

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA**



***Departamento de Ingeniería e Investigaciones  
Tecnológicas***

***Seguridad y Calidad en Aplicaciones Web***

## **Unidad N° 5: Anexo Calidad**

Fuente: “*Medición y Evaluación de Calidad en Uso de Aplicaciones Web*” , Guillermo Juan Covella.  
Capítulo 2, Calidad y Calidad en Uso de Aplicaciones Software y Web: Estado del Arte .

## ***Capítulo 2. Calidad y Calidad en Uso de Aplicaciones Software y Web: Estado del Arte***

### **Introducción**

Dado que el objetivo principal de esta tesis es contribuir, desde un punto de vista metodológico, a medir y evaluar calidad en uso de sitios y aplicaciones Web en forma sistemática y disciplinada, es importante revisar, inicialmente, la evolución del concepto calidad en uso. Para ello, en este capítulo se presenta y discute la literatura más relevante del área, resaltando primero definiciones y modelos acerca de calidad de producto software en general (secciones 2.1 y 2.2). Luego se presenta el estado del arte con respecto a la calidad en uso, en donde se destacan semejanzas y diferencias con el concepto de usabilidad. Más adelante se discuten modelos, métodos y técnicas que, empleados junto a ciertos criterios, permiten medir y evaluar calidad en uso de un producto software (sección 2.3) y se pueden adaptar para evaluar calidad en uso de aplicaciones Web en particular.

Antes de las conclusiones del capítulo se incluye una sección sobre calidad de aplicaciones Web (sección 2.4), con énfasis en la calidad en uso como objetivo final del proceso de diseño, implementación y evaluación de calidad de un producto software. Las conclusiones del capítulo están en la sección 2.5.

### **2.1 Calidad de Producto Software**

Un hito en la definición de estándares de calidad de producto software, destinado a evaluación, se dio a finales de 1991, cuando ISO/IEC publicó el modelo de calidad y el proceso de evaluación [ISO9126]. Como antecedente es necesario remarcar que desde 1976 se habían publicado trabajos que fueron reconocidos y tomados en cuenta en el estándar, entre los que corresponde mencionar los realizados por Bohem [BOE76] [BOE78], Mc Call [MCC77] y la fuerza aérea de los Estados Unidos. En estos trabajos ya se definían modelos y marcos de calidad.

La virtud de la organización ISO/IEC fue lograr el consenso necesario para un emprendimiento que tuviera alcance y reconocimiento internacional. Esta especificación fue evolucionando a lo largo del tiempo, manteniéndose en buena medida la estructura y espíritu originales, tal como se verá más adelante, en la sección 2.2.

El estándar ISO/IEC 9126 [ISO9126] prescribe seis características que describen, con mínimo solapamiento, a la calidad de software. Además, informa acerca de un conjunto de subcaracterísticas de calidad para cada característica en particular. También especifica un modelo de proceso de evaluación, en donde las entradas de información para la definición de re-

querimientos de calidad son el modelo de calidad ISO y las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios.

La definición de calidad en este estándar es: *“La totalidad de características de un ente teniendo en cuenta su capacidad de satisfacer necesidades explícitas e implícitas”*<sup>2</sup> (Téngase en cuenta que esta definición fue adoptada de la versión previa del estándar ISO 8402 titulado “Quality Vocabulary”, publicado en 1986). Las seis características prescritas son: *Usabilidad, Funcionalidad, Confiabilidad, Eficiencia, Portabilidad y Mantenibilidad*. Por ejemplo *Usabilidad*, a la que se prestará especial atención en la sección 2.3.3, está definida como *“Un conjunto de atributos teniendo en cuenta el esfuerzo necesario para usar, y sobre la evaluación individual de tal uso, realizado por un conjunto definido o implícito de usuarios”*<sup>3</sup>. A su vez, *Usabilidad* está subdividida en tres subcaracterísticas llamadas: *Comprendibilidad, Aprendibilidad* y *Operabilidad*. *Operabilidad*, por ejemplo, está definida como *“Atributos de software que tienen que ver con el esfuerzo de los usuarios para operar y controlar la operación”*<sup>4</sup>.

Es importante remarcar los siguientes puntos en este estándar (algunos provenientes de las contribuciones de Bohem y McCall) [OLS04b]:

- ❖ el significado de calidad es un concepto compuesto, multidimensional, que no puede ser medido directamente;
- ❖ dada la complejidad que involucra el concepto de calidad, es necesario un modelo para especificar requerimientos de calidad de producto;
- ❖ por razones de claridad y manejo, el modelo de calidad, de propósito general, contiene una cantidad mínima de características por medio de las cuales cualquier clase de software puede ser evaluado;
- ❖ para la actividad de definición de requerimientos de calidad son consideradas las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios; y además en ciertas definiciones de características y subcaracterísticas se reconoce la importancia del usuario, por ej. en usabilidad y subcaracterísticas asociadas;
- ❖ este enfoque difiere de los enfoques tradicionales de calidad donde el énfasis está en cumplir requerimientos especificados que son principalmente de orden funcional. Interpretado literalmente, esto significa que la calidad de un producto queda en manos del individuo que realiza la especificación de requerimientos [BEV97]. En [GAR84] este

---

<sup>2</sup> Quality: the totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs

<sup>3</sup> A set of attributes that bear on the effort needed for use, and on the individual assessment of such use, by a stated or implied set of users

<sup>4</sup> Attributes of software that bear on the users' effort for operation and operation control

enfoque se describe como “*calidad en la manufactura*”(manufacturing quality);

Como se ha señalado anteriormente, la definición de calidad en el estándar [ISO9126] remarca que la meta de la calidad es cumplir con las necesidades de los usuarios. Pero lo que no está claramente explicitado es que el propósito de la calidad de software es que sea percibido con calidad, esto es, percibido con grados de excelencia por los usuarios finales, en contextos reales de uso. Así, el estándar [ISO9126] deja bastante claro que la calidad está determinada por la presencia o ausencia de atributos, con la implicancia de que estos son atributos específicos que deben ser diseñados en el producto. En relación a esto Bevan [BEV99] ha dicho que “*Si bien los desarrolladores quisieran conocer qué atributos incorporar en el código para reducir el ‘esfuerzo requerido para el uso’, la presencia o ausencia de atributos predefinidos no puede asegurar usabilidad, en tanto no haya una forma confiable de predecir el comportamiento de los usuarios del producto final*”<sup>5</sup>.

## 2.2. Calidad Interna y Externa

Para achicar la brecha entre calidad diseñada y calidad percibida, el estándar [ISO9126] fue revisado (desde 1994) con el objetivo de especificar un nuevo marco de calidad que distingue entre tres enfoques diferentes de calidad de software. Estos son: *calidad interna*, *calidad externa* y *calidad en uso*. El estándar [ISO9126-1], que incluye estos tres enfoques de calidad fue oficialmente publicado en 2001, mientras que el modelo de proceso de evaluación inicialmente incluido en el estándar ISO 9126 fue retirado y desarrollado completamente en la serie ISO/IEC 14598 [ISO14598-1] y principalmente en [ISO14598-5].

Los enfoques de calidad interna y externa de producto software, en el estándar [ISO9126-1], pueden resumirse de la siguiente manera, tal como se reseña en [OLS04b]:

- ❖ **Calidad Interna** está especificada por un modelo de calidad (similar al modelo 9126), y puede ser medida y evaluada por medio de atributos estáticos de documentos tales como especificación de requerimientos, arquitectura o diseño; piezas de código fuente, etc. En etapas tempranas del ciclo de vida del software es posible medir, evaluar y controlar la calidad interna de estos productos, pero asegurar la calidad interna no es generalmente suficiente para asegurar calidad externa.

---

<sup>5</sup> Although developers would like to know what attributes to incorporate in the code to reduce the “effort required for use”, presence or absence of predefined attributes cannot assure usability, as there is no reliable way to predict the behaviour of the users of the final product

- ❖ **Calidad Externa** está especificada también por un modelo de calidad (similar al modelo 9126), y puede ser medida y evaluada por medio de propiedades dinámicas del código ejecutable en un sistema de computación, esto es, cuando un módulo o la aplicación completa es ejecutado en una computadora o en una red simulando lo más cercanamente posible un ambiente real. En fases tardías del ciclo de vida del software (principalmente en distintas etapas de testing o ya en estado operativo de un producto de software o aplicación Web), es posible medir, evaluar y controlar la calidad externa de estos productos ejecutables. Más adelante, en la sección 2.3.4, se verá la relación directa existente entre calidad externa y calidad en uso.

La definición de calidad interna dada en el estándar 9126-1 está dada por *“la totalidad de atributos de un producto que determina su capacidad de satisfacer necesidades explícitas e implícitas cuando es usadas bajo condiciones específicas”*<sup>6</sup>; la definición de calidad externa es *“el grado en la que un producto satisface necesidades explícitas e implícitas cuando se utiliza bajo condiciones especificadas”*<sup>7</sup>; (nótese que estas definiciones están en el estándar [ISO14598-1]).

Estas dos definiciones diferentes de calidad, junto a la definición de calidad en uso (en lugar de la única definición existente en el estándar previo [ISO9126]), se refieren particularmente a un producto cuando es usado bajo condiciones y contextos de uso especificados, para dejar claro que calidad no es un concepto absoluto, y depende de condiciones y contextos de uso específicos, para usuarios específicos.

Para ambos modelos, el de calidad interna y el de calidad externa, se han mantenido en la revisión las seis características principales de calidad. Aun más, a nivel de subcaracterísticas se han transformado en prescriptivas en vez de informativas. Además, se han añadido nuevas subcaracterísticas y otras redefinidas en términos de “capacidad del software” para facilitar la interpretación de las mismas desde una perspectiva de calidad interna o de calidad externa. Por ejemplo, la característica usabilidad está definida en el estándar [ISO9126-1] como *“la capacidad del producto software para ser comprendido, aprendido, utilizado y atractivo para el usuario, cuando se usa bajo condiciones especificadas”*<sup>8</sup>. A su vez, usabilidad está subdividido en cinco subcaracterísticas, denominadas: Comprensibilidad, Facilidad para ser Aprendido (o Aprendibilidad) y Operabilidad, además de Grado de Atractivo

---

<sup>6</sup> The totality of attributes of a product that determine its ability to satisfy stated and implied needs when used under specified conditions

<sup>7</sup> The extent to which a product satisfies stated and implied needs when used under specified conditions

<sup>8</sup> The capability of the software product to be understood, learned, used and attractive to the user, when used under specified conditions

y Conformidad con Estándares (ver tabla 2.1 para el detalle de la definición de estas subcaracterísticas).

Subcaracterísticas	Definición
Comprensibilidad (Understandability)	<i>La capacidad de un producto de software para permitir al usuario comprender cuando el software es adecuado, y como puede ser usado para una tarea particular bajo determinadas condiciones de uso.</i>
Facilidad para ser Aprendido (Learnability)	<i>La capacidad de un producto de software para permitir al usuario aprender su aplicación.</i>
Operabilidad (Operability)	<i>La capacidad de un producto de software para permitir al usuario operarlo y controlarlo.</i>
Grado de Atractivo (Attractiveness)	<i>La capacidad de un producto de software de ser atractivo para el usuario.</i>
Conformidad con Estándares (Compliance)	<i>La capacidad de un producto de software para adherir a estándares, convenciones, guías de estilo o regulaciones relacionadas a usabilidad.</i>

**Tabla 2.1.** Definición de las subcaracterísticas de Usabilidad prescrita en el estándar ISO 9126-1, para calidad interna y externa.

Calidad externa es, finalmente, el resultado del comportamiento compartido de un componente o aplicación de software y un sistema de computación. A su vez, midiendo y evaluando la calidad externa se puede ayudar a validar la calidad interna.

Análogamente, tomar en cuenta atributos apropiados del software para calidad interna es un prerequisite para alcanzar el comportamiento externo requerido, y considerar los atributos apropiados del software o aplicación Web para el comportamiento externo es un prerequisite para alcanzar calidad en uso, tal como se explicitará en el apartado 2.3.

## 2.3. Calidad en Uso: Estado del Arte

El concepto de calidad en uso (bajo este nombre o con sinónimos, como veremos) ha estado revisándose en la literatura y en la práctica a lo largo de los últimos quince años. En lo que concierne a software, su significado ha evolucionado acompañando a la notable evolución de la industria del software en ese período. En la opinión de algunos expertos, como Bevan [BEV95a], el cambio fundamental es la atención cada vez mayor que merecen tanto los usuarios como el contexto considerados, cuando se evalúa el desempeño de un producto software en uso.

Junto a la madurez que han adquirido los usuarios en el uso de herramientas de software y sistemas de información informatizados, se han in-

crementado también sus requerimientos de calidad con respecto al software en general y a las aplicaciones Web en particular, en contextos reales de uso.

A continuación se discute acerca de qué significa y cómo se usa el término Calidad en Uso en diferentes contextos, y qué influencia tienen los usuarios finales en el enfoque de algunos autores.

### **2.3.1. Calidad en Uso en la Literatura y en la Práctica**

Las normas recientes ISO/IEC reflejan la importancia de tener en cuenta el punto de vista de los usuarios y, como ya se ha dicho, la última versión de el estándar [ISO9126-1] confirma una apertura conceptual en las definiciones, propiciando un marco de evaluación más complejo pero también más abarcativo y adaptable a distintos productos, procesos y modelos de software, ya que se especifica a la calidad en uso como un modelo de calidad diferente y complementario al modelo de calidad de producto de software.

De aquí en adelante, en este capítulo, se propondrá discutir e indagar sobre definiciones de calidad en uso y sus relaciones con otros conceptos vinculados, como una forma de encontrar criterios generales y líneas guías para una propuesta de medición y evaluación sistemática de calidad en uso para aplicaciones Web. Para lograrlo, se revisarán las relaciones existentes entre los conceptos calidad y calidad en uso, usabilidad y calidad en uso, y las definiciones, a veces complementarias y a veces contradictorias, presentes en la literatura y en las normas dadas por los organismos de estandarización.

### **2.3.2. Calidad y Calidad en Uso**

El término calidad es empleado frecuentemente en la literatura y en la práctica de las organizaciones en general, básicamente agregando valor o realzando propiedades de un producto o servicio; no obstante, existen distintos enfoques acerca de su significado en determinados contextos, acerca de cómo puede desarrollarse, construirse, controlarse y de cómo puede afectar en particular a un producto de software.

Considérense por ejemplo las definiciones dadas en algunas normas ISO en general. En el estándar [ISO9000] del año 2000 se define calidad como el *"grado en el que un conjunto de características inherentes [al producto] cumple con los requerimientos"* aclarándose que inherente significa que existe algo especial como característica o propiedad permanente. El estándar [ISO9000] reemplazó al [ISO8402], donde se proponía calidad como la totalidad de características de un producto que posee capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas y el énfasis estaba puesto en el producto, en la existencia o no de atributos mensurables que determinaban las características deseables.

Teniendo en cuenta calidad para producto de software, la primera versión ISO/IEC 9126 de 1991[ISO9126] adopta este punto de vista y considera seis grandes categorías de características que permitirían diseñar o evaluar la calidad de un producto de software, tal como se indicó en la sección 2.1.

Calidad vista así, y siempre y cuando fuera posible conocer las características necesarias para los potenciales usuarios, parece ser una propiedad exclusiva de un producto, pero, ¿qué ocurre si distintos grupos de usuarios tienen diferentes necesidades? Seguramente las características deseables para que el producto sea considerado de calidad serían distintas.

Ya en su trabajo sobre calidad en uso de 1997 [BEV97], Bevan y Azuma confrontan los conceptos genéricos de calidad percibida y calidad en uso, indicando que usualmente la percepción de la calidad por parte de los usuarios es juzgada como subjetiva e inexacta; particularmente discuten a Garvin [GAR84] quien afirma que esos conceptos pueden ser *“...tan subjetivos como evaluaciones estéticas”*, afirmando en cambio que hay otra razón para comprometerse con la percepción de calidad de los usuarios y es que *“un producto puede tener calidad sólo en relación al propósito para el que fue creado”*.

Como consecuencia de esta postura consideran que reconciliar los trabajos sobre calidad en uso con los enfoques tradicionales sobre calidad ha traído aparejada otra visión, más amplia y potencialmente importante, que abarca la calidad percibida por los usuarios, relacionando a la calidad directamente con las necesidades de los usuarios de productos específicos.

Se puede tomar como ejemplo la necesidad de desplazarse por una gran ciudad, con el tránsito congestionado y poco espacio de estacionamiento posiblemente. Allí un auto de gama alta, de grandes dimensiones, podría no ser considerado de calidad, dado que será difícil de maniobrar o estacionar. En cambio, uno pequeño y ágil resultará más atractivo, y será percibido como de calidad para esa circunstancia. Contrariamente, para un viaje largo, donde los requerimientos de confort son mayores, la percepción de la calidad seguramente se invertirá.

Con este nuevo enfoque, el estandar [ISO14598-1] ya no considera a la calidad dissociada de las necesidades de los usuarios sino que calidad en uso puede ser evaluada de acuerdo a la eficacia, productividad y satisfacción con las que una clase de usuario específico puede alcanzar metas específicas en un ambiente particular de trabajo. En el contexto de un proceso de aseguramiento de calidad de un producto de software, los atributos de calidad (interna y externa) deberían ser el medio y la calidad en uso el fin, el objetivo a alcanzar.

También el ISO/IEC 14598 dice que las necesidades de los usuarios pueden expresarse como un conjunto de requerimientos deseables para el



comportamiento del producto en uso y que estos requerimientos, a su vez, pueden cuantificarse a partir de una serie de métricas recolectadas cuando el sistema esté en uso, en el contexto en el que será evaluado. Otra contribución importante, tratándose de una guía de evaluación, es la correspondencia que propone entre los distintos niveles de evaluación que pueden establecerse en un producto de software entre métricas internas y métricas externas. Las primeras corresponden a la medición de artefactos producidos en la fases de diseño y desarrollo (modelos, código fuente, etc.), mientras que las segundas se aplican a versiones ejecutables del producto, en las fases de integración del sistema y testing, y también sobre el producto en uso.

La versión actual de el estándar [ISO9126-1] de 2001 tiene un enfoque integrado de calidad, tal como se ha mencionado en la sección 2.1 sobre calidad de producto software, propiciando la inclusión de requerimientos de calidad en uso ya en la especificación de requerimientos del producto. Si bien considera que es adecuada la definición dada en [ISO8402], sostiene también que las metas de calidad pueden ser realmente evaluadas cuando el producto está en uso, y efectivamente puede confrontarse la percepción de los usuarios con las necesidades manifestadas inicialmente, en un contexto determinado de funcionamiento.

En otra dimensión, orientada a otro tipo de productos (equipamiento con terminales visuales), el estándar sobre ergonomía [ISO9241-11] emplea también el concepto calidad en uso con un significado amplio de calidad, semejante al que tienen las normas [ISO9126-1] y [ISO14598-1]. Concretamente sostiene que la calidad en uso de un producto es dependiente del contexto de uso. Entiende por contexto al usuario (considerando sus características específicas), las tareas a realizar, el equipamiento utilizado y el ambiente físico y social en el que se evalúa el producto, que pueden influir en la calidad en uso de un producto en un lugar de trabajo.

En este sentido es posible decir que el modelo de calidad en uso de el estándar ISO 9126-1 es una ampliación (o adaptación) del modelo ISO 9241-11, específicamente para software, considerando que la calidad en uso puede ser medida y evaluada teniendo en cuenta el grado en que el software o aplicación Web cumple con las necesidades de usuarios reales, en un contexto real, específico, de uso.

### **2.3.3. Usabilidad y Calidad en Uso**

Los términos usabilidad y calidad en uso han estado empleándose como sinónimos en la comunidad de Ingeniería de Software e Ingeniería Web por un largo período.

En una encuesta donde se repasa el uso del término usabilidad bajo distintos enfoques, a partir de trabajos previos reconocidos, E. Folmer y J.

Bosch [FOL04] afirman, citando el trabajo seminal de Bevan, Kirakowsky y Maissel de 1991 *"What is Usability?"* [BEV91], que el término usabilidad tiene su origen en el concepto de *"user friendly"*, pero que esta frase fue adquiriendo un sentido vago y extremadamente subjetivo, sugiriéndose el término usabilidad para reemplazarla. Luego usabilidad fue definida como una característica principal de la calidad de un producto de software, en el estándar [ISO9126] y fue ampliada también en el [ISO9126-1], esta vez con calidad en uso, que ofrece una idea más abarcativa y completa de calidad que usabilidad.

Además, Folmer y Bosch sostienen que se ha invertido un enorme esfuerzo en definir el término usabilidad, estableciendo atributos que pueden ser medidos y que a través de un proceso de composición definen usabilidad. Si bien juzgan importante la discusión, no consideran necesario profundizarla, dado que el objetivo del trabajo citado es estudiar usabilidad en el contexto de un método de diseño de software, en particular a nivel arquitectural.

Hay otros autores que emplean usabilidad directamente en términos de calidad en uso, por ej. en [JUR01] dicen que *"Una definición de usabilidad es calidad en uso"*, remitiéndose directamente a el estándar ISO 14598-1, en sintonía con la propuesta de [BEV95b].

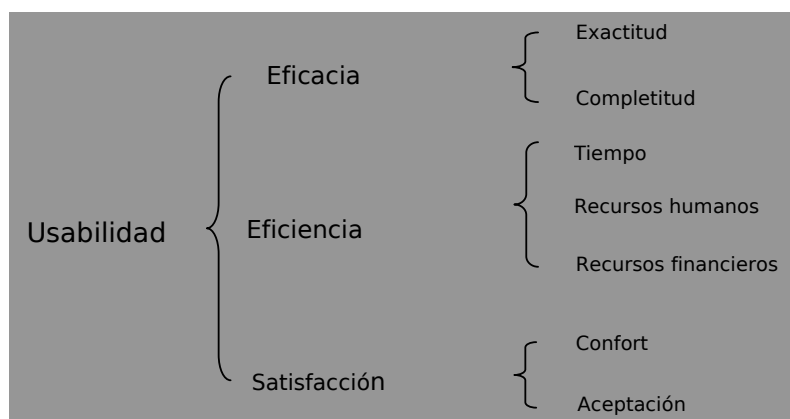
Un experto reconocido en usabilidad, Jakob Nielsen, quien ha estado trabajando en evaluación de usabilidad desde principios de los '90, no elabora una definición precisa de usabilidad, sino que a través de una serie de heurísticas que han sido empleadas consistentemente a lo largo del tiempo y en diferentes dominios (especialmente en comercio electrónico), ofrece criterios cualitativos para evaluar usabilidad.

Según Nielsen, Usabilidad se constituye en base a cinco atributos: Facilidad de Aprendizaje (Learnability), Eficiencia (Efficiency), Facilidad de Memorización (Memorability), Baja Tasa de Errores (Errors –low rate-) y Satisfacción (Satisfaction).

Por otro lado, el estándar [ISO9241-11] propone una definición más concreta de usabilidad, ilustrada en la Figura 2.1, pero curiosamente en los trabajos ya citados de [BEV95b] y [FOL04], donde el estándar es reseñado se emplean los términos calidad en uso y usabilidad respectivamente. En el primer caso se enfatiza el carácter más amplio del concepto de calidad en uso respecto de usabilidad, ya que puede ser influenciado por cualquiera de las características que definen la calidad del producto. En el segundo caso, en cambio, se emplea el término usabilidad literalmente, pero se remarca que mantiene una sintonía con la definición dada para calidad en uso del estándar [ISO9126-1], es decir una idea de usabilidad más amplia, que re-

presenta el objetivo del diseño o la meta final del producto, satisfaciendo las necesidades de los usuarios.

La diferencia, más allá del nombre que se ponga al concepto –calidad en uso o usabilidad–, solamente radicaría en que en el estándar ISO 9126-1 tiene seguridad (safety) como característica adicional a eficacia, productividad (ligado a eficacia) y satisfacción. En cambio en el estándar sobre ergonomía se consideran por separado cuestiones de salud y seguridad.



**Figura 2.1.** Usabilidad en el estándar 9241-11.

En la sección siguiente se presenta un modelo y una definición concreta de calidad en uso, relacionada directamente con un producto software, propuesto en el estándar [ISO9126-1] y que se adoptará como base para esta tesis.

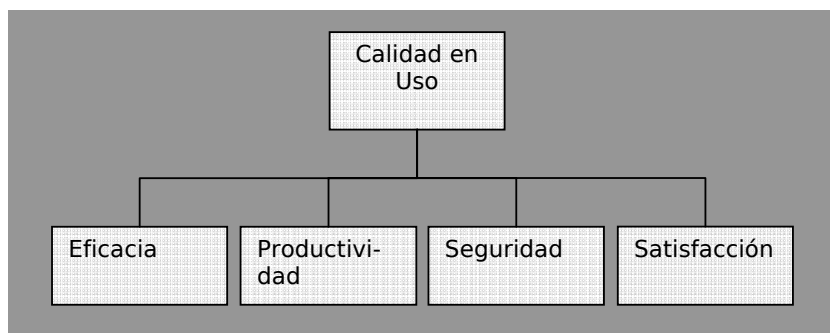
### 2.3.4. Definición y Modelo de Calidad en Uso para Producto Software

El estándar [ISO9126-1] define calidad en uso como “*la capacidad de un producto de software de facilitar a usuarios específicos alcanzar metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto específico de uso*”<sup>9</sup>.

Añade que “*calidad en uso es la visión de calidad de los usuarios de un ambiente conteniendo software, y es medida sobre los resultados de usar el software en el ambiente, antes que sobre las propiedades del software en sí mismo*”<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> The capability of the software product to enable specified users to achieve specified goals with effectiveness, productivity, safety and satisfaction in specified contexts of use.

<sup>10</sup> Quality in use is the user's view of the quality of an environment containing software, and is measured from the results of using the software in the environment, rather than properties of the software itself.



**Figura 2.2.** Modelo para calidad en uso. ISO IEC 9126-1 (2001).

Las características de calidad en uso son agrupadas en cuatro categorías (ilustradas en la figura 2.2): Eficacia (Effectiveness), Productividad (Productivity), Seguridad (Safety) y Satisfacción (Satisfaction), y son definidas tal como se muestran en la tabla 2.2.

Característica	Definición
Eficacia	La capacidad del producto de software para facilitar a los usuarios alcanzar metas específicas con exactitud y completitud en un contexto específico de uso
Productividad	La capacidad del producto de software para invertir la cantidad apropiada de recursos en relación a la eficacia alcanzada en un contexto específico de uso.
Seguridad	La capacidad del producto de software para alcanzar niveles aceptables de riesgo de dañar a las personas, el negocio, el software, la propiedad o el ambiente en un contexto específico de uso.
Satisfacción	La capacidad del producto de software para satisfacer a los usuarios en un contexto específico de uso. <b>Nota [del estándar ISO]:</b> Satisfacción es la respuesta del usuario a la interacción con el producto, e incluye la actitud hacia el uso del producto.

**Tabla 2.2.** Definición de las cuatro características de Calidad en Uso prescritas en la ISO/IEC 9126-1.

La relación existente entre las tres perspectivas de calidad de producto software puede sintetizarse de la siguiente manera: medir y evaluar la calidad en uso por medio de métricas e indicadores, tal como se verá en el capítulo 3, puede ayudar a validar la calidad externa del software; calidad en uso evalúa el grado de excelencia de un producto y puede ser usada para validar el grado en que el software o aplicación Web cumple con necesidades específicas de los usuarios. A su vez, medir y evaluar la calidad externa puede ayudar a validar la calidad interna.

Análogamente, tomar en cuenta atributos apropiados del software para calidad interna es un prerrequisito para alcanzar el comportamiento externo

requerido, y considerar los atributos apropiados del software para el comportamiento externo es un prerrequisito para alcanzar calidad en uso (esta dependencia se sugiere en la figura 2.3).

*¡Error! Vínculo no válido. **Figura 2.3.** Marco conceptual de calidad teniendo en cuenta diferentes tipos de entidades y potenciales modelos de calidad, de interés para Ingeniería de Software e Ingeniería Web*

Las afirmaciones anteriores se basan en notas relacionadas a la definición de calidad en uso, dentro del mismo estándar 9126-1 donde se menciona que *“Calidad en uso es la vista de calidad que tienen los usuarios. Alcanzar calidad en uso depende de alcanzar la calidad externa necesaria, la que a su vez depende de alcanzar la calidad interna necesaria”*<sup>11</sup>; y agrega que *“Las mediciones se requieren normalmente a los tres niveles, ya que alcanzar criterios para mediciones internas no es suficiente para asegurar alcanzar criterios para mediciones externas, y lograr satisfacer criterios para mediciones externas de subcaracterísticas no es normalmente suficiente para asegurar alcanzar criterios de calidad en uso”*<sup>12</sup>.

### 2.3.5. Criterios para Medir y Evaluar Calidad en Uso

Si se considera que la evaluación de calidad en uso se realiza sobre un producto en funcionamiento, es necesario emplear un contexto real de trabajo en el que el software será utilizado, en cuanto al perfil de usuario, el equipamiento y las tareas a realizar. Se trata de una evaluación que se orienta eminentemente a tareas, ya que es necesario evaluar cuan eficaces, productivos, seguros y satisfechos resultan los usuarios empleando un producto, en un contexto específico.

Teniendo en cuenta estas particularidades, y en relación al interés concreto de esta tesis, esto es evaluar sistemáticamente calidad en uso de aplicaciones Web, se revisan a continuación procesos y algunos métodos y técnicas pertinentes a la evaluación de calidad en uso de un producto software. Específicamente aquellos que han sido adaptados, personalizados y en ciertos casos automatizados por expertos e investigadores para facilitar la evaluación de calidad en uso de aplicaciones Web.

#### 2.3.5.1. Procesos para Evaluación de Calidad en Uso

---

<sup>11</sup> Quality in use is the user's view of quality. Achieving quality in use is dependent on achieving the necessary external quality, which in turn is dependent on achieving the necessary internal quality.

<sup>12</sup> Measures are normally required at all three levels, as meeting criteria for internal measures is not usually sufficient to ensure achievement of criteria for external measures, and meeting criteria for external measures of subcharacteristics is not usually sufficient to ensure achieving criteria for quality in use.

De entre los modelos de proceso de evaluación es importante referirse al [ISO14598-5], que como se ha dicho en la sección 2.2 estaba incluido originalmente en [ISO9126], y que tiene como objetivo principal proveer un marco de evaluación genérico, abstracto, que permita a los evaluadores, junto con desarrolladores, compradores, vendedores y usuarios en general expresar requerimientos de calidad siguiendo el modelo de calidad definido en el estándar [ISO9126-1]. La evaluación debe tener en cuenta una variedad de documentos que pueden ser considerados parte del producto de software, tales como documentación de diseño, código fuente, tests o documentación para el usuario final.

Por lo tanto, este proceso de soporte es aplicable dentro de los procesos principales del ciclo de vida del software prescritos en el estándar ISO/IEC 12207, esto es: aseguramiento de calidad, verificación, validación, revisión conjunta y auditoria.

Dentro de las características deseables para cualquier proceso sistemático, el estándar menciona cuatro de carácter obligatorio: repetitividad, reproducibilidad, imparcialidad y objetividad. Si bien no indica una técnica o procedimiento en particular a emplear, no obstante especifica claramente las cinco actividades que deben llevar a cabo los evaluadores:

1. Establecer los requerimientos de evaluación
2. Especificar la evaluación en base a los requerimientos de evaluación y sobre la descripción del producto provista por quien solicita la evaluación
3. Diseñar un plan de evaluación basado en la especificación de la evaluación; aquí se deben tener en cuenta los componentes del software a ser evaluado y los métodos y herramientas propuestos por el evaluador
4. Ejecutar el plan de evaluación, que consiste en inspeccionar, modelar, medir y testear el producto y sus componentes conforme al plan. Todo lo realizado por los evaluadores debe ser registrado y los resultados obtenidos colocados en un borrador del reporte de evaluación
5. Concluir la evaluación, que consiste en la entrega del reporte de evaluación y la desinstalación o destrucción, por parte del evaluador, tanto del producto como de sus componentes, cuando éstos han sido enviados en forma independiente sólo para su evaluación.

También en relación al proceso de aseguramiento de la calidad de un producto software, otro estándar que puede ser tomado como referencia es el [ISO13407], una guía para el proceso de aseguramiento de calidad en uso de sistemas interactivos basados en computadoras, que promueve el desa-

rollo de actividades centradas en el usuario a lo largo del ciclo de vida del producto.

Este estándar describe al diseño centrado en el usuario como una actividad multidisciplinaria, que permite incorporar factores humanos y conocimiento sobre ergonomía y prescribe técnicas con el objetivo de obtener mejores tasas de efectividad y productividad, y también de mejorar el ambiente de trabajo, contrarrestando eventuales perjuicios sobre los usuarios en lo concerniente a salud y seguridad.

Se consideran cuatro actividades de diseño centradas en el usuario que debieran llevarse a cabo a lo largo de todas las etapas de un proyecto: comprender y especificar el contexto de uso, especificar los requerimientos del usuario y la organización, producir soluciones de diseño y evaluar alternativas de diseño frente a requerimientos.

Además, es importante remarcar que si bien calidad en uso sólo puede ser evaluada con el producto ejecutable en el contexto real, también se pueden incorporar actividades para asegurar calidad en uso de un producto software a lo largo de todo el ciclo de vida.

Según [FER01] las prácticas de Ingeniería de usabilidad, tales como las que propende el estándar [ISO13407], pretenden en todo caso definir el nivel de usabilidad anticipadamente e intentan asegurar que el software desarrollado alcance ese nivel. En [HIX93] se afirma que se trata de un proceso en el que las características de usabilidad son especificadas, cuantitativa y tempranamente en el proceso de desarrollo, y medidas a lo largo de todo el proceso.

Finalmente, en el exhaustivo trabajo sobre automatización de la evaluación de usabilidad de interfaces Web, [IVO01] reporta una serie de actividades concretas que se desarrollan normalmente como parte del proceso de evaluación de usabilidad. Dichas actividades son:

1. Especificar las metas de evaluación
2. Determinar los aspectos a evaluar de la Interfaz de Usuario
3. Identificar el perfil de los usuarios de usabilidad
4. Seleccionar métricas de usabilidad
5. Seleccionar el/los método/s de evaluación
6. Seleccionar Tareas
7. Diseñar experimentos
8. Capturar datos de usabilidad
9. Analizar e interpretar los datos
10. Realizar críticas y sugerir mejoras a la Interfaz de Usuario

11. Iterar el proceso si fuera necesario

12. Presentar los resultados

### 2.3.5.2. Métodos y Técnicas para Evaluar Calidad en Uso

El borrador del estándar [ISO9126-4] indica genéricamente cómo medir calidad en uso de un producto software. Textualmente dice que *“Las métricas de calidad en uso miden el grado en que un producto satisface las necesidades de un usuario específico, para lograr metas específicas con eficacia, productividad, seguridad y satisfacción”*<sup>13</sup> y que *“Las necesidades de calidad de los usuarios pueden ser especificadas como requerimientos de calidad a través de métricas de calidad en uso, métricas externas y, algunas veces por métricas internas. Estos requerimientos especificados como métricas deberían ser usados como criterios de evaluación cuando sea evaluado el producto”*<sup>14</sup>.

En el trabajo [FOL04] se analizan definiciones de usabilidad –en varias ocasiones como sinónimo de calidad en uso– y se reseña que entre ciertos autores tales como Shackel [SHA91], Nielsen [NIE93] y algunos estándares ([ISO9241-11], [ISO9126]) existen, como denominador común, un conjunto de “atributos mensurables” que permiten especificar y evaluar usabilidad: Eficacia, Eficiencia (como productividad), y Satisfacción. También aparece mencionado, aunque con menos frecuencia, Facilidad de Aprendizaje (Learnability).

Consideran para la evaluación tres grandes grupos o categorías de métodos de evaluación: Testing, Inspección y Consultas, cada uno de los cuales incluye la posibilidad de emplear un conjunto de métodos o técnicas concretas, como por ejemplo Protocolo de Pensar en Voz Alta (Thinking Aloud Protocol), Evaluación Heurística y Registro del Uso Real (Logging Actual Use) o Encuestas, Inspección de Características Físicas, entre otras.

También en la línea de análisis de Folmer y Bosch, en [MAT02] se asegura que los enfoques más utilizados para evaluar usabilidad de sitios Web, que pueden ser extrapolados para evaluar calidad en uso tal como se verá en el caso de estudio del capítulo 5, son métodos orientados al usuario (testing por usuarios) y métodos de inspección, basados en la revisión por parte de expertos.

En el testing realizado por usuarios se tiene en cuenta la existencia de ciertas propiedades o atributos en el producto software o aplicación Web

<sup>13</sup> The quality in use metrics measure the extent to which a product meets the needs of specified users to achieve specified goals with effectiveness, productivity, safety and satisfaction in specified context of use. This can be only achieved in a realistic system environment.

<sup>14</sup> User quality needs can be specified as quality requirements by quality in use metrics, by external metrics, and sometimes by internal metrics. These requirements specified by metrics should be used as criteria when a product is evaluated.



(casi siempre sobre la interfaz de usuario), mientras se observa cómo es utilizado por usuarios reales realizando tareas representativas.

La categoría de métodos de inspección agrupa un conjunto de métodos basados en la labor de expertos, que observan exhaustivamente cuestiones relacionadas a usabilidad (u otras características) y pueden evaluar y calificar un producto software o aplicación Web en base a reglas preestablecidas, basadas en la experiencia y si fuera posible reiterando los tests con cierta frecuencia. Además, los métodos de inspección han sido utilizados con frecuencia para inspeccionar modelos de calidad. Cada uno de los métodos tiene sus pros y sus contras.

En el testing con usuarios, es interesante observar la reacción de los usuarios llevando a cabo tareas reales con el software y también es factible una evaluación rápida y eficaz a partir del seguimiento sobre la interfaz de usuario. Pero, por otro lado, no es siempre sencillo replicar un medio ambiente verdaderamente representativo o encontrar los usuarios con las características semejantes a las de los usuarios reales y llevar a cabo el estudio a un costo razonable. Además, algunos usuarios pueden sentirse incómodos si saben que serán observados y modificar su actitud en el momento del testing. Así, el método puede resultar intrusivo.

Los métodos de inspección, en cambio, pueden abaratar costos en los estudios, simplificándolos y prescindiendo del equipamiento e instalaciones para el testing con los usuarios, ya que es suficiente con la labor de los expertos. Si bien se pueden obtener resultados rápidamente, la confiabilidad de los mismos está directamente relacionada al nivel de conocimiento y experiencia de los evaluadores. Particularmente para la Web la primera metodología en emplear este método fue Olsina [OLS99], que, adaptada para evaluar calidad en uso, se empleó en el caso de estudio del capítulo 5.

Ambas categorías de métodos, testing con intervención de usuarios e inspección por parte de expertos, se basan en dos técnicas que pueden utilizarse en forma alternativa: evaluación guiada por heurísticas y evaluación basada en tareas o escenarios. Triacca et al. en [TRI04] proponen, en cambio, emplearlas simultáneamente, como una forma de sumar los beneficios que ofrecen las dos técnicas.

La evaluación guiada por heurísticas se realiza a partir de un checklist y principios de usabilidad ya establecidos. Por ejemplo, se pueden consultar los aportes de Nielsen [NIE00], donde el checklist puede ser utilizado también como base de un cuestionario que deben responder los usuarios y no sólo como una lista de control de cumplimiento de objetivos o principios de usabilidad, tal como se emplea comúnmente. Una contra de esta técnica es que distintos grupos de expertos, realizando una evaluación sobre el mismo producto software o aplicación Web, suelen partir de heurísticas diferentes

y, en algunos casos, en base a principios o criterios contrapuestos tal como bien señala Ivory en [IVO01].

La evaluación basada en tareas tiene en cuenta la realización de acciones (pasos de una o más tareas) sobre el producto software por parte de un usuario. Las tareas deben estar previamente especificadas y el usuario es observado in situ, mientras se desempeña usando el producto, y eventualmente puede ser registrado por algún medio audiovisual.

Normalmente, estas técnicas se emplean por separado y aisladamente, pero esto no necesariamente tiene que ser así. Triacca et al. [TRI04], proponen adaptar un método de evaluación de usabilidad existente para aplicaciones Web para e-Learning.

Según los autores, una combinación de las dos técnicas podría reducir las limitaciones y potenciar los beneficios de ambos métodos.

En cuanto al método de consulta, es ampliamente conocido un cuestionario con una escala debidamente validada para la Web, denominado WAMMI (Website Analysis and MeasureMent Inventory) desarrollado por Kirakowski, Claridge y Whitehand [KIR98], que, entre otros aspectos de evaluación, incluye usabilidad. Las respuestas a los ítems del cuestionario son luego agrupadas en seis categorías: atractividad, controlabilidad, eficiencia, utilidad, aprendibilidad y usabilidad global.

### **2.3.5.3. Prerrequisitos para Diseñar la Medición y Evaluación de Calidad en Uso**

Tal como se ha indicado en las secciones 2.2.3 y 2.2.4, las distintas perspectivas de la calidad de producto software se relacionan e influyen recíprocamente, pero es necesario remarcar que eficacia, productividad, seguridad y satisfacción son influenciadas no sólo por usabilidad, funcionalidad, confiabilidad y eficiencia del producto de software, sino también por dos componentes de tipo recurso del contexto de uso: la infraestructura y las metas del usuario.

Para el primer tipo de recurso, esto es infraestructura, se puede considerar por ej.: el equipo en que se desarrollan las tareas, la red y el medio físico de trabajo; para el segundo, metas de usuario, las tareas soportadas por la aplicación y las características del tipo de usuario tales como la experiencia, el nivel de formación, la predisposición a usar el producto o aplicación Web, etc.

Se debe tener en cuenta, además, que no es posible generalizar los resultados de cualquier tipo de evaluación de calidad en uso a otro contexto, o al mismo producto pero con diferentes tipos de usuarios o medioambiente, tal como oportunamente ha resaltado Bevan [BEV99].

Como consecuencia, cuando se diseñan y documentan procesos de medición y evaluación de calidad en uso, según [OLS04b] al menos es necesaria la siguiente información:

- ❖ Descripción de los componentes del contexto de uso incluyendo el tipo de usuario, equipamiento, medio ambiente, y tareas a realizar con el producto (entendiendo tarea a los pasos o submetas llevadas a cabo para alcanzar una meta deseada)
- ❖ Métricas e indicadores de calidad en uso de acuerdo al propósito deseado y la necesidad de información

En el marco de esta tesis, como eje del aporte principal, se utilizará el modelo de calidad en uso reseñado en la sección 2.3.4, basado en un conjunto de métricas e indicadores, soportados e integrados todos por un marco de medición y evaluación con base ontológica [OLS04a], adaptado para calidad en uso. Para llevar adelante el proceso de medición y evaluación se emplearán métodos de inspección –adaptando la metodología Web-QEM [OLS02]- y testing que se discutirán en los capítulos 3 y 4.

Para facilitar el diseño y selección de métricas e indicadores para evaluar calidad en uso es necesario asociar, como primer paso, atributos a las cuatro características: efectividad, productividad, seguridad y satisfacción. La figura 2.4 muestra, a modo de ejemplo, algunos atributos para dos características de calidad en uso: Eficacia y Productividad.

### Calidad en Uso

#### 1. Eficacia

1.1 Eficacia de Tarea (ET)

1.2 Completitud de Tareas (CT)

1.3 Frecuencia de Error (FE)

#### 2. Productividad

2.1 Eficiencia en relación a Eficacia (EFt)

2.2 Eficiencia en relación completitud de tareas (EFtRc)

**Figura 2.4.** Especificación de una instancia del modelo de Calidad en Uso.

## 2.4. Calidad de Aplicaciones Web

Powell [POW98] afirma que los sitios y aplicaciones Web “*involucran una mezcla entre publicación de contenidos impresos y desarrollo de software, entre marketing y computación, entre comunicaciones internas relaciones externas, y entre arte y tecnología*”<sup>15</sup>. Actualmente hay una mayor conciencia y conocimiento en el mundo científico y profesional acerca de la naturaleza multidimensional de sitios y aplicaciones Web, que comprende entre otras disciplinas: computación, arquitectura de información, autoría de

<sup>15</sup> Involve a mixture between print publishing and software development, between marketing and computing, between internal communications and external relations, and between art and technology.

contenidos, navegación, cuestiones estéticas y de presentación, multiplicidad de audiencias, cuestiones éticas y legales, seguridad, rendimiento y ambientes operativos heterogéneos.

### **2.4.1. Características Distintivas de las Aplicaciones Web**

Los sitios y aplicaciones Web como producto o producto en uso (sin hablar acerca de características distintivas del desarrollo Web) tienen sus propias características que son sensiblemente diferentes del software tradicional. Según [POW98], [OLS00b], [MUR01] y [OLS04b] estas características son:

- ❖ Los sitios y aplicaciones Web continuarán siendo guiados por contenido, orientados a documentos. La mayoría de los sitios y aplicaciones Web, aún considerando el creciente soporte hacia funcionalidad y servicios, seguirán destinados a mostrar y entregar información -esto es una característica básica proveniente de los primeros tiempos de la Web que están siendo potenciados actualmente por iniciativas en el área de Web Semántica [DAV03];
- ❖ Los sitios Web son aplicaciones interactivas, centradas en los usuarios, donde las interfaces de usuario juegan un rol central; y continuarán muy enfocadas en cuestiones de aspecto y presentación (look and feel). Las interfaces Web deberían ser fáciles de usar, comprender y operar, ya que potencialmente miles de usuarios con diferentes perfiles y capacidades interactuarán diariamente con ellas. Más aún, en las interfaces de software tradicional podría emplearse un cierto período de tiempo para entrenar a los usuarios en la operación del producto; sin embargo, esto no ocurre del mismo modo con los sitios Web y la dispersión geográfica de los potenciales usuarios;
- ❖ La Web implica una relación mayor entre arte y ciencia que la que se encuentra generalmente en aplicaciones de software. Características estéticas y de presentación de los desarrollos Web no responden únicamente a habilidades técnicas sino también a habilidades creativas y artísticas;
- ❖ Internacionalización y accesibilidad de contenidos para usuarios con capacidades diferentes son desafíos vigentes en el desarrollo de sitios y aplicaciones Web;
- ❖ Búsqueda y navegación son dos tipos de funcionalidad básica para encontrar y explorar documentos y contenidos en un sitio (estas capacidades son heredadas de las aplicaciones hipermediales);
- ❖ La seguridad es una cuestión central en aplicaciones Web orientadas a transacciones; asimismo, el rendimiento es una cuestión crítica

para muchos sitios y aplicaciones Web (aunque también son características críticas para aplicaciones tradicionales);

- ❖ El sitio Web como un todo, o partes de él, son frecuentemente piezas evolutivas de información;
- ❖ El medio donde los sitios y aplicaciones Web son alojados y funcionan, son generalmente más impredecibles que los medios donde corren las aplicaciones tradicionales. Por ejemplo, la impredecibilidad del mantenimiento del ancho de banda, o la disponibilidad del servidor podrían afectar la calidad percibida por los usuarios en relación al sitio Web;
- ❖ La privacidad de contenidos y derechos de propiedad intelectual de los materiales distribuidos en sitios y aplicaciones Web también son cuestiones de interés específico para los involucrados en el desarrollo. La mayoría de las veces es muy difícil establecer límites legales debido a la heterogeneidad de la legislación en diversos países o, aún peor, directamente la ausencia de la misma.

La mayoría de las características mencionadas hacen de los sitios y aplicaciones Web artefactos particulares, sin embargo, tal como cualquier aplicación de software, ellos también involucran código fuente y ejecutable, estructuras de datos persistentes y requerimientos, arquitectura, diseño y especificaciones de testing. Por lo tanto, se puede argumentar que el marco de calidad ISO introducido en capítulos anteriores, que distingue entre los tres enfoques diferentes para especificar requerimientos de calidad de software, esto es, calidad interna, calidad externa y calidad en uso, es aplicable también en gran medida a los productos intermedios y al ciclo de vida de productos Web. A continuación se discute brevemente la validez y alcance de dichos modelos de calidad para sitios y aplicaciones Web.

### **2.4.2. Perspectivas de la Calidad de Aplicaciones Web**

Al igual que cualquier línea de producción de software, el ciclo de vida Web involucra diferentes etapas de sus productos, tanto en fases tempranas como inyección y desarrollo, o en fases tardías, como implantación, operación y evolución. Para asegurar la calidad de los productos, se puede planificar la evaluación y el control de la calidad desde los productos intermedios hasta los productos finales. Así, a la pregunta general acerca de si se pueden aplicar los mismos modelos ISO de calidad interna, calidad externa y calidad en uso, la respuesta inicial es sí. Sin embargo, considerando una pregunta más específica respecto a utilizar las mismas seis características prescritas para calidad interna y externa y las cuatro características para calidad en uso, la respuesta es sí para la última, pero es necesario hacer algunas otras consideraciones respecto a las primeras.

Particularmente, y tal como se ha señalado al principio de esta sección, la naturaleza de sitios y aplicaciones Web está dada por una mezcla de contenidos (información), funcionalidad y servicios. Se puede argumentar que las seis características prescritas por el estándar ISO 9126-1 (esto es Usabilidad, Funcionalidad, Confiabilidad, Eficiencia, Portabilidad y Mantenibilidad) no están destinadas a especificar requerimientos para calidad de información [OLS04b]. En su columna on-line, Nielsen [NIE04] ha dicho con respecto a contenidos Web para sitios informativos que “*en última instancia, los usuarios visitan el sitio Web por sus contenidos. Todo lo demás es sólo el telón de fondo*”<sup>16</sup>.

En sintonía con las consideraciones anteriores y teniendo en cuenta algunos aportes realizados en el área de calidad de información por [ALE99] y [HUA99] entre otros, en [OLS04b] se identifican cuatro subconceptos principales para la característica *Contenido*, la que se propone sea añadida a las seis ya existentes en el estándar ISO/IEC 9126-1, para poder abarcar también la evaluación de requerimientos de calidad de información de una aplicación Web:

- ❖ *Precisión de la Información (Information Accuracy)*. Esta subcaracterística enfoca la naturaleza intrínseca de la calidad de la información. Asume que la información tiene *per se* su propia calidad. La precisión de la información es el grado en el cual la información es correcta, no ambigua, confiable, objetiva y verificable. Si una parte de la información de un sitio Web adquiere fama de inexacta, el sitio Web probablemente se percibirá como de poco valor agregado y se verán reducidas sus visitas;
- ❖ *Adecuación de la Información (Information Suitability)*. Esta característica enfoca la naturaleza contextual de la calidad de la información. Enfatiza la importancia de transmitir la información apropiada de acuerdo a tareas y metas orientadas a los usuarios. Consecuentemente es el grado en el que la información es apropiada (cobertura apropiada para la audiencia destinataria), completa (cantidad suficiente), concisa (si es breve, mejor) y actualizada;
- ❖ *Accesibilidad (Accessibility)*: esta característica resalta la importancia de los aspectos técnicos de los sitios y aplicaciones Web en términos de hacer los contenidos más accesibles para usuarios con diferentes discapacidades;
- ❖ *Conformidad con Normas Legales (Legal Compliance)*: la capacidad de una pieza de información para adherir a estándares, convenciones

---

<sup>16</sup> Ultimately, users visit your website for its contents. Everything else is just the backdrop

y normas relacionadas a contenidos y derechos de propiedad intelectual;

Además de las categorías anteriores, en [OLS04b] se propone tener en cuenta otros subconceptos relativos a la estructura y organización de la información. Muchas de estas subcaracterísticas tales como comprensibilidad global (implementada por mecanismos que ayudan a comprender rápidamente la estructura y contenidos del espacio de información del sitio Web tales como tablas de contenido, índices y mapa del sitio), aprendibilidad, y aún internacionalización, pueden relacionarse a la característica *Usabilidad*.

Finalmente, desde la perspectiva de calidad en uso, para la característica satisfacción, que puede ser implementada para propósitos de medición como un cuestionario, pueden ser incluidos ciertos ítems relacionados a contenido como también para navegación, estética, funciones, etc. Además, para otras características de calidad en uso como *Efectividad* y *Productividad*, pueden diseñarse e implementarse ciertas tareas específicas, obviamente orientadas a los usuarios, que involucren la realización de acciones en base a contenidos y funcionalidad.

### 2.5. Conclusiones

Las discusiones presentadas en las secciones iniciales (2.1, 2.2 y 2.3) acerca del significado y las relaciones entre términos como calidad y calidad en uso permiten concluir, inicialmente, en que calidad no es un concepto absoluto y que existen diferentes perspectivas sobre calidad, teniendo en cuenta un producto de software o bien un producto de software en uso. Tanto calidad interna como calidad externa y calidad en uso, como se enfoca en el estándar ISO/IEC 9126-1, pueden especificarse, medirse y finalmente evaluarse considerando que cada perspectiva tiene su valor agregado en una estrategia de aseguramiento de calidad y a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto software. Sin embargo, el objetivo final es alcanzar la calidad en uso.

También se ha podido considerar la evolución en la teoría y la práctica del concepto calidad en uso, que partió de una idea sencilla pero discutible como *facilidad de uso* y se arribó, aunque no podría decirse que en forma definitiva, a un modelo –y a una definición también– de calidad en uso más abarcativa. En esta línea se ha discutido también una analogía entre los significados de calidad en uso y usabilidad, dado que éste último sigue usándose frecuentemente en la literatura y en la industria como sinónimo de calidad en uso.

La importancia de esta discusión radica en que si sólo se toman en cuenta las definiciones respectivas en el estándar ISO/IEC 9126-1 el significado y la dimensión de cada uno dista bastante de ser el mismo. En esta norma, calidad en uso es una de las tres perspectivas de calidad, o un *concepto calculable* al más alto nivel teniendo en cuenta el modelo de Métricas

e Indicadores, tal como se verá en el capítulo 3. *Usabilidad*, en cambio, es una de las características de calidad interna y calidad externa de un producto software, es decir que se ubica en un nivel jerárquico inferior.

Como corolario de este capítulo se presentaron algunos prerequisites para diseñar y evaluar calidad en uso (tópico 2.3.5.3) y precisiones acerca de qué se entiende por calidad de aplicaciones Web (2.4), donde se señala el hecho de que el diseño y la evaluación de calidad en uso de un producto software es una cuestión que puede ser abordada desde múltiples puntos de vista, con la contribución de diferentes disciplinas. Desde este punto de vista guarda una estrecha relación con los enfoques que apoyan definiciones de Ingeniería Web, como las presentadas por Murugesan y otros en [MUR01], y puede considerarse que los requerimientos obligatorios de calidad en uso de las aplicaciones Web sólo serán satisfechos si se especifican y “construyen” desde etapas tempranas del proceso de desarrollo; preferentemente en base a un modelo de calidad predefinido y consensuado de antemano entre los interesados del proyecto.

Los conceptos de las reseñas de las dos últimas secciones, junto al modelo de métricas e indicadores detallado en el capítulo 3, serán pilares para el caso de estudio presentado en el capítulos 5 y 6, donde se pone en práctica la propuesta central de esta tesis, acerca de cómo abordar, en forma sistemática y disciplinada, la evaluación de calidad en uso de sitios y aplicaciones Web con base en un marco ontológico.