metodología para la evaluación de la calidad de la tecnología, que puede ser utilizada como punto de partida para adelantar procesos de evaluación de software educativo. De igual forma se presenta a manera de ejemplo, la evaluación de la calidad del sistema de gestión de aprendizaje Moodle, para lo cual se sigue la metodología propuesta que está basada en las normas ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598.



4.1.

Metodología Generalizada de Evaluación

A lo largo del curso se ha indicado que para la evaluación de la calidad del software los organismos de estandarización han formulado algunos estándares, de los cuáles los más relevantes son las normas ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 25000. Cabe resaltar, que ninguno de estos está formulado específicamente para evaluar software desarrollado para el ámbito educativo, pero esto no significa que no puedan utilizarse con éxito para este propósito.

En los últimos años se han formulado algunas propuestas desde los círculos académicos e investigativos que tratan el tema de la evaluación de la calidad del software educativo, pero al momento no se ha demostrado la relevancia de ninguna de ellas como para tomarlas como referencia única en un proceso de evaluación.





El software desarrollado para el ámbito educativo involucra, o debe involucrar, elementos propios del dominio de la enseñanza y la educación, pero al detallar los modelos de calidad que hacen parte de los estándares ISO se observa que estos pueden no contemplar características/subcaracterísticas que cubran la evaluación de dichos elementos. La solución al problema anterior es simple y consiste en modificar los modelos de calidad agregando subcaracterísticas que permitan cubrir y evaluar los aspectos o elementos propios del ámbito educativo que sean de interés.

Lo importante es tener presente que cualquier metodología o propuesta que se tome como referencia para adelantar un proceso de evaluación de la calidad, es solo un buen punto de partida para llevar a cabo dicho proceso, y nada impide que el evaluador o su equipo la adapten o modifiquen de acuerdo a su experiencia, conocimientos, recursos disponibles, etc.

A continuación se presenta una metodología de evaluación de software educativo que llamaremos metodología generalizada de evaluación, que puede ser utilizada como referencia para adelantar procesos de evaluación de la calidad cualquier tipo de software. Esta metodología se basa en los estándares internacionales ISO/IEC 14598, ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 25000 y fue presentada por Bertha Alice Naranjo Sánchez en el XIV Encuentro Internacional Virtual Educa Colombia 2013 celebrado en la ciudad de Medellín. Virtual Educa(2013).



4.1.1. Partes de la metodología

Según Sánchez esta metodología puede ser considerada como un aporte a las metodologías de evaluación generalizada, Naranjo Sánchez (2013). La metodología propone las siguientes etapas o partes para el proceso de evaluación:

- (1) Establecimiento de la evaluación,
- (2) **Planificación de la evaluación**,
- (3) Establecer el Modelo de Calidad,
- (4) Determinar la **puntuación/calificación** de los elementos que componen el modelo,
- (5) Efectuar **medición**,
- (6) Establecer **resultados**, y
- (7) Presentar **Informe**.

Como se observa las etapas propuestas por la metodología son muy similares a las que establece el estándar ISO/IEC 14598. A continuación se describe con más detalle cada una de ellas.



4.1.1.1

Establecimiento de la evaluación.



Una vez se decide adelantar el proceso de evaluación se debe determinar el enfoque de la **medición**. Para lo cual según Naranjo Sánchez (2013) se debe:

- Determinar objetivo de la evaluación:

este punto radica en concretar con el cliente el objetivo principal que se busca con la evaluación. Por lo general, en las instituciones educativas al adelantar la adquisición o compra de algún producto de software educativo, se desea comparar diferentes productos similares buscando determinar cuál de ellos cumple con los requerimientos de calidad que satisfacen las necesidades de la institución y/o sus usuarios.

Otros objetivos o propósitos para la evaluación de la calidad de un producto pueden ser: decidir sobre la aceptación de un determinado producto, decidir cuando lanzar a la venta un producto, decidir cuándo reemplazar un producto, etc.



- Establecer tipo de la evaluación:

este punto es simple y consiste en identificar e indicar el tipo de evaluación a realizar, la cual se puede centrar básicamente en el producto final o su proceso de desarrollo.

- Identificar el tipo de producto:

cuando la evaluación se trata de un producto se debe identificar si dicho producto es comercial, desarrollado a medida para la institución educativa, software libre (gratuito), software alquilado, comprado/por comprar, etc.





4.1.1.2

Planificación de la evaluación.



Una vez se conoce lo que se busca con la evaluación, se pasa a abordar la etapa de planificación y organización del trabajo a realizar. Como actividades importantes a definir se tienen según Naranjo Sánchez (2013):

- Elaborar cronograma de la evaluación.

En un cronograma tentativo se deben definir todas las actividades que se realizarán durante todo el proceso de evaluación de la calidad.

- Identificar responsables.

En este punto se debe identificar las personas que intervendrán en el proyecto. La identificación de todo el recurso humano requerido depende del tipo particular de software educativo a evaluar, por ejemplo se puede requerir la participación de docentes, estudiantes, técnicos o ingenieros, pedagogos, etc.





- Determinar roles.

Identificados los integrantes que participarán en el proceso de evaluación, se determinan y asignan las actividades y/o tareas que van a desarrollar cada uno de ellos.

- Elaborar contrato o acuerdo.

Lo último a realizar en la etapa de **planificación de la evaluación**, es elaborar un contrato que contenga las diferentes especificaciones que se desean para las mediciones y como estas serán documentadas.



4.1.1.3

Establecer el modelo de calidad.



Se plantean los siguientes 4 niveles para describir el modelo de calidad en esta propuesta de evaluación:

- Nivel 0, tipo de calidad
- Nivel 1, características
- Nivel 2, subcaracterísticas
- Nivel 3, **métricas**
- Nivel 4, indicadores.

En Naranjo Sánchez (2013) se describe cada uno de estos niveles.



- Nivel 0: Tipo de calidad (métricas de producto y métricas proceso).

En Naranjo Sánchez (2013), se indica que el modelo de calidad propuesto para la evaluación visto desde una perspectiva global está centrado en **métricas** de proceso y **métricas** de producto. Las **métricas** de producto son basadas en normas reconocidas ISO 9126, IEEE 14143, ISO 20.000 que contienen **métricas** internas, externas y de calidad en uso. Las **métricas** de proceso tratan los aspectos comunes de los siguientes estándares COBIT, ISO 17799, ISO 27001, CMMI, ISO 15504, IEEE 1044, ITIL, ISO 20000, entre otros.

- Nivel 1: Características.

El modelo de calidad propuesto como punto de partida corresponde al que plantea la norma ISO/IEC 9126 presentado en el capítulo 3. La idea con el modelo es que el grupo de trabajo seleccione las características y subcaracterísticas que considere relevantes para la evaluación del software educativo, pudiendo modificar el modelo de calidad adicionando nuevas características, subcaracterísticas, y **métricas** de acuerdo a las particularidades del proyecto.



- Nivel 2:
Subcaracterísticas.

Las subcaracterísticas corresponden a los atributos del producto. Para definir las subcaracterísticas: primero, se deben enumerar todos los atributos que se considera debe reunir el software ideal; segundo, se procede a validar las subcaracterísticas propuestas con el cliente; tercero, si el cliente da su visto bueno se incluyen en el modelo de calidad de software en el nivel de subcaracterísticas.

- Nivel 3:
Métricas.

Las **métricas** corresponden a las formulas y medidas que se usaran para determinar el grado de cumplimiento de cada una de las subcaracterísticas.





- Nivel 4:
Indicadores.

Al aplicar las fórmulas definidas para cada subcaracterística se calcula el valor resultante que puede ser un número, un porcentaje, un numerador y un denominador, en fin la medida en la cual las subcaracterísticas se cumplen.





4.1.1.4

Determinar la puntuación/calificación de los elementos que componen el modelo.



En esta etapa se debe establecer la **puntuación** que se manejara para los elementos de los diferentes niveles. En Naranjo Sánchez (2013) se indican los siguientes valores a manejar en los diferentes niveles.





- Nivel 0: Tipos de calidad.

El puntaje máximo que se puede tener en la evaluación es de 100, y el equipo de evaluación debe distribuirlo de acuerdo al enfoque de la **medición**. Para el nivel 0 se debe indicar cuanto se asigna a las **métricas** de producto, y cuanto se asigna a las **métricas** de proceso.

Por ejemplo, se podría decidir asignar 80 puntos a **métricas** de producto (60 puntos para **métricas** de calidad interna-externa y 20 puntos para las **métricas** de calidad de uso), y 20 puntos para las **métricas** de proceso (para cubrir aspectos de la administración del sistema.

La asignación de puntaje a **métricas** del proceso se realiza solo si la evaluación del software educativo se adelanta para la empresa (o institución educativa) que está desarrollando el software. Se puede dar el caso que no se tengan en cuenta **métricas** del proceso, sobre todo con los productos que se encuentran en la etapa de operación (ya en el mercado) donde es difícil disponer de la información y artefactos manejados en la etapa de desarrollo del software, en estos casos todo el puntaje de la evaluación (100 puntos) se debe distribuir únicamente en las **métricas** de producto.





• Nivel 1: Características.

A este nivel le corresponde realizar la distribución de los puntajes definidos en el nivel anterior para **métricas**, producto y proceso. La distribución la sugiere el equipo de evaluación, sobre las características que sean seleccionadas para el modelo de calidad, y se presentan al cliente para su aprobación.

En las Tablas 9 y 10 se indica a manera de ejemplo una posible distribución que se presenta en Naranjo Sánchez (2013), donde solo se tienen en cuenta algunas de las características disponibles para producto y proceso. Observe que se respeta el puntaje total indicado en el nivel 0 para **métricas** de producto y proceso.





Tabla 9
Ejemplo de Puntaje
Asignado a las
Características del
Producto

Características por Producto	Puntaje
Funcionalidad	20
Usabilidad	12
Fiabilidad	9
Eficiencia	8
Satisfacción	8
Capacidad de mantenimiento	6
Productividad	6
Portabilidad	5
Efectividad	3
Seguridad de uso	3
total	80

Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013)



Tabla 10
Ejemplo de Puntaje
Asignado a las
Características del
Proceso

Características del Proceso	Puntaje
Planificación de sistemas	5
Organización	5
Controles generales	4
Metodología de desarrollo de sistemas	2
Entrega e implementación de sistemas	2
Administración de la documentación	2
total	20

Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013)



- Nivel 2:
Subcaracterísticas.

En este nivel el equipo de evaluación debe asignar los puntajes para valorar las subcaracterísticas tanto del producto como del proceso, respetando los valores acordados con el cliente en el nivel 1.

Para verificar el cumplimiento de cada subcaracterística se utilizan instrumentos como entrevistas y encuestas, u otros mecanismos como las pruebas técnicas (pruebas de caja negra, caja blanca, etc), administrativas y/o de cuestionario de relevamiento técnico.

A los **resultados** de la aplicación los diferentes instrumentos y pruebas se les asignan un peso en la evaluación de acuerdo a los criterios que se definan. A continuación en la Tabla 11 se presenta un ejemplo dado en Naranjo Sánchez (2013), que muestra cómo distribuir los pesos entre los diferentes instrumentos.





Tabla 11
Ejemplo
Distribución Peso
Instrumentos Usados
en la Evaluación de
Software

Cuestionario a usuarios		Prueba Administrativa		Cuestionario de Relevamiento Técnico		Prueba de caja negra		Total
		X	50	X	50			100
X	30	X	20			X	50	100
		X	100					100
				X	100			
X	50			X	30	X	20	100
						X	100	100

Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013)



En la tabla anterior cada fila muestra las pruebas e instrumentos a aplicar a una determinada característica y a cada uno se le asigna un porcentaje. La suma de los pesos asignados a las pruebas e instrumentos que se aplique para la subcaracterística debe ser 100. Por ejemplo, en la segunda fila se utiliza cuestionario, una prueba administrativa y una prueba de caja negra, asignando 30, 20, 50 respectivamente, para un puntaje total máximo a obtener de 100 en dicha subcaracterística.

La asignación de los pesos debe ser analizada por el equipo evaluador por lo que pueden variar de un equipo evaluador a otro. En este punto si se tienen **subcaracterísticas** para aspectos educacionales, se podría asignar incluso mayor pero a estos criterios que a los técnicos.

Si se usan encuestas o entrevistas la forma de calificar las preguntas debe ser con el uso de escalas dicotómicas (si/no) o escalas Likert. El uso de estas escalas permite una mejor valoración de las percepciones de los usuarios. La Tabla 12 presentada en Naranjo Sánchez (2013) muestra un ejemplo de una posible escala Likert que puede ser usada para la valoración de preguntas escritas en forma afirmativa. La Tabla 13 presenta otra escala Likert pero con cuatro categorías.



Tabla 12
Ejemplo de
Escala Likert
para Valoración
de Preguntas
Afirmativas

Escala	Valor
Total Acuerdo	5
Parcial Acuerdo	4
Medio	3
Parcial Desacuerdo	2
Total Desacuerdo	1

Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013)



Tabla 13
Ejemplo de Escala
Likert Cuatro Niveles

Escala	Valor
Excelente / Siempre	3
Bueno / Regular	2
Regular / Ocasional	1
Malo / Nunca	0

Fuente: Adaptado de García (2003)



- Nivel 3:
Métricas.

En este nivel el equipo de evaluación debe asignar los puntajes máximos de referencia para valorar cada una de las **métricas** a utilizar. La suma total de los puntajes máximos de todas las **métricas** deberá ser igual a 100 puntos. Al calificar las métricas se deben usar solo números enteros para la valoración de las características y subcaracterísticas. Naranjo Sánchez (2013).





4.1.1.5

Efectuar medición.



Esta parte de la metodología corresponde a la **medición** de las características, subcaracterísticas, **métricas** e indicadores aplicando los instrumentos y herramientas definidos en las etapas anteriores. Los valores que se obtengan al realizar las mediciones serán llamados puntajes obtenidos y deben ser representados en función de las escalas establecidas previamente; en el mejor de los casos el puntaje obtenido para una característica, subcaracterística, **métricas** e indicadores no debe superar el puntaje mayor de referencia fijado previamente. Naranjo Sánchez (2013).





Se debe mencionar que en el dominio de la ingeniería informática se trabajan diversos tipos de pruebas dentro de los cuales se pueden destacar: pruebas de carga máxima, pruebas de almacenamiento, pruebas de tiempo de ejecución, prueba de recuperación, prueba de procedimientos, prueba de factores humanos, pruebas de usabilidad, pruebas de smoke (sistema), pruebas de unidad o unitarias, pruebas de integración, pruebas funcionales, pruebas de configuración e instalación, pruebas de caja negra, pruebas de sentencia, pruebas de rendimiento, pruebas de background, pruebas de estrés, pruebas de recuperación de errores, pruebas de seguridad, pruebas de multiusuario, pruebas de configuración, pruebas de instalación y otras de acuerdo a las necesidades de la evaluación.

En la metodología propuesta por Sánchez se considera como instrumentos básicos para el trabajo de evaluación, los siguientes: pruebas de caja negra, pruebas administrativas, cuestionario de relevamiento técnico, encuestas dirigidas a usuarios y entrevistas de confirmación con el personal técnico.





4.1.1.6

Establecer resultados.



Para establecer los **resultados** de las mediciones efectuadas Naranjo Sánchez (2013), recomienda utilizar una matriz, como la que se muestra en la Tabla 14 que presente el modelo de calidad junto con los valores medidos.





Tabla 14
Matriz del Modelo
de Calidad para un
Software Educativo

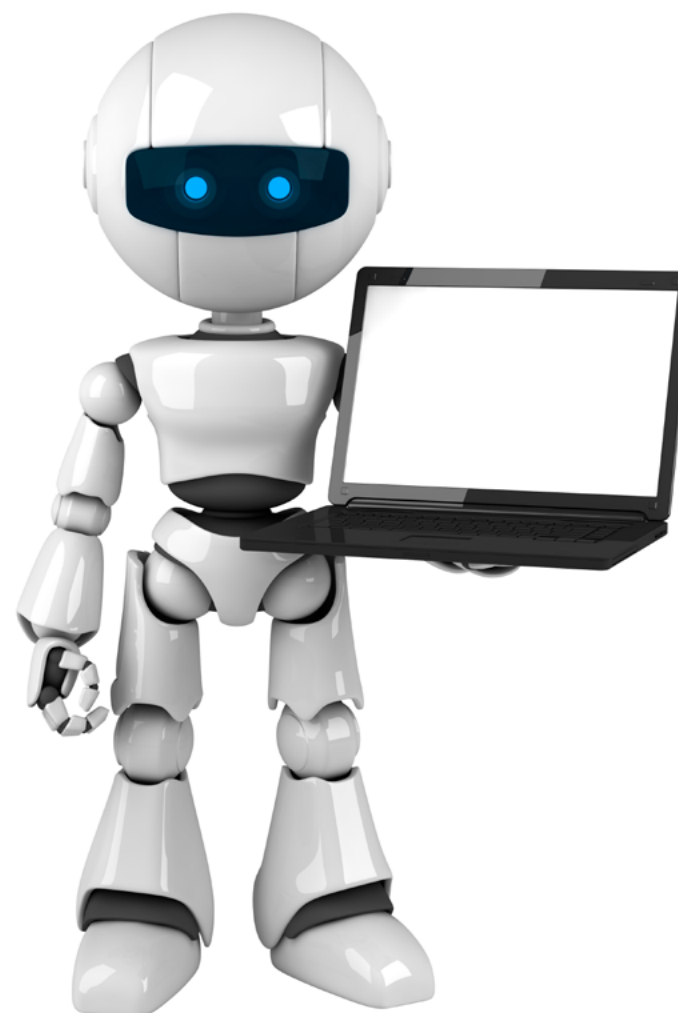
Tipo de Calidad	Caracte- rística	Sub- característica	Métrica	Indicadores	Puntaje Especificado	Puntaje Obtenido

Fuente: Adaptado de Naranjo Sánchez (2013)



La matriz de **resultados** permitirá comparar los puntajes establecidos y obtenidos por el producto software educativo evaluado, facilitando determinar si el producto cumple con las especificaciones formuladas; en el caso de que se requiera comparar varios productos similares al mismo tiempo se puede adicionar una columna de puntaje obtenido para cada uno de los productos.

En último lugar, se recomienda al cliente la adquisición y/o uso del software educativo si el puntaje total, que equivale a la suma de los puntajes individuales de las características, supera 70/100. En el caso de evaluar varios productos de software educativo se recomienda el que obtenga el mayor puntaje. 



4.1.1.7

Presentar Informe.



A medida que se avanza en la realización de las diferentes actividades de las etapas del proceso de evaluación se debe ir documentando el trabajo realizado. Esta última etapa abarca la elaboración de un documento final que corresponde al **informe** de la evaluación, el cual es presentado a la empresa o institución que solicito la evaluación. Naranjo Sánchez (2013).

Es recomendable presentar: un **informe** ejecutivo, muy corto (1 página) para mostrar el resultado de la evaluación; y el **informe** analítico, que debe contener toda la documentación relativa a la evaluación que servirá como evidencia del trabajo realizado (formatos de instrumentos y pruebas aplicadas, etc.).



4.2.

Un Ejemplo de Evaluación



Actualmente se encuentran disponibles diversas soluciones tecnológicas en el ámbito educativo, pero quizá una de las más utilizadas sean los sistemas de gestión de aprendizaje (Learning Management System, LMS). Los LMS presentan diferentes características, pero por lo general son fáciles de usar, presentan una flexibilidad pedagógica y algunos no resultan costosos, además permiten organizar y distribuir cursos a través de la Web, ofreciendo una serie de funcionalidades comunicativas y colaborativas. Downes (2005).





- En este apartado se presenta una
- evaluación realizada a Moodle que
- es uno de los LMS más utilizados a nivel mundial. La evaluación ha sido diseñada como ejemplo de aplicación de la metodología y estándares presentados en el curso, y el objetivo no es cubrir con ella la totalidad de características del LMS, sino ilustrar la aplicación de los conceptos básicos del curso mediante la valoración de algunas de las características. A continuación se describe el resultado de realizar las actividades propuestas en cada etapa de la metodología generalizada de evaluación de Sánchez.





4.2.1. Establecimiento de la evaluación.



- Objetivo de la evaluación

Una institución educativa llamada Fórmate-Fácil está interesada en el LMS Moodle puesto que es uno de los más utilizados para este propósito. El objetivo de la evaluación es determinar si la plataforma LMS Moodle cumple con lo siguiente:



o Mantenimiento.

Se expresa que se busca que las actividades diarias como crear cursos, reciclarlos, eliminar usuarios, crear ejercicios, deben ser sencillas de realizar y que extender o actualizar el LMS no debe ser una tarea complicada.

o Compatibilidad

Se desea saber si esta solución es compatible con otras similares que existen para intercambiar contenidos de ser el caso.

o Usabilidad.

Se indica que es muy importante que la plataforma sea fácil de usar para que posteriormente no sea abandonada o rechazada por los usuarios (las interfaces gráficas deben ser intuitivas, debe ser fácil encontrar los elementos, no se debe requerir una larga fase de capacitación).





o Modularidad.

Es deseado que el LMS brinde diversas funcionalidades dando la posibilidad de habilitarlas o deshabilitarlas cuando sea requerido.

o Accesibilidad.

También son importantes los aspectos de accesibilidad, es decir, que el LMS sea accesible para todos los individuos a pesar de sus deficiencias físicas, y que estén disponibles a todos los usuarios los diferentes componentes u extensiones que se puedan requerir.

Para la definición de los elementos anteriores se ha tomado como referencia lo propuesto en Kaap (2003).





- Tipo de la evaluación:

La evaluación a realizar se centra básicamente en el producto final, es decir, se desea evaluar el producto que se ofrece en el mercado, y no interesa evaluar características de su proceso de desarrollo.

- Tipo de producto:

El producto a evaluar se encuentra en la categoría de software libre (gratuito).



4.2.2. Planificación de la evaluación.

- Cronograma.

Se omite para este ejemplo.





Responsables y Roles

o Empresa cliente.

Institución Fórmate-Fácil.

o Patrocinador evaluación

Faustino Álvarez vicerrector académico de Fórmate-Fácil, es la persona que realiza el contacto con la empresa evaluadora y expresa la necesidad de evaluación (está encargado de conformar un equipo de trabajo interno formado por personal propio de la empresa Fórmate-Fácil de ser requerido).

o Equipo de la empresa cliente:

no asignado para este caso.

o Empresa evaluadora:

Valoramos Tu Producto S.A



o Evaluador jefe:

Martin Moure representante de la empresa evaluadora y líder del equipo de evaluación, es una persona con experiencia en la práctica de las principales normas y estándares sobre evaluación del producto y procesos software. Dirige y planifica el proceso de evaluación.

o Evaluador:

Santiago de Francisco. Lleva a cabo las actividades de evaluación que le asigne el evaluador jefe y va documentando el proceso de evaluación.

o Equipo evaluador:

Lo conforman el evaluador jefe y el evaluador de calidad (se podrían tener más evaluadores de acuerdo a los requisitos del proyecto). Estas personas deben cumplir con los compromisos acordados para la evaluación con el patrocinador de la evaluación.

Para la definición de los responsables y roles anteriores se ha tomado como referencia lo propuesto en Rodríguez et al, (2010), debido a que describe este punto con mas detalle, contrario a lo que indica la norma ISO/IEC 9126-1 que solo considera a un alto nivel de abstracción tres perfiles de usuario: desarrolladores, gerentes y usuarios.

- Elaborar contrato o acuerdo.

Se omite para este ejemplo.



4.2.3. Modelo de calidad y puntuación



- Nivel 0, tipo de calidad.

Se utilizarán **métricas** de producto a las cuales se les asigna el total de **calificación**, 100 puntos.

- Nivel 1. Características.

El modelo de calidad que se propone se compone solo de 4 características que son seleccionadas para cubrir la evaluación de las necesidades expresadas por el cliente. Las características seleccionadas y la **puntuación** propuesta para cada una de ellas se presenta en la Tabla 15.



Tabla 15
Características y
Puntaje para Modelo
de Evaluación de
Calidad del Ejemplo

Características por Producto	Puntaje
Funcionalidad	30
Usabilidad	30
Facilidad de mantenimiento	20
Portabilidad	20
Total	100



• Nivel 1. Subcaracterísticas.

En la Tabla 16 se describen las subcaracterísticas seleccionadas de acuerdo a los propósitos de la evaluación. Para la valoración de las subcaracterísticas definidas en el modelo de calidad se utilizará como único instrumento los cuestionarios por lo cual no se da lugar a realizar ninguna distribución de pesos entre instrumentos. Se usara una escala Likert con las siguientes ponderaciones: excelente/siempre/si, 3; bueno/regular, 2; regular/ocasional, 1; malo/nunca/no, 0.





- Nivel 3, métricas.

En la Tabla 16 se indican las **métricas** seleccionadas para cada una de las subcaracterísticas del modelo de calidad. En este punto se debe resaltar que las diferentes partes de norma ISO/IEC TR 9126-2, ISO/IEC TR 9126-3, ISO/IEC TR 9126-4 indican un conjunto de **métricas**, pero no son un conjunto exhaustivo y el equipo de evaluación o el cliente pueden proponer otras **métricas**.

En este ejemplo todas las **métricas** tienen el mismo peso o importancia, ósea que los puntos definidos en cada característica se reparten por igual entre las **métricas** que se utilicen en dicha característica. En resumen:

Para obtener el puntaje de cada característica se deben promediar los valores obtenidos para las **métricas**.
Puntaje-característica: $(\text{puntaje-metrica1} + \text{puntaje-metrica2} + \dots + \text{puntaje-metrican})/n$.

Para calcular la calidad total se suman los valores ponderados de cada característica. Calidad-total: $\text{funcionalidad} \times 0.30 + \text{usabilidad} \times 0.30 + \text{facilidad-mantenimiento} \times 0.20 + \text{portabilidad} \times 0.20$.



Tabla 16.
Métricas y
Subcaracterísticas
del Modelo de
Calidad del Ejemplo

Característica	Sub-característica	Nombre Métrica	Descripción	Forma Medir
Funcionalidad	Consistencia	Uniformidad de la estructura	¿Los módulos del software son uniformes en lo que tiene que ver con pantallas, menús, ayudas y mensajes?	Excelente Bueno Regular Malo
	Integridad	Uniformidad de vocabulario	¿Existe uniformidad en el vocabulario, simbología utilizada en el software?	Excelente Bueno Regular Malo
	Adecuación	Potencialidad didáctica	¿El software cuenta con herramientas para diseño curricular flexible, herramientas de comunicación e interacción, herramientas para el desarrollo del estudiante?	Excelente Bueno Regular Malo



Tabla 16.
Métricas y
Subcaracterísticas
del Modelo de
Calidad del Ejemplo

Característica	Sub-característica	Nombre Métrica	Descripción	Forma Medir
Funcionalidad	Adecuación	Potencialidad Pedagógica	¿El software posibilita trabajar tendencias pedagógicas actuales?	Excelente Bueno Regular Malo
	Conformi-dad	Conformidad normativa	¿El software trabaja acorde a normas y estándares u otras prescripciones?	Excelente Bueno Regular Malo
Usabilidad	Aprendizaje	Facilidad aprendizaje	¿Es fácil aprender a usar el software?	Excelente Bueno Regular Malo
	Entendimiento	Facilidad comprensión	¿Es fácil entender la estructura del software y su lógica y su aplicabilidad?	Excelente Bueno Regular Malo



Tabla 16.
Métricas y
Subcaracterísticas
del Modelo de
Calidad del Ejemplo

Característica	Sub-característica	Nombre Métrica	Descripción	Forma Medir
Usabilidad	Operabilidad	Facilidad de operación	¿El software es fácil de operar y controlar?	Excelente Bueno Regular Malo
	Atracción	Atracción	¿Es atractivo el diseño del software?	Excelente Bueno Regular Malo
Facilidad de mantenimiento	Capacidad de ser analizado	Facilidad de Diagnóstico	¿Es fácil diagnosticar las fallas o identificar partes a modificar en el software?	Excelente Bueno Regular Malo
	Cambiabilidad	Facilidad de modificación	¿El software es fácil de modificar y adaptar?	Excelente Bueno Regular Malo



Tabla 16.
Métricas y
Subcaracterísticas
del Modelo de
Calidad del Ejemplo

Característica	Sub-característica	Nombre Métrica	Descripción	Forma Medir
Facilidad de mantenimiento	Estabilidad	Estabilidad	¿Hay riesgos o efectos inesperados cuando se realizan cambio en el software?	Excelente Bueno Regular Malo
	Facilidad de prueba	Facilidad validación	¿Son fáciles de validar las modificaciones realizadas al software?	Excelente Bueno Regular Malo
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptación	¿El software es fácil de adaptar a otros entornos con lo provisto?	Excelente Bueno Regular Malo
	Facilidad de instalación	Facilidad Instalación	¿El software se instala con facilidad en el ambiente especificado?	Excelente Bueno Regular Malo



Tabla 16.
Métricas y
Subcaracterísticas
del Modelo de
Calidad del Ejemplo

Característica	Sub-característica	Nombre Métrica	Descripción	Forma Medir
Portabilidad	Remplazabilidad	Remplazabi-lidad	¿Es fácil de usarlo en lugar de otro software para ese ambiente?	Excelente Bueno Regular Malo
	Coexistencia	Disponible coexistencia	¿El software comparte sin dificultad recursos con otro dispositivo?	Excelente Bueno Regular Malo



Dentro de la subcaracterística adecuación que pertenece a la característica funcionalidad se han incorporado dos **métricas** para evaluar aspectos educativos. La métrica potencialidad didáctica valora las diversas herramientas que brinda el sistema para soportar las diferentes actividades de los cursos, y potencialidad pedagógica valora las posibilidades de trabajar tendencias pedagógicas actuales.



4.2.4. Efectuar medición.

La **medición** de las características y subcaracterísticas se realizó utilizando un cuestionario que contiene las preguntas que permiten realizar la valoración de las **métricas** seleccionadas. La valoración se realiza utilizando la escala Likert indicada anteriormente (3-excelente/siempre/si, 2-bueno/regular, 1-regular/ocasional, 0- malo/nunca/no). En la figura 22 se presenta una parte del cuestionario.





Figura 22.
Extracto del
Cuestionario
Utilizado en
el Ejemplo de
Evaluación

Funcionalidad

Usabilidad

Facilidad de mantenimiento

Portabilidad

Cuestionario - Funcionalidad

¿Los módulos del software son uniformes en lo que tiene que ver con pantallas, menús, ayudas y mensajes?

Excelente



¿Existe uniformidad en el vocabulario, simbología utiliza en el software?

Regular



¿El software posibilita trabajar tendencias pedagógicas actuales?

Bueno



¿El software trabaja acorde a normas y estándares u otras prescripciones?

Bueno



¿El software cuenta con herramientas para diseño curricular flexible, herramientas de comunicación e interacción?

Malo



4.2.5. Resultados.

Tabla 17.
Resultados
del Ejemplo de
Evaluación

Tipo de Calidad	Característica	Sub-característica	Métrica	Puntaje Especificado	Puntaje Obtenido
Producto	Funcionalidad (Puntaje máximo 30 puntos)	Consistencia	Uniformidad de la estructura	Excelente	Excelente
		Integridad	Uniformidad de vocabulario	Bueno	Bueno
		Adecuación	Potencialidad didáctica	Bueno	Bueno
			Potencialidad Pedagógica	Bueno	Bueno
		Conformidad	Conformidad normativa	Bueno	Bueno
		Subtotal Funcionalidad		Bueno	Bueno



Tabla 17.
Resultados
del Ejemplo de
Evaluación

Tipo de Calidad	Característica	Sub-característica	Métrica	Puntaje Especificado	Puntaje Obtenido
Producto	Usabilidad (Puntaje máximo 30 puntos)	Aprendizaje	Facilidad aprendizaje	Excelente	Excelente
		Entendimiento	Facilidad comprensión	Bueno	Bueno
		Operabilidad	Facilidad de operación	Excelente	Excelente
		Atracción	Atracción	Bueno	Regular
		Subtotal Usabilidad		Excelente	Bueno



Tabla 17. Resultados del Ejemplo de Evaluación

Tipo de Calidad	Característica	Sub-característica	Métrica	Puntaje Especificado	Puntaje Obtenido
Producto	Facilidad de mantenimiento (Puntaje máximo 20 puntos)	Capacidad de ser analizado	Facilidad de Diagnóstico	Excelente	Excelente
		Cambiabilidad	Facilidad de modificación	Bueno	Bueno
		Estabilidad	Estabilidad	Bueno	Bueno
		Facilidad de prueba	Facilidad validación	Bueno	Regular
		Subtotal Facilidad de mantenimiento		Bueno	Bueno



Tabla 17.
Resultados
del Ejemplo de
Evaluación

Tipo de Calidad	Característica	Sub-característica	Métrica	Puntaje Especificado	Puntaje Obtenido
Producto	Portabilidad (Puntaje máximo 20 puntos)	Adaptabilidad	Adaptación	Bueno	Bueno
		Facilidad de instalación	Facilidad Instalación	Bueno	Bueno
		Remplazabilidad	Remplazabi-lidad	Bueno	Regular
		Coexistencia	Disponible co-existencia	Bueno	Bueno
		Subtotal Portabilidad		Bueno	Bueno
		Total Calidad		Bueno	Bueno

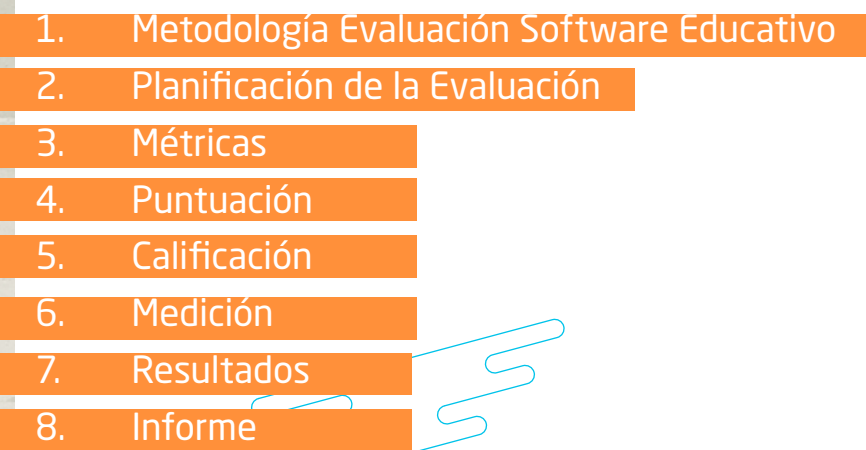


De acuerdo a los requerimientos formulados por el cliente se concertaron los puntajes especificados que se desean para cada una de las subcaracterísticas y características. Mediante la valoración de las diferentes **métricas** definidas se establecen los puntajes obtenidos, con lo cual se puede dar una recomendación al cliente, que para el caso del ejemplo sería que el LSM Moodle cumple con las necesidades expresadas.

4.2.6. Informe.

Se omite para este ejemplo.







ISO/IEC 9126-2 TR. (2003). Software engineering –Product quality – Part 2: External metrics. Recuperado de: <http://aulavirtual.eew.cvudes.edu.co/publico/lems/L.000.008.MG/evaluacion/Anexos/Cap4/4.pdf>

Díaz, A., Pérez, M., & Mendoza, L. (2003). Instrumento de evaluación de software educativo bajo un enfoque sistémico. Caracas. Recuperado de: <http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/2002/actas/paper-010.pdf>