



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INFORMÁTICA
Secretaría de Postgrado



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL RESISTENCIA

**PERSPECTIVAS ACTUALES SOBRE
CRITERIOS DE CALIDAD PARA
PLATAFORMAS E-LEARNING**

**Trabajo Integrador Final para obtener
el grado de Especialista en Ingeniería de
Software**

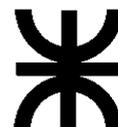
Autora: Gilda R. Romero

Directora: Mgter Ing. Liliana Cuenca Pletsch

Co-Director: Dr. Gustavo Rossi

gilda.romero@gmail.com

Resistencia, Julio 2015

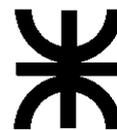


AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme y nuevamente permitir llegar a otra meta profesional. Ha sido largo el camino para llegar hasta este trabajo y sin lugar a dudas, ha sido Dios quien me ha guiado en todo momento, enseñándome para dar cada paso.

A mi directora Cuny, como le gusta la llamemos, Mgter Ing. Liliana Cuenca Pletsch, y al co-director Gustavo Rossi, porque no sólo me han orientado en el este proceso, sino que también me han alentado constantemente, ocupándose de los avances, aún con la rutina y obligaciones diarias. Una mención especial a Laly, Mgter. Gladys Dapozo, porque ese empuje inicial y guía en la elección de la temática, factor clave en el desarrollo del presente trabajo.

A mi familia, fuente de cada uno de mis anhelos, fuerza, coraje, sueños y valores, a mis amigos y colegas, por alentarme en cada paso, empujándome a buscar la mejora continua, siempre con respeto y compañerismo.



RESUMEN

El Trabajo Integrador Final (TIF) tiene como objetivo brindar un panorama actualizado del estado de situación respecto de *métodos y herramientas orientadas la evaluación de calidad en plataformas de e-learning*. Bajo esta premisa se pretende:

1. *analizar qué aspectos de las plataformas son evaluados*
2. *determinar la existencia de métodos y herramientas que implementen esta evaluación de calidad.*
3. *generar una síntesis de los principales atributos considerados como influyentes en la calidad de las plataformas e-learning.*

La contribución con este TIF es **identificar y clasificar los atributos referidos a calidad en estas plataformas**, tal que permitan elaborar un modelo de calidad que sirva de soporte a la adquisición y evaluación de software. Con esta premisa se pretende destacar aquellos atributos referidos a calidad que influyan con mayor peso en el marco de la evaluación de las aplicaciones o plataformas de e-learning.

Para lograr los objetivos propuestos, se utilizó principalmente una metodología de investigación documental exploratoria vinculada a los conceptos de interés: Calidad de Software en el marco de la Ingeniería de Software y, en particular, a la ingeniería de software en e-learning, con especial énfasis en Indicadores y atributos de calidad, métricas, evaluación. En particular, se tomaron las pautas de trabajo indicadas en el método de Revisión Sistemática de la Literatura (RSL).

En los últimos capítulos se presentan las conclusiones de este Trabajo Integrador Final y se comentan posibles futuras líneas de acción.



MATERIALES Y MÉTODOS

Para la confección de este TFI se realizó la recolección de datos de libros relacionados con el tema y un relevamiento de publicaciones.

En una primera instancia de la investigación se leyeron los libros y publicaciones con el objetivo de obtener una visión global, obteniendo así conceptos generales del mismo.

Luego se realizaron búsquedas en internet con el fin de encontrar información específica sobre algunos temas puntuales. En esta instancia se puso énfasis en tesis publicadas y artículos científicos.

Después del proceso de recolección de datos se procedió al análisis y comparación de los diferentes conceptos encontrados, lo cual permitió obtener un mapa conceptual relacionando los ítems sobre el tema central y, resultó de gran utilidad para definir un esquema del TFI.

Finalmente, se procedió al desarrollo de la propuesta mediante la exposición y comparación de los conceptos obtenidos y las conclusiones a las que se han arribado.



Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN	7
1.1 - La educación y la educación virtual	8
Generaciones de e-learning	9
1.2 - Los Sistemas e-learning y la Ingeniería de Software	14
1.3 - La Calidad	16
1.3.1. Calidad en e-learning	16
1.3.2. Calidad en la Ingeniería de Software	17
1.3.2.1. Calidad del Software	18
Factores o atributos de la calidad del software	19
Calidad del Producto y Calidad del Proceso	21
Modelos de calidad de software	22
Métricas y Medición	24
1.3.2.2. Calidad en Aplicaciones Web	25
Capítulo 2 - PROYECTOS DE E-LEARNING	28
2.1 - Consideraciones generales en un proyecto de e-learning.....	29
La mirada Sistémica.....	31
Stakeholders en un proyecto de e-learning.....	33
2.2 - Plataforma de e-learning: LMS y LCMS.....	34
2.3 - Aspectos a evaluar en las Plataformas e-learning	36
Funcionalidades o herramientas.....	36
Disponibilidad de idiomas en la plataforma	37
Términos de uso	37
Cumplimiento de estándares de reutilización.....	38



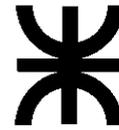
2.4 - Beneficios generales de un LMS.....	43
Capítulo 3 - IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMAS E-LEARNING	47
3.1 - Etapas de la implementación.....	48
Requerimientos técnicos y tecnológicos.....	49
3.2 - Características en la implementación de los LMS.....	50
3.3 - Evaluación de la calidad de una plataforma	54
3.3.1. Atributos de calidad para las plataformas e-learning	55
3.3.2. Modelos y herramientas utilizados actualmente.....	56
Modelo en 4 capas.....	56
Framework para medir calidad de aplicaciones Web: WQF.....	57
Capítulo 4 - CONCLUSIONES	61
Capítulo 5 - TRABAJOS FUTUROS.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 – Etapas del e-learning y sus herramientas.....	10
Fig. 2 – Desarrollo de Sloodle	11
Fig. 3 – Desarrollo de la Web y la educación virtual	12
Fig. 4 – Tipos de entidades y atributos en la medición del software.....	21
Fig. 5 – Calidad basada en el proceso	22
Fig. 6 – Jerarquía según norma ISO/IEC 9126	26
Fig. 7 – Un marco para e-learning.....	29
Fig. 8 – Calidad en un proyecto de e-learning.....	32
Fig. 9 – Herramientas de las plataformas e-learning	36
Fig. 10 – Etapas de la implementación de una plataforma e-learning	48
Fig. 11 – Componentes del framework WQF	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Stakeholders involucrados en los proyectos de e-learning.....	33
Tabla 2 – Características de las plataformas e-learning	43
Tabla 3 – Características deseables para los LMS.....	53



Capítulo 1 - INTRODUCCIÓN

Esta era ha sido producto de un desarrollo constante en la evolución del hombre y ha sido acompañada por la globalización de la economía y explosión de tecnologías (particularmente Internet).



Peter Drucker, reconocido como el inventor del management moderno y gurú de negocios, en (1) señala, "[...] *la Internet está cambiando radicalmente las economías, los mercados y la estructura de la industria; los productos y servicios; la segmentación de los consumidores; sus valores y comportamiento de compra; los puestos de trabajo y los mercados laborales. Pero el impacto podría aún ser mayor en la sociedad, en la política y, sobre todo, en la manera en que vemos el mundo y nos vemos a nosotros*".



1.1 - La educación y la educación virtual

En (2) el profesor Ph.D. Cristóbal Cobo Romani menciona que: *“La constante globalización está permitiendo que el conocimiento se distribuya horizontalmente en ámbitos que hasta ahora permanecían incomunicados, creando relaciones heterárquicas y proporcionando la posibilidad de que el conocimiento sea aplicado en contextos innovadores. En el ámbito del aprendizaje, esto significa que todos nos convertimos en co-aprendices y también en co-educadores, como resultado de la construcción y aplicación colectiva de nuevos conocimientos”*. Se puede presumir entonces que la realidad es bastante distinta a la de 20 años atrás principalmente porque ahora se cuenta con información gracias a las nuevas tecnologías de telecomunicaciones y es posible acceder a ella desde cualquier parte del mundo, en el mismo momento en que es generada. Sin embargo, también es evidente que no en todo el mundo se utilizan tales metodologías y/o técnicas, por lo que podemos concluir que coexisten diferentes “versiones” de la educación: *la educación 1.0* referida a la educación tradicionalista y, *las actuales educación 2.0 y 3.0*.

El factor característico de la llamada “educación 2.0” (también denominada e-learning 2.0), término acuñado por Stephen Downes¹ que proviene de la web 2.0, ha sido el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), creando o fomentando la formación de entornos de aprendizaje virtual, o también llamado e-learning. Dicho fenómeno implica la creación de plataformas de teleformación para la gestión del aprendizaje a través de Internet y, la puesta a disposición de los alumnos de materiales formativos a través de la Red.

Por su parte la Web 3.0 supone mucho más que un avance en lo que se refiere a inteligencia virtual colectiva ya que no se imponen barreras al acceso al conocimiento.

¹ Página personal de Stephen Downes <http://www.downes.ca>



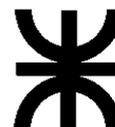
La Web 3.0 es aquella que se ha generado gracias a las posibilidades de interacción entre las personas cuyo espacio más representativo son las redes sociales, potenciando la valoración de contenidos. En educación significa una revolución ya que actúa directamente sobre el rol del alumno, produciendo un cambio que contribuye a mejorar el aprendizaje. Es entonces el alumno quien se enfrenta ahora a nuevas competencias, como por ejemplo la *investigación*, mediante la navegación y búsqueda de información. La educación se personaliza al máximo ya que en este entorno los alumnos utilizan los diferentes recursos disponibles en la red en función de su perfil y los profesores se convierten en facilitadores de estrategias de aprendizaje de sus alumnos (3). Se pasa de ambientes personales de aprendizaje virtual cerrados, o “educación 2.0”, a entornos personales de aprendizaje abiertos, o “educación 3.0”, cuyo principal reto, desde el punto de vista de la formación, es la colaboración con desconocidos.

El término E-LEARNING literalmente SE REFIERE A UN APRENDIZAJE (LEARNING) MEDIADO POR LOS RECURSOS ELECTRÓNICOS (“E”).

Los términos “educación a distancia”, “formación on-line” o “e-learning” son acepciones que suelen ser usados indistintamente y básicamente responden por concepción a un paradigma de enseñanza-aprendizaje que se da como resultante del desenvolvimiento de las Nuevas TICs aplicadas a la educación, formación y, a la interacción de comunicación.

Generaciones de e-learning

En la actualidad, existen diferentes formas de capacitación utilizando la tecnología: presencial y a distancia mediante cursos multimedia (Computer Based Training – CBT),



campus virtuales, formación mixta (b-learning), el aprendizaje de la web 2.0 y, al momento, el aprendizaje de la web 3.0.

Como lo menciona Verónica Inoue en (4): “es posible clasificar las versiones que existen sobre e-Learning 1.0, 2.0, 3.0 y en cualquier momento habrá un arriesgado que quiera hablar sobre 4.0 también! El experto Josh Bersin establece que e-Learning 1.0 son los cursos online para auto-estudio, lo que refiere a contenidos subidos a páginas web y capacitación guiada por un instructor (cursos, simulaciones, audio y video, podcasting, juegos), e-Learning 2.0 es el más utilizado actualmente, según su opinión, y es la capacitación por e-learning en vivo guiada por un instructor (incluye el uso de mensajería instantánea, video en tiempo real, webcasting). Y finalmente el e-Learning 3.0 utiliza contenido auto-publicado, y pone énfasis en las herramientas colaborativas (blogs, wikis, salas de discusiones, comunidades de práctica, directorio de expertos)”.

Bajo esta mirada se puede asumir entonces que dicho panorama ha dado lugar a diferentes *generaciones de e-learning* que se interconectan entre sí, tal y como se muestra en la Fig. 1.

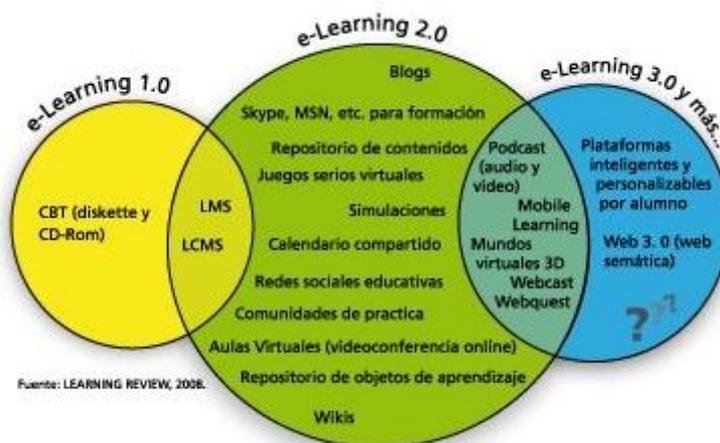


Fig. 1 – Etapas del e-learning y sus herramientas.
Fuente: (4)



Cabe aclarar que el e-learning 2.0 y e-learning 3.0 bien pueden complementarse, y no necesariamente sustituyen, al e-learning 1.0; a la vez que integran diferentes herramientas. De hecho, un claro ejemplo de interconexión entre las diferentes “versiones” de e-learning es el proyecto Sloodle. Sloodle es un proyecto Open Source (de código abierto) cuyo objetivo es unir las funciones de un sistema de enseñanza basado en web (LMS del inglés Learning Management System o **Sistemas de Administración/Gestión de Aprendizaje**, en este caso **Moodle**) con la riqueza de interacción de un entorno virtual multi-usuario 3D (Multi User Virtual Environment, MUVE por sus siglas en inglés). En tal integración de Second Life y Moodle se combina entonces las clases y conferencias en tiempo real, con el aprendizaje asíncrono de los Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (SGCAs) para desarrollar clases, ejercicios, foros, exámenes etc. Ver Fig. 2

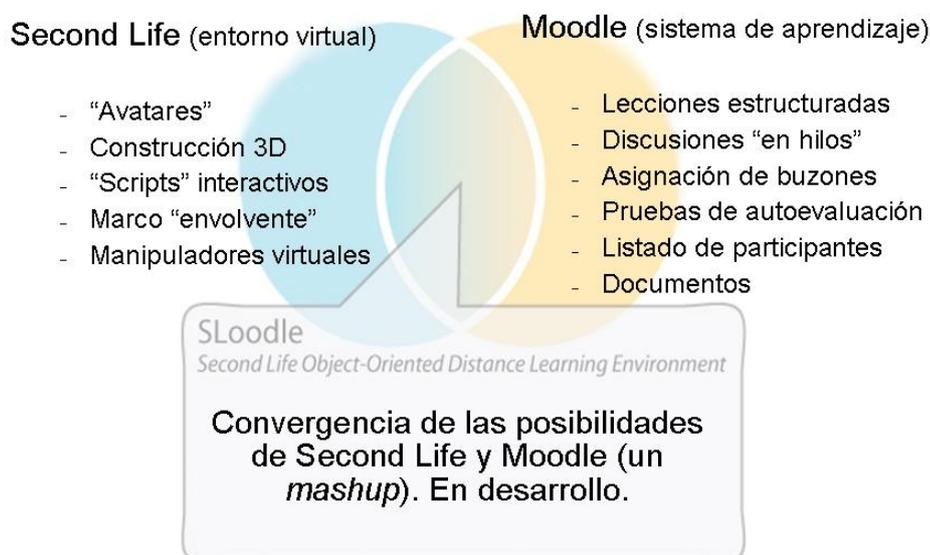


Fig. 2 – Desarrollo de Sloodle

Fuente: http://www.sloodle.org/docs/Sloodle_Portada (Sitio oficial)



Con la evolución natural de los recursos electrónicos se genera una nueva versión de la Web y, en consecuencia, la misma es acompañada por nuevas versiones y conceptos de e-learning, la Fig. 3 muestra un resumen elaborado por Dolors Capdet del conjunto de conceptos y herramientas que se utilizan en el e-learning.

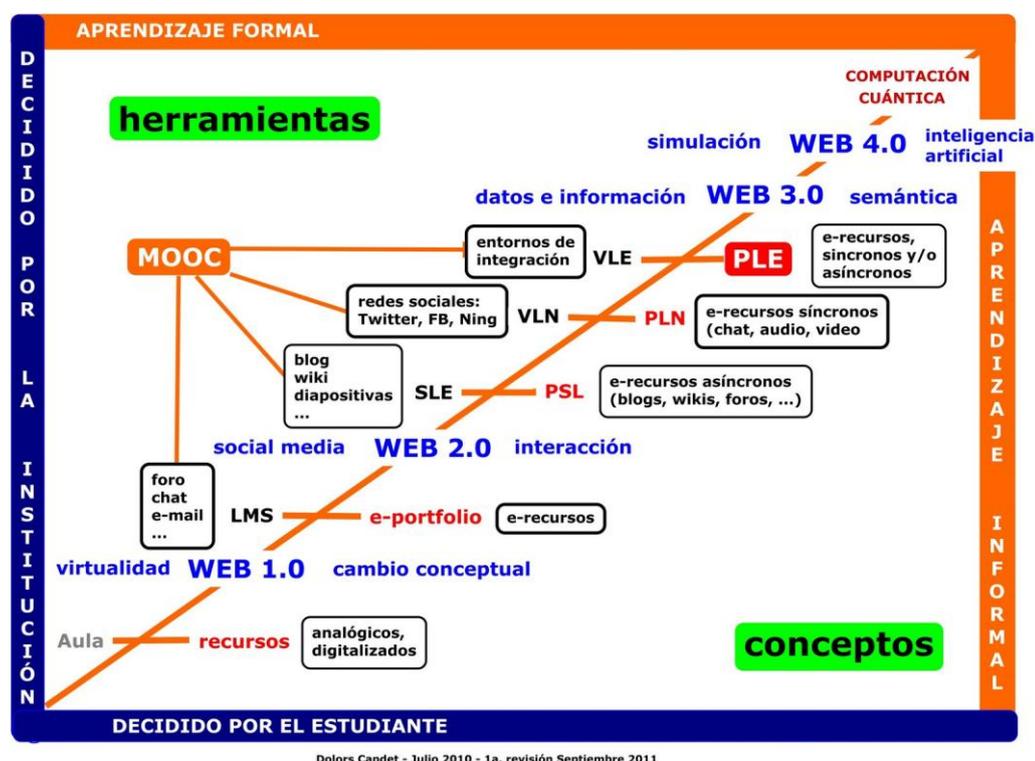


Fig. 3 – Desarrollo de la Web y la educación virtual
Fuente: <http://dolorescapdet.blogspot.com.ar> (Blog Personal de Dolors Capdet)

En esta ilustración hay que destacar los conceptos referidos a Conceptos y a herramientas aplicables tanto al aprendizaje formal como el no formal y que serán utilizados por el estudiante y/o la institución. En el caso de los **Conceptos**, se pueden mencionar a: **E-portfolio** (portfolio digital), **PSL** (Personal Social Learning por sus siglas en inglés o, Aprendizaje Social-Personal), **PLN** (Red Personal de Aprendizaje/Comunidades o Personal Learning Network), **PLE** (Entornos de Personales



de Aprendizaje o Personal Learning Environment) y, con la tendencia de una evolución hacia una gestión mediante agentes artificiales. Mientras que en caso de las **Herramientas**, nos referimos a **MOOC** (acrónimo en inglés para Cursos Online Abiertos y Masivos o Massive Open Online Course, que corresponde a una modalidad de educación abierta²), **LMS** (Learning Management Systems por sus siglas en inglés o, Sistemas de Administración), **SLE** (Social Learning Environment o, Ambiente/Entorno de Aprendizaje Social), **VLN** (Virtual Learning Network o, Red Virtual de Aprendizaje), **VLE** (Virtual Learning Environment o, Ambiente de Aprendizaje Virtual), entre los principales.

Por último y, considerando una amplia perspectiva respecto a la metodología de enseñanza, como concluye Elena Campo Montalvo en (5), la integración de las TICs en los modelos educativos ofrece un soporte para las actividades no presenciales, del profesorado, alumnado y la gestión universitaria en general, permitiendo que el *e-learning sea una alternativa a la formación tradicional, continua y permanente; convirtiéndola en un proceso abierto, flexible e interactivo.*

En resumen es posible afirmar que:

“La evolución de la tecnología y la forma en que se produce el aprendizaje, ha transformado los paradigmas de los procesos formativos: aprendizaje constructivista, aprendizaje colaborativo, o bien, el aprendizaje conectivista, que viene dado por el aprendizaje social o informal de la web 2.0 y los mundos virtuales de la web 3.0. Y, continúa.”

² **Educación Abierta.** Este concepto se refiere a ofrecer cursos de pregrado de forma gratuita, a través de plataformas educativas en Internet; cuya filosofía es la liberación del conocimiento para que este llegue a un público más amplio.



1.2 - Los Sistemas e-learning y la Ingeniería de Software

Un *sistema de e-learning* se refiere al sistema que contempla como método pedagógico/andragógico³ el uso de herramientas para dar soporte a un aprendizaje presencial y/o a distancia (b-Learning) y en línea (e-Learning), con el fin de responder de manera efectiva a los retos emergentes que plantea la sociedad del conocimiento.

Para *gestionar un sistema de e-learning* es necesario una *plataforma* que permita monitorizar y controlar el proceso de enseñanza-aprendizaje, produciendo repositorios de gestión y control para el formador, el formando y para el gestor del sistema.

Como se menciona en (6), en informática se entiende por *plataforma* a una arquitectura hardware o una estructura de soporte (*framework*) de software que permite que el mismo sea ejecutado; es así como la arquitectura de un ordenador, el sistema operativo, los lenguajes de programación y las correspondientes librerías de ejecución y la interfaz gráfica de usuario son partes típicas de una plataforma.

En *e-learning*, se entiende por plataforma un Entorno Virtual de Aprendizaje (EAV), también llamado **Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA)** ó, Virtual Learning Environment (VLE) por sus siglas en inglés, también conocidos como Campus Virtual, Entorno on-line de Formación o bien Plataformas de Teleformación para la gestión del aprendizaje a través de Internet. Del mismo modo recibe otros nombres que indican variaciones en sus funciones y componentes: *Learning Management System (LMS)*, *Course Management System (CMS)*, *Learning Content Management System (LCMS)*, *Managed Learning Environment (MLE)*, *Learning Support System (LSS)*, *Online Learning Centre (OLC)* o *Learning Platform (LP)*. En Estados Unidos se usan los

³ La **Andragogía** (del griego άνήρ "hombre" y άγωγή "guía" o "conducción") es el conjunto de técnicas de enseñanza orientadas a educar personas adultas, en contraposición de la pedagogía, que es la enseñanza orientada a los niños. La Andragogía es una ciencia según lo plantea Ángel R. Villarini Jusino, Ph.D. en su publicación titulada "Félix Adam: Desarrollo humano, pedagogía y Andragogía".



términos CMS y LMS. En el Reino Unido y diversos países europeos se utilizan los términos VLE y MLE, aunque para designar aplicaciones diferentes: un VLE es un subsistema de un MLE, una infraestructura amplia de sistemas de información que apoyan y facilitan el aprendizaje electrónico en una organización.

Ahora bien, para un mejor aprovechamiento de las ventajas que ofrece esta nueva forma de enseñanza, es necesario implantar mecanismos que garanticen la calidad de la formación virtual y que aseguren que los productos, los procesos y los servicios de formación satisfagan las necesidades de los participantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje: profesores, alumnos y gestores de la formación. Se trata, además, de conseguir una formación virtual accesible, que pueda ser aprovechada también por personas con discapacidad. Para ello será necesario el cumplimiento de estándares y normas relacionadas con la accesibilidad de contenidos y sistemas de gestión del aprendizaje, especialmente en el ámbito de la Web.

Por otra parte, el fin último de la ingeniería del software es *producir un sistema, aplicación o producto de alta calidad*. Para lograr este objetivo, los ingenieros de software deben emplear métodos efectivos junto con herramientas modernas dentro del contexto de un proceso maduro de desarrollo del software. Justamente en esto se enfoca la **Ingeniería del software en e-learning**, ya que asume el *proceso ingenieril en el desarrollo de este paradigma* ayudando a mejorar la calidad de las plataformas (es decir el software que da soporte a esta nueva forma de enseñanza/aprendizaje) y el contexto en el que dicha plataforma se inserta.



1.3 - La Calidad

Desde hace una década el término “calidad”, en el amplio sentido de la palabra, se ha convertido en un concepto que ha trascendido como característica dentro del producto de una organización.

Como lo menciona Mario Piattini en (7) *“La calidad se ha convertido hoy en día en uno de los principales objetivos estratégicos para las organizaciones debido a que, cada vez más, su supervivencia depende de la calidad de los productos y servicios que ponen a disposición de los usuarios y clientes y de la satisfacción de éstos”*.

Por su parte Jan Pawlowski en (8) define la calidad como *“Satisfacer adecuadamente los objetivos y las necesidades de las partes interesadas (Stakeholders⁴), como resultado de un proceso de negociación transparente y participativa dentro de una organización”*.

1.3.1. Calidad en e-learning

En el ámbito del e-learning, la calidad está relacionada con todos los procesos, productos y servicios para el aprendizaje, la educación y la formación, que están soportados por el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.

La calidad en el desarrollo de un curso e-learning hace referencia a tres enfoques distintos, pero que a su vez, se complementan:

- La **calidad de los materiales, las actividades y otros recursos formativos**. Se trataría de valorar aspectos como accesibilidad, formato o claridad.

⁴ **Stakeholder** es un término inglés utilizado por primera vez por R. E. Freeman en su obra: *“Strategic Management: A Stakeholder Approach”* (Pitman, 1984), para referirse a «*quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa*». Cuando se lo utiliza en el ámbito de sistemas un Stakeholder es un individuo, grupo, organización o clases de los mismos, que tienen un interés en la realización del sistema.



- La **calidad de la plataforma de e-learning**. Se analizarían aspectos como las herramientas y/o funcionalidades ofrecidas por la plataforma, los sistemas de comunicación y otras características intrínsecas a la plataforma.
- La **calidad de la experiencia formativa completa**, desde el inicio del curso (planificación, objetivos), pasando por el desarrollo del curso (materiales, puesta en marcha, seguimiento) y, finalmente, la evaluación de los alumnos. Este último enfoque abarca la evaluación de todo el proceso de una experiencia formativa, poniendo especial atención en la metodología de enseñanza y aprendizaje utilizada.

1.3.2. Calidad en la Ingeniería de Software

La calidad del software es una compleja combinación de factores, que variarán entre diferentes aplicaciones. Autores como Pressman en (9) y McCall en (10) así como estándares tal como la ISO 9126⁵ han tratado de determinar y categorizar los factores que afectan a la calidad del software.

Una definición amplia de calidad, planteada en la norma UNE-EN ISO 8402 (11), expresa que *“la calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades explícitas o implícitas”*. Llevada esta definición al campo de la ingeniería de software, la IEEE⁶ Std 610 (12) señala que *“la calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”*.

⁵ **ISO 9126** es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software. El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, realidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso y expendido. Actualmente, está siendo reemplazado por el proyecto SQuaRE, ISO 25000:2005, el cual sigue los mismos conceptos.

⁶ **IEEE** es el acrónimo para Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (Institute of Electrical and Electronics Engineers)



1.3.2.1. Calidad del Software

Por su parte Pressman en (9), se refiere a la calidad del software como *“la concordancia con los requisitos funcionales y de rendimientos explícitamente establecidos, estándares de desarrollo explícitamente documentados y características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente”*.

Ian Somerville en (13) especifica que *“la calidad del software es un concepto complejo que no es directamente comparable con la calidad de la manufactura de productos”*. En la manufacturación, la noción de calidad viene dada por la similitud entre el producto desarrollado y su especificación. En un mundo ideal, esta definición debería aplicarse a todos los productos, pero, para sistemas de software, existen estos problemas. La idea de tolerancia no es aplicable a los sistemas digitales y es prácticamente imposible llegar a una conclusión objetiva sobre si un sistema de software cumple o no con su especificación, por las siguientes razones:

1. Referente a la ingeniería de requerimientos, *es difícil escribir especificaciones de software completas y sin ambigüedades*. Los desarrolladores deben interpretar requerimientos dialogando con diferentes personas, cada una de las cuales se expresará de una forma distinta, tendrá conocimientos informáticos y técnicos distintos, y tendrá unas necesidades y una idea del proyecto muy particulares. Luego deberán traducir esas ideas de necesidades de software a un conjunto concreto de funciones y restricciones. Estas diferencias en el lenguaje e interpretación que se da entre desarrolladores y usuarios hace que resulte difícil una conclusión única respecto de si el software cumple exactamente con las especificaciones iniciales. Actualmente existen numerosos trabajos de investigación tendientes a mejorar el resultado de esta etapa del proceso de desarrollo de software.



2. Por lo general, las especificaciones integran requerimientos de varios tipos de participantes. Dichos requerimientos son un compromiso ineludible y tal vez no incluyan los requerimientos de todos los grupos de participantes. Por lo tanto, las partes interesadas excluidas quizá perciban el sistema como de mala calidad, a pesar de que implementa los requerimientos acordados.
3. Es imposible medir de manera directa ciertas características de calidad (por ejemplo, mantenibilidad) y, por ende, no pueden especificarse plenamente sin ambigüedades.

Debido a estos problemas, *la valoración de la calidad del software es un proceso subjetivo en que el equipo de gestión de calidad debe usar su juicio para decidir si se logró un nivel aceptable de calidad*. El equipo de gestión de calidad debe considerar si el software se ajusta o no al propósito fijado o a los objetivos fijados para su desarrollo.

Es así como un plan de calidad debe definir los atributos de calidad más importantes para el software que se desarrollará. Los profesionales que trabajan en el desarrollo pueden cooperar para lograrlo. El plan debe incluir también una definición del proceso de valoración de la calidad. Ésta debe ser una forma acordada de valorar si cierto grado de calidad, como la mantenibilidad o robustez, está presente en el producto (9).

Factores o atributos de la calidad del software

Como se mencionó anteriormente, la acepción más acertada al término calidad es la que hace referencia a que “la calidad es la que satisface las expectativas del Stakeholder” por lo que, cuando se habla de calidad del software se debe determinar explícitamente cuáles son las propiedades que hacen que podamos decir que un



software es de “buena calidad” para cada Stakeholder. Por eso, se deben acordar los factores o atributos que describirán la calidad del Software, en qué es necesario puntualizar para evaluar dicho software. Antonio Álvarez en (14) divide el concepto de calidad en una serie de características, atributos o factores, como por ejemplo:

1. **Fiabilidad:** habilidad del software para mantenerse operativo (funcionando).
2. **Eficiencia:** habilidad del software para responder a una petición de usuario con la velocidad apropiada.
3. **Usabilidad:** habilidad del software para satisfacer al usuario.
4. **Mantenibilidad:** habilidad del software para poder realizar cambios en él fácilmente y con una adecuada proporción cambio/costo.
5. **Portabilidad:** habilidad del software para operar en diferentes entornos informáticos.

Según Mario Piattini en (7), estos atributos suelen diferenciarse entre *atributos internos* y *externos*. Los **atributos internos** son aquellos que pueden ser medidos en una entidad sin necesidad de evaluar el comportamiento externo de la misma. Ejemplos de atributos internos son: tamaño y complejidad del código fuente, que pueden ser evaluados sin necesidad de ejecutar el código. Los **atributos externos** son mediciones sobre cómo una entidad está relacionada con el entorno, como por ejemplo los atributos calidad y estabilidad de requisitos, en cuyo caso es necesario ejecutar el código para obtenerlos. Estos atributos externos son mucho más difíciles de evaluar que los atributos internos y la necesidad de disponer de mediciones de atributos internos para obtener el valor de atributos externos es bastante clara. Por ejemplo, para evaluar el atributo externo “calidad del software” es necesario conocer atributos internos como por ejemplo el “número de fallos obtenidos en la actividad de pruebas”. La Fig. 4 muestra los tipos de entidades y atributos en la medición del software.

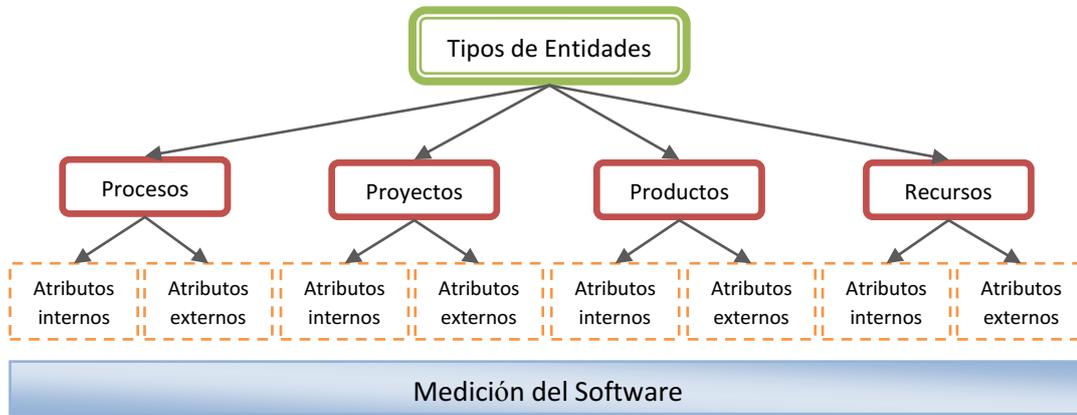


Fig. 4 – Tipos de entidades y atributos en la medición del software

Calidad del Producto y Calidad del Proceso

Como menciona Fernanda Scalone en (15), al intentar definir el concepto de calidad del software se debe diferenciar entre la calidad del Producto de software y la calidad del Proceso de desarrollo del mismo. No obstante, las metas que se establezcan para la calidad del producto van a determinar las metas a establecer para la calidad del proceso de desarrollo, ya que la calidad del producto va a estar en función de la calidad del proceso de desarrollo. Sin un buen proceso de desarrollo es casi imposible obtener un buen producto.

De acuerdo a Ian Somerville en (13), una suposición que subyace en la gestión de calidad del software es que, la calidad del software se relaciona directamente con la calidad del proceso del desarrollo del software. Esto proviene de los sistemas fabriles, donde la calidad del producto está estrechamente relacionada con el proceso de producción. La Fig. 5 ilustra este enfoque basado en el proceso para obtener la calidad del producto.

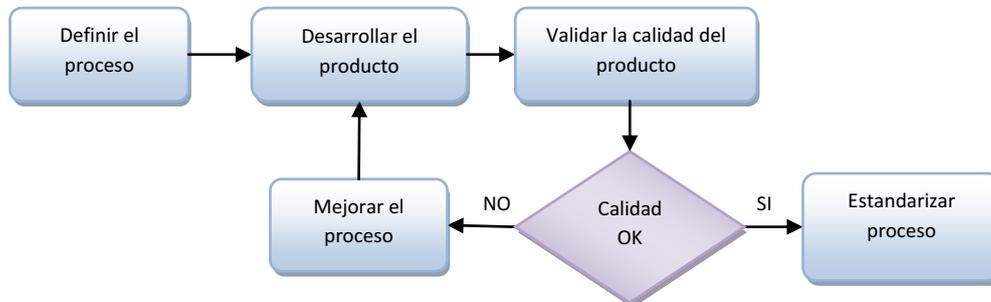
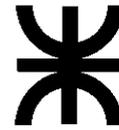
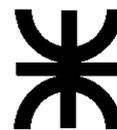


Fig. 5 – Calidad basada en el proceso
Fuente: (13)

Es precisamente en (13) que Somerville diferencia el hecho de que en la manufactura existe un claro vínculo entre el proceso y la calidad del producto en producción, debido a que el proceso es relativamente sencillo de estandarizar y monitorizar. Cada sistema de producción se calibra, y debe producir una y otra vez productos de alta calidad. Sin embargo, **el software no se manufactura, se diseña**. Por lo tanto, en el desarrollo del software es más compleja la relación entre calidad de proceso y calidad del producto. **El diseño del software es un proceso creativo más que mecánico**, pues es significativa la influencia de la experiencia y habilidades individuales. Por otro lado, la calidad del producto, sea cual fuere el proceso utilizado, también se ve afectada por factores externos, como la novedad de una aplicación o la presión comercial para sacar un producto rápidamente.

Modelos de calidad de software

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes modelos para evaluar la calidad del software, que intentan descomponer la calidad en una categoría de características más sencillas. Entre ellos puede mencionarse el de McCall, Evans y Marciniak, Deutch y Willis, FURPS, entre otros (7).



Un hito en la definición de estándares de calidad de producto software, lo constituye la publicación del ISO 9126 en el año 1991. Luego, en el año 2001, este estándar fue reemplazado por dos estándares relacionados: el ISO/IEC 9126, que especifica características y métricas de la calidad del software; y el estándar ISO/IEC 14598, que especifica la evaluación de productos de software (16).

El estándar ISO/IEC 9126 se compone de cuatro partes: **modelo de calidad** (17), **métricas externas** (18), **métricas internas** (19) y **métricas para la calidad en uso** (20). Propone un modelo de calidad categorizando la calidad de los atributos software en seis características (funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad), las cuales son subdivididas en subcaracterísticas. La calidad de uso es definida como “la capacidad del software que posibilita la obtención de objetivos específicos con efectividad, productividad, satisfacción y seguridad” (21).

El modelo más actual está representado por las normas ISO 25000:2005, conocidas con el nombre de SQuaRE (Software Quality Requirements and Evaluation), basada en ISO 9126 y en ISO 14598. Se desagrega en 5 tópicos:

- 1- Gestión de la Calidad (2500n)
- 2- Modelo de Calidad (2501n)
- 3- Medidas de Calidad (2502n)
- 4- Requerimientos de Calidad (2503n)
- 5- Evaluación de la Calidad (2504n) (7)

La especificación de requisitos de calidad y la evaluación de productos software son dos procesos que por su inherente complejidad pueden beneficiarse del proceso que regule su realización. Sin embargo, y como señala el estándar SQuaRE, es importante que sus objetivos estén alineados. Por ello, la creación de una norma que regule su realización puede ser muy beneficiosa, en cuanto a la consistencia de los resultados obtenidos (21).



Otro aspecto destacable de SQuaRE es la incorporación de una normalización de la terminología. Considera la Metrología como la ciencia de la medida y la necesidad de amoldar los conceptos usados en Ingeniería del Software a los utilizados en otras disciplinas que hacen uso de la medición (22).

Métricas y Medición

Como lo señala Pressman en (9), la medición es un elemento clave en cualquier proceso de ingeniería. Las medidas se emplean para comprender mejor los atributos de los modelos que se crean y evaluar la calidad de los productos de la ingeniería. Por las características inherentes al software, sus medidas y métricas son indirectas y, por lo tanto, expuestas al debate.

Una **métrica** contiene la definición de un método de medición o un método de cálculo y la escala asociada. El **método de medición** es la secuencia lógica particular de operaciones y posibles heurísticas, especificada para permitir la realización de la descripción de una métrica por una actividad de medición. Por otro lado, la **escala** se define como un conjunto de valores con propiedades definidas. La propiedad más importante de una escala es su tipo, considerando que puede ser categórica o numérica. A su vez, dependiendo de la naturaleza de la relación entre los componentes de la escala, pueden clasificarse en: nominal, ordinal, intervalo, proporción o absoluta. El tipo de escala de los valores medidos define las transformaciones admisibles y afecta las operaciones matemáticas y estadísticas que pueden ser aplicadas.

Las métricas pueden ser *directas*, sobre las que puede aplicarse un método de medición (objetivo o subjetivo); o *indirectas*, que son aquellas definidas en función de otras métricas y se calculan en base al método de cálculo asociado, es decir en base a una fórmula.



1.3.2.2. Calidad en Aplicaciones Web

Los avances en Internet han conducido a un desarrollo impactante de sistemas y aplicaciones basadas en la Web, suceso que se presenta como el más significativo en la historia de la Computación. Muchas de las nuevas tecnologías y estándares de la Web han surgido en los últimos años para mejorar el apoyo a nuevas aplicaciones Web: XML, servicios Web, Web semántica, técnicas de personalización de la Web, minería Web, inteligencia, contextaware y móviles y servicios Web.

Tal como lo expone Pressman en (9), las aplicaciones web son diferentes de otras categorías de software; son eminentemente de red, las gobiernan los datos y se encuentran en evolución continua. La inmediatez dirige su desarrollo, la seguridad es un requisito prioritario y la demanda de estética, así como la entrega de contenido funcional, son factores diferenciales adicionales.

El estudio de la calidad de productos y procesos de desarrollo para la Web es muy reciente y todavía no se dispone de métodos de evaluación ampliamente difundidos para este tipo de entorno, por lo tanto, existe la necesidad de metodologías efectivas para la obtención de aplicaciones Web de calidad.

En (9), Pressman indica que **la Ingeniería Web surge debido a la necesidad de lograr enfoques disciplinados y nuevos métodos y herramientas para desarrollar, desplegar y evaluar los sistemas y aplicaciones basados en la Web**. Estos enfoques y técnicas deben considerar las particularidades del nuevo medio, el contexto y los escenarios operativos y, principalmente, la diversidad de perfiles de usuarios que constituyen desafíos adicionales al desarrollo de aplicaciones Web.

Surge entonces la pregunta ¿Cómo se mide la calidad del software para la web? Cuya respuesta inmediata podría decirse que es: en modo general, con los mismos modelos que para el software tradicional. No obstante, hay características que son



más relevantes en este contexto, como por ejemplo, la facilidad de uso, funcionalidad, confiabilidad, eficiencia y facilidad de mantenimiento.

Volviendo entonces a la norma ISO/IEC 9126 “Ingeniería de Software – Calidad de Producto”, referenciada en (17) (18) (19) y (20), podemos mencionar que esta es un estándar internacional que ha sido la base de los trabajos de McCall (10) y Bohem en (20) y (21). En ambos trabajos se definen a la calidad como un conjunto de elementos organizados jerárquicamente, presentados en la Fig. 6.

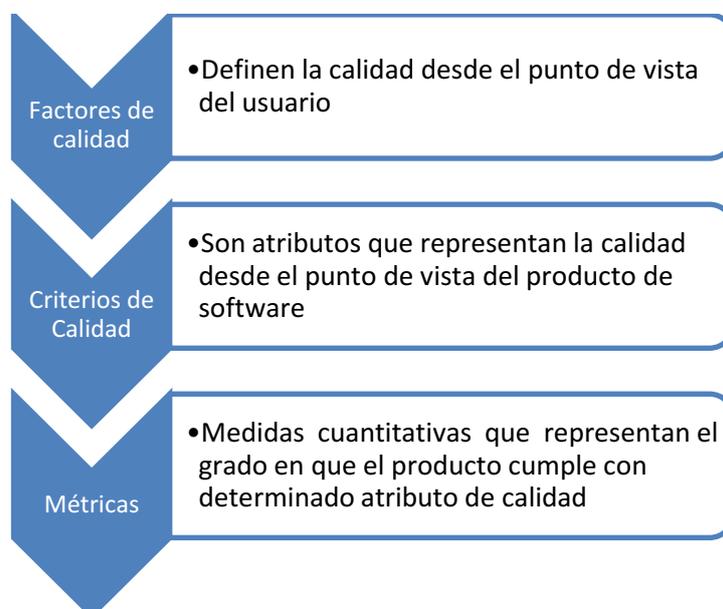


Fig. 6 – Jerarquía según norma ISO/IEC 9126
Fuente: elaboración propia

Esta norma propone un modelo de calidad que se divide en tres vistas: *interior*, *exterior* y *en uso*; las mismas están compuestas por características que se dividen en sub características, las que a su vez, se componen de atributos. Los valores de los atributos se obtienen tras realizar mediciones sobre el software. Por otro lado, las mediciones dan como resultado una serie de métricas que se pueden clasificar en tres categorías según sea su naturaleza:

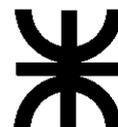
- Métricas básicas, que se obtienen directamente del análisis del código o la ejecución del software.



- Métricas de agregación, que consisten en la composición de una métrica a partir de un conjunto definido de métricas básicas, generalmente mediante una suma ponderada.
- Métricas derivadas, que consisten en una función matemática que utiliza como entrada el valor de otras métricas.

Es así como, teniendo en cuenta la jerarquía presentada y el modelo de calidad de la ISO/IEC 9126, en (23) se propone un modelo de calidad adecuado a la evaluación de calidad en aplicaciones Web, con métricas acordes a este entorno y atributos definidos para medirse desde el punto de vista del usuario final. Es así como el mencionado modelo incorpora 3 métricas:

- **Usabilidad**, se considera la evaluación de Usabilidad porque todo sitio Web debe ser un producto atractivo, entendible y fácil de utilizar para los usuarios del mismo, con dificultad mínima de uso. Los criterios de calidad a evaluar son: Facilidad de aprendizaje, Consistencia, Recuperabilidad, Retención en el tiempo y Flexibilidad.
- **Confiabilidad**, cuyos criterios de calidad son: Frecuencia y severidad de las fallas, Exactitud de las salidas, Capacidad de recuperación ante fallas y Seguridad en el acceso.
- **Funcionalidad**, cuyos criterios de calidad son: Adecuación, Cumplimiento, Confiabilidad.



Capítulo 2 - PROYECTOS DE E-LEARNING

En este capítulo se expondrán los principales conceptos relacionados a los términos utilizados por los especialistas sobre proyectos de e-learning para indicar su alcance y los lineamientos que rigen a los mismos, quienes intervienen y de qué manera y, cómo son las plataformas de e-learning.





2.1 - Consideraciones generales en un proyecto de e-learning

De acuerdo a la propuesta de Badrul Khan en (24), un escenario de e-learning debe considerar ocho aspectos o ejes: diseño pedagógico, diseño tecnológico, diseño institucional, diseño de la interfaz, evaluación, gerencia/administración, recursos de soporte y, ética de uso.

De este modo, *el e-learning* no se trata solamente de tomar un curso y colocarlo en un ordenador, *se trata de una combinación de recursos, interactividad, apoyo y actividades de aprendizaje estructuradas que habrán de satisfacer un determinado propósito organizacional o institucional*. La Fig. 7 muestra este concepto desarrollado por el Prof. Badrul Khan.

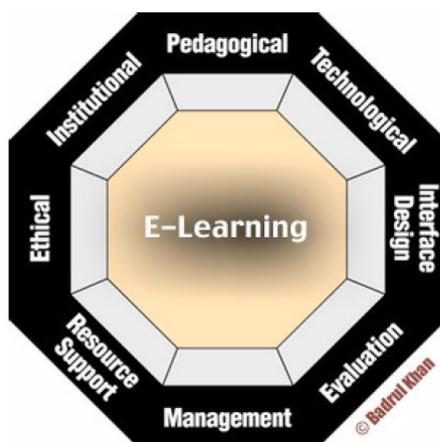


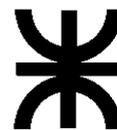
Fig. 7 – Un marco para e-learning

La propuesta de tal marco de trabajo (framework) ayuda a pensar o considerar cada aspecto que se atraviesa o realiza durante el proceso de diseño del proyecto de e-learning, a continuación se detalla cada uno de tales aspectos:

1. Pedagógico (Pedagogical). La dimensión **pedagógica** de e-learning se refiere a la enseñanza y el aprendizaje. Se ocupa de cuestiones relativas a análisis de contenido, análisis de audiencias, meta análisis, los medios de comunicación el análisis, diseño, organización y métodos y estrategias de e-aprendizaje.



2. Tecnológico (Technological). La dimensión **tecnológica** examina cuestiones de infraestructura de la tecnología en entornos de e-learning. Esto incluye la planificación de la infraestructura, hardware y software.
3. Institucional (Institutional). La dimensión **institucional** se ocupa de cuestiones de asuntos administrativos, académicos y de estudiantes relacionados con los servicios de e-learning.
4. Diseño de la interfaz (Interface design). El **diseño de la interfaz** se refiere al estilo y la sensación general de los programas de e-learning. Abarca la página y el diseño del sitio, diseño de contenidos, navegación y pruebas de usefulness (utilidad+usabilidad).
5. Evaluación (Evaluation). La **evaluación** para el aprendizaje electrónico incluye tanto la evaluación de los alumnos como la evaluación de la instrucción y el ambiente de aprendizaje.
6. Gestión/Administración (Management). La **gestión** del e-learning se refiere al mantenimiento de entorno de aprendizaje y la distribución de la información.
7. Recursos de soporte (Resource support). Los **recursos de soporte** se refieren al soporte en línea y los recursos necesarios para fomentar ambientes de aprendizaje significativo.
8. Ética de uso (Ethical). Las consideraciones **éticas** del aprendizaje electrónico se refieren a la influencia social y política, la diversidad cultural, el prejuicio, la diversidad, los alumnos, la accesibilidad de la información, el protocolo, y las cuestiones jurídicas.



La mirada Sistémica

Considerando estos aspectos o ejes propuestos por el Prof. Badrul Khan y, a su vez, intentando desarrollar una mirada sistémica bajo los conceptos previamente introducidos, se propone la siguiente afirmación: **la calidad en el desarrollo de un proyecto de e-learning toma en consideración tres dimensiones, aspectos o enfoques intrínsecos y complementarios a la vez**, a saber:

- **Aspectos Organizacionales.** Donde se contemplan los objetivos de la organización respecto a la implementación del e-learning y los impactos que se pretenden lograr con el mismo. Desde este enfoque, la calidad como tal se evalúa considerando la experiencia formativa completa, es decir desde el inicio del curso (planificación, objetivos), pasando por el dictado del curso (materiales, puesta en marcha, seguimiento) y, finalmente, la evaluación del dictado (incluyendo el resultado del curso). Relacionando con la propuesta de Khan, aquí se incluirían los ejes relacionados al diseño institucional, la gerencia, la evaluación y la ética de uso.
- **Aspectos Educativos** (de Formación o Académicos). Se refieren a cuestiones relativas al modelo pedagógico/andragológico de cada curso, los contenidos (que deberían ser interactivos, actualizados y prácticos), la atención tutorial (si existiere) y, la correcta identificación y categorización del perfil al *que va dirigido* el curso de formación. Aquí, se evaluará la calidad de los materiales, las actividades y otros recursos formativos, es decir los referidos al diseño pedagógico/andragológico⁷. Relacionando con la propuesta del Prof. B. Khan, se relaciona con los ejes denominados: diseño pedagógico y evaluación.

⁷ La **Andragogía** (del griego άνήρ "hombre" y άγωγή "guía" o "conducción") es el conjunto de técnicas de enseñanza orientadas a educar personas adultas, en contraposición de la pedagogía, que es la enseñanza orientada a los niños



- **Aspectos Técnicos/Tecnológicos.** Se refiere a los atributos de calidad que caracterizan a la plataforma de e-learning, es decir que la plataforma sea adecuada y posea herramientas que faciliten la comunicación y se adapten a los contenidos y objetivos educativos. Dicho de otro modo, se deben cubrir las necesidades o requerimientos perseguidos por el curso desde el punto de vista tecnológico, es decir que se analizan los ejes referidos al diseño tecnológico, diseño de la interfaz y el soporte.

La Fig. 8 muestra una representación gráfica a modo resumen de estos aspectos que hacen a la calidad en proyectos de e-learning.

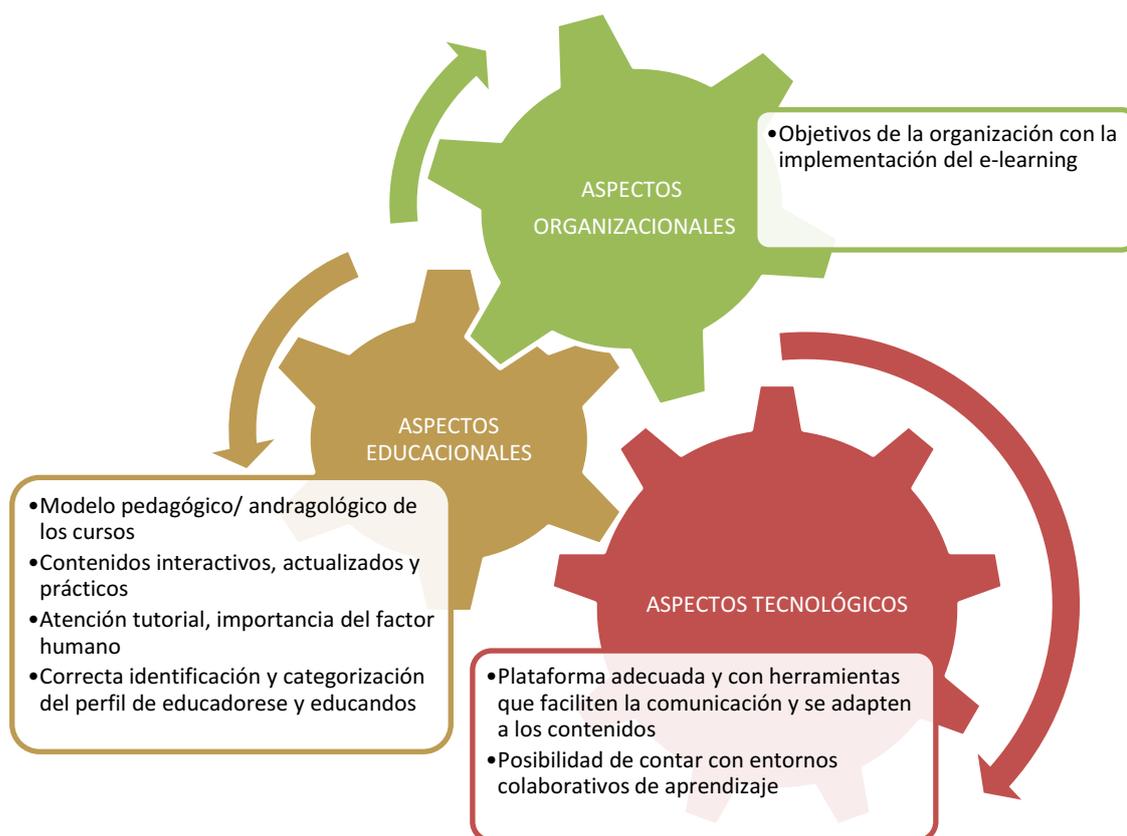


Fig. 8 – Calidad en un proyecto de e-learning

Fuente: elaboración propia



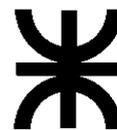
Stakeholders en un proyecto de e-learning

De acuerdo a cada aspecto referenciado en un proyecto de e-learning participan diferentes Stakeholders, aunque cada uno tiene intereses particulares en la implementación del sistema. En la Tabla 1 se muestra un resumen de los Stakeholders involucrados en los proyectos de e-learning.

ASPECTOS	STAKEHOLDERS INVOLUCRADOS
1. ORGANIZACIONALES	<ul style="list-style-type: none"> • Administradores del proyecto de formación, encargados de ajustar el proyecto a los objetivos de formación impuestas por la organización, para la cumplimentación del denominado <i>aspecto organizacional</i>.
2. EDUCACIONALES	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinador de capacitación/formación, es el encargado de guiar a los formadores para cumplimentar los objetivos de cada curso de capacitación/formación. Se encargan de guiar el proceso completo relacionado con los objetivos de capacitación/formación para la cumplimentación del denominado <i>aspecto educacional</i> • Diseñadores instruccionales/de contenidos, son quienes utilizan los contenidos para estructurar los cursos de acuerdo los objetivos de cada uno, incorporando herramientas de autor y otros elementos de acuerdo al público objetivo (alumnos). • Profesores/formadores/Instructores, que utilizan los contenidos para complementar su material de clase. • Alumnos, que acceden a la herramienta para desarrollar sus tareas o completar sus conocimientos
3. TÉCNICOS/TECNOLÓGICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes técnicos, son quienes tienen la expertise de la plataforma e-learning propiamente dicha y sirven de guía para cumplimentar los objetivos del denominado <i>aspecto tecnológico</i>. • Programadores/ Implementadores, encargados de realizar las adaptaciones y demás ajustes que se consideran necesarios en la plataforma propiamente dicha, a nivel de código.

Tabla 1 – Stakeholders involucrados en los proyectos de e-learning

Fuente: elaboración propia



2.2 - Plataforma de e-learning: LMS y LCMS

Como se mencionó en el capítulo introductorio, para *gestionar un sistema de e-learning es necesaria una plataforma* que permita monitorizar y controlar el proceso de formación, produciendo repositorios de gestión y control para los involucrados (principalmente para el formador, formando y para el gestor del sistema).

El mercado actual de las plataformas de gestión del aprendizaje se caracteriza por su fragmentación ya que actualmente existe una *multitud de plataformas de e-learning*. La oferta implica que cada plataforma posea unas características que a su vez se configuran como un valor añadido para que los responsables de la formación opten por la utilización de una u otra. Ahora bien, independientemente de sus características, toda plataforma de e-learning posee la ***misión de actuar como un entorno adecuado para aplicar y reforzar técnicas de aprendizaje cooperativo, usando eficientemente todos los recursos tecnológicos disponibles.***

De las tecnologías disponibles, las más relevantes para el e-learning están relacionadas a la autoría de cursos y sistemas de gestión del aprendizaje, estos son los llamados **Sistemas de Administración/Gestión de Aprendizaje**, o **Learning Management Systems (LMS)** por sus siglas en inglés y, los sistemas que permiten administrar los contenidos de los mismos, es decir los denominados **Sistemas de Administración de Contenidos de Aprendizaje** o **Learning Content Management Systems (LCMS)**, según sus siglas en inglés.

A los efectos de pensar en herramientas para la gestión de un sistema de e-learning, se podría decir que un LCMS es lo mismo que un LMS pero con la particularidad de que estos últimos contienen Sistemas de Administración de Contenidos o Content Management System por sus siglas en inglés (CMS) y, en consecuencia, pueden administrar todos los contenidos del sistema; en resumen, es



como tener un CMS dentro del LMS. Mientras que en el LMS sólo podemos agregar contenidos para compartir por ejemplo en la clase, con el LCMS podemos cambiar la forma de visualización de nuestro LMS, cambiándole los contenidos como menús submenús, agregar opciones a la plantilla principal y demás cosas que hacemos utilizando un CMS (como por ejemplo con joomla, drupal, wordpress, snews, viccolo, plone, entre otros) pero para nuestro LMS.

Según la investigación realizada en 2013 por el Grupo GEIPITE (Grupo de Estudio en Investigación y Prácticas sobre la Influencia de las TIC en Educación) en el Congreso Virtual Mundial de e-Learning (25), **un LMS es un software** instalado generalmente en un servidor web (puede instalarse en una intranet) **que se emplea para crear, aprobar, administrar, almacenar, distribuir y gestionar las actividades de formación virtual** (aunque también puede utilizarse como complemento de clases presenciales o para el aprendizaje a distancia). Un LMS se centra en gestionar contenidos creados por una gran variedad de fuentes diferentes mientras que la labor de *crear los contenidos para los cursos es desarrollada mediante un LCMS (Learning Content Management System)*.

Es así como los LCMS han sido creados con el fin de dar respuesta a las características para las llamadas aulas virtuales en actividades de enseñanza y aprendizaje y, es por ello que también son llamados plataformas de aprendizaje. Convirtiéndose en un repositorio tanto de los contenidos, instrucciones, materiales diversos y productos, como de las interacciones entre los actores educativos. De esta manera es posible afirmar que este software, utilizado para dar instrucciones y construir nuevos espacios educativos, permite recurrir a diversas herramientas que nos facilitan la comunicación, los intercambios y la colaboración. No obstante, la comunicación se fortalece entre estudiantes y tutores de manera sincrónica o asincrónica.



2.3 - Aspectos a evaluar en las Plataformas e-learning

Una **plataforma de e-learning** es una aplicación de software, donde es caracterizada principalmente por:

1. las funcionalidades o herramientas que presenta,
2. la disponibilidad de idiomas en la plataforma,
3. la disponibilidad en términos de su uso (licencia) y,
4. el cumplimiento de los estándares de reutilización de objetos.

Funcionalidades o herramientas

La potencialidad de una plataforma de e-learning también se ve reflejada a través de las herramientas que contiene a disposición.

En la Fig. 9 se muestra un resumen de tales funcionalidades o herramientas.



Fig. 9 – Herramientas de las plataformas e-learning
Fuente: elaboración propia



Disponibilidad de idiomas en la plataforma

El idioma (mono lenguaje) y/o los idiomas (multilenguaje) en el que se distribuye la plataforma puede ser en muchos casos una debilidad para la implementación de la misma. Si bien este pareciera no ser un factor crítico, siempre dependerá de los objetivos del proyecto e-learning.

Términos de uso

Respecto a la disponibilidad en términos de su uso (licencia), actualmente se pueden encontrar:

- Las de uso **COMERCIAL**, que son de uso licenciado, es decir que para su uso hay que abonar a alguna empresa, ya sea la que desarrolló el sistema o la que lo distribuye. Son sistemas generalmente robustos y bastante documentados, con diversas funcionalidades que pueden expandirse de acuerdo con las necesidades y el presupuesto del proyecto. Es decir que, cuanto más completo sea el paquete que abone, más servicios recibirá a cambio, como por ejemplo una mesa de ayuda online durante un determinado tiempo. Entre las más conocidas se encuentran WebCT, Blackboard, OSMedia, Saba, eCollege, Fronter, SidWeb, e-ducativa y Catedr@, entre otras.
- Las denominadas **SOFTWARE LIBRE**, surgieron como una alternativa para hacer más económico un proyecto de formación en línea. Estos generalmente están desarrollados por instituciones educativas o por personas que están vinculadas al sector educativo. Algunas de estas plataformas son de tipo "Open Source" (de código abierto), lo que establece que son de libre acceso, permitiendo que el usuario sea autónomo para manipular ese software, es decir, que una vez obtenido se pueda usar, estudiar, cambiar y redistribuir libremente. Es variada la gama de funcionalidades que ofrecen cada una de estas plataformas. Hay algunas que



pueden equipararse o superar a las comerciales, mientras que otras sólo cuentan con funcionalidades básicas. Entre las más usadas están ILLI, Whiteboard, KanataLV, Moodle, Dokeos, Claroline, ATutor, Docebo, .LRN, Sakai, Ganesha, openelms, eFront, ILIAS, OLAT

- Las de **DESARROLLO PROPIO**, están referidas a plataformas que no están dirigidas a la comercialización, ni persigue un objetivo económico como las comerciales y tampoco están pensadas en una distribución masiva como las libres. Su principal objetivo es responder a situaciones educativas específicas o desatendidas por las plataformas existentes. Este tipo de plataforma se desarrolla en instituciones o grupos de investigación usualmente para dar respuesta a un determinado tema, independizándose de otras empresas en cuanto a la planificación, diseño, creación o modificación.
- Asimismo, existen incipientes herramientas que se encuentran **EN LA NUBE** y si bien no son plataformas LMS propiamente dichas (debido a la utilidad que presentan para un sistema e-learning), bien pudieran ser consideradas como tales. Tal es el caso de: Udacity, Coursera, Udemy, edX, Ecaths, Wiziq y Edmodo, entre las más populares; cuya mayor utilidad es la de permitir el apoyo a la clase presencial y el desarrollo de los tan populares MOOC.

Cumplimiento de estándares de reutilización

Este criterio se enfoca en cumplir determinados estándares tal que sea posible compartir, comunicar o desarrollar modelos y sistemas, con la finalidad de lograr la interoperabilidad entre los diversos componentes.



Los estándares en e-Learning favorecen la reutilización de contenidos con independencia de la plataforma Software sobre la que se soporte, evitando así la dependencia de un fabricante concreto.

Tal estandarización se refiere a cumplimentar distintos niveles o momentos, a saber:

- *cuando los recursos son creados*: deben considerarse tecnologías, políticas y formatos compatibles con lo común en el sector;
- *cuando esos recursos son incluidos en un repositorio y deben ser descritos*: deben utilizarse esquemas que aseguren su fácil localización y compatibilidad con otros sistemas de metadatos;
- *cuando esos recursos sean utilizados y deban incorporarse a diferentes servicios, repositorios, plataformas y aplicaciones en un contexto dado*; y,
- *cuando los sistemas involucrados en un entorno deban interoperar con otros* para cumplir sus funciones o ampliar sus capacidades.

Se promueve entonces el cumplimiento de estándares que miden la capacidad de una gran plataforma para utilizar cursos realizados por terceros. Dicha reutilización debe ser entendida de forma amplia cubriendo los siguientes aspectos:

- Poder mover contenidos de aprendizaje de un LMS a otro.
- Poder reutilizar parte de los contenidos de un curso en otros cursos.
- Poder acceder y utilizar repositorios de contenidos de aprendizaje, algo así como una biblioteca de contenidos remota.

Las organizaciones más importantes que hoy día que están trabajando en el ámbito e-Learning son:

- **AVIATION INDUSTRY CBT COMMITTEE (AICC)**⁸: es una asociación internacional de profesionales de la formación basada en medios tecnológicos (CBT, Computer

⁸ Fuente: <http://www.aicc.org>



Based Training). Esta organización elabora guías para la industria de la aviación en el desarrollo, entrega y evaluación de tecnologías aplicadas a la formación. Sus objetivos son conseguir una formación más rentable, eficiente y sostenible. De entre todas sus recomendaciones, la guía CMI (Computer-Managed Instruction) es la que ha tenido más impacto.

- **IMS GLOBAL CONSORTIUM⁹**: organización internacional sin fines de lucro que desarrolla y promueve la adopción de especificaciones técnicas abiertas para conseguir tecnologías de aprendizaje interoperables. Entre sus miembros se encuentran agencias gubernamentales, fabricantes de hardware y software, instituciones educativas, integradores de sistemas, proveedores de contenidos multimedia, etc. Uno de los puntos en los que se centra IMS es en la especificación basada en XML (eXtensible Markup Language) aplicada a cursos, lecciones, evaluaciones, estudiantes y grupos. Las especificaciones de IMS más conocidas son IMS Meta-data, IMS Content Packaging y IMS QTI (Question and Test Interchange)
- **INSTITUTE FOR ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (IEEE LTSC)¹⁰**: organización internacional que desarrolla estándares técnicos y recomendaciones para sistemas eléctricos, electrónicos, informáticos y de comunicaciones. Dentro de ella, el **comité LTSC** se centra en el ámbito de las tecnologías de aprendizaje. La especificación más ampliamente reconocida elaborado por IEEE LTSC es LOM (Learning Object Metadata), la cual define grupos de elementos y elementos que describen a los recursos de aprendizaje. Tanto IMS como ADL han adoptado LOM dentro de sus especificaciones.

⁹ Fuente: <http://www.imsglobal.org>

¹⁰ Fuente: <http://ieeeltsc.org/>



ADVANCED DISTRIBUTED LEARNING (ADL)¹¹: es una iniciativa creada por el gobierno de Estados Unidos que investiga y desarrolla especificaciones para fomentar el avance del e-Learning. ADL emplea el esfuerzo colaborativo de sectores públicos y privados para desarrollar estándares, herramientas y contenidos de aprendizaje de calidad. La visión de ADL es permitir el acceso a materiales de formación de alta calidad adaptado a las necesidades individuales y que sean fácilmente accesibles. La especificación más ampliamente aceptada de ADL es **SCORM (Shareable Content Object Referente Model)**, una característica importante a destacar de éste es que combina elementos de las especificaciones aportadas por las tres organizaciones anteriores (AICC, IMS e IEEE).

Hay que destacar que las tres principales áreas en las que trabajan todas las especificaciones anteriores y las organizaciones que la soportan son:

- el empaquetado de contenidos formativos, es decir, cómo agrupar los recursos en un formato manejable.
- Los metadatos o cómo describir de una manera consistente los contenidos de aprendizaje. El propósito y utilidad de los metadatos es dotar a los contenidos de una información rica que permita encontrar, ensamblar y entregar el contenido de aprendizaje adecuado a cada público objetivo y en cada proceso de enseñanza-aprendizaje concreto.
- La Interfaz de comunicación o API (Application Program Interface, en inglés), que define cómo los recursos de aprendizaje se comunican con la plataforma para intercambiar información dinámicamente como, por ejemplo, para indicar que un alumno ha completado un tema o la nota obtenida en la realización de un ejercicio. Sólo los estándares promovidos por AICC y ADL hacen referencia a este interfaz de comunicación.

¹¹ Fuente: <http://www.adlnet.gov>



También es importante destacar que la interfaz de comunicación o API afecta tanto a las plataformas LMS como a los contenidos dado que es quién define la forma en que se comunican ambos elementos.

SCORM se ha convertido en un estándar "de facto", es decir, que si bien no ha sido acreditado por organismos internacionales ha sido adoptado por una masa crítica de organizaciones. SCORM no es una aplicación Software ni tampoco trata la calidad de los contenidos, sino de las características necesarias para que el contenido pueda ser reutilizado dentro de un entorno técnico para el Aprendizaje Basado en Web (WBT, Web-based Training por sus siglas en inglés). Dicho de otra manera, SCORM corresponde a un conjunto de especificaciones que describen: a) cómo crear contenidos e-learning basados en Web que se puedan importar en plataformas e-learning que cumplan SCORM y, que se pueda realizar un seguimiento de dichos contenidos; b) qué tiene que cumplir un LMS con el objeto de poder importar y realizar seguimiento de un contenido que cumpla SCORM. Ahora bien, para conseguir dichos objetivos, SCORM se centra en dos aspectos fundamentales que afectan a los objetos de aprendizaje¹²:

- Content Aggregation Model o Modelo de Agrupación de Contenidos: que se centra en identificar las unidades de contenidos básicas (como puede ser un archivo de video, un archivo Flash, una imagen JPG, un archivo HTML, archivos de texto, etc) y la manera en que se agrupan hasta obtener una estructura completa de un tema, una unidad didáctica o un curso completo.
- Run-time Environment o Entorno de Ejecución: que se centra en definir cómo los contenidos se comunican con la plataforma LMS de forma que no dependa de un fabricante concreto o de la manera en que se hayan generado esos contenidos.

¹² Un **Objeto de aprendizaje** es "una colección de contenidos, ejercicios, y evaluaciones que son combinados sobre la base de un objetivo de aprendizaje simple". El término es acreditado a Wayne Hodgins.



En la Tabla 2 se muestra un resumen de los principales aspectos que son considerados al evaluar las plataformas de e-learning.

ASPECTOS	DETALLES
FUNCIONALIDADES Y/O HERRAMIENTAS	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas Pedagógicas / Andragógicas • Herramientas de comunicación • Herramientas de Autor • Herramientas de Gestión • Herramientas de Administración
LA DISPONIBILIDAD DE IDIOMAS EN LA PLATAFORMA	<ul style="list-style-type: none"> • Mono lenguaje. • Multilenguaje
ACCESO PARA SU USO (LICENCIA / TÉRMINOS DE USO)	<ul style="list-style-type: none"> • Comercial • Open Source • Propietarios • En la NUBE (incipiente)
CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES DE REUTILIZACIÓN DE OBJETOS	<ul style="list-style-type: none"> • AICC • IMS • IEEE • ADL SCORM

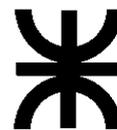
Tabla 2 – Características de las plataformas e-learning
Fuente: elaboración propia

2.4 - Beneficios generales de un LMS

Un LMS eficiente y correctamente utilizado presentará una serie de ventajas, para los diferentes Stakeholders. A continuación se presentan algunos de los principales beneficios, clasificándolos de acuerdo a los aspectos en los que se encuentran involucrados:

1. ASPECTOS ORGANIZACIONALES

- **Organización:** En los casos en los que se gestionen grandes volúmenes de usuarios, un LMS permite tener bajo control gran parte del trabajo administrativo necesario. Un buen sistema permitirá, en cada punto del proceso online, realizar las tareas de organización necesarias, de forma centralizada, algunos ejemplos de dichas tareas

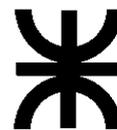


son: gestión de altas y bajas de alumnos, creación de grupos de trabajo, organización de aulas, establecer calendarios y recordatorios para las tareas y los plazos de entrega de cada curso, realizar la recepción de las pruebas de forma online, e incluso, en algunos casos, validar dichas pruebas de forma automática, según el tipo de evaluación estipulada para cada ejercicio a entregar por los alumnos, entre otros.

- **Obligaciones legales:** La mayoría de organizaciones están obligadas a cumplir con ciertos requisitos legales y reglamentarios a la hora de llevar a cabo sus formaciones. Un LMS puede ayudar en ello, ya que puede ser usado para rastrear eficazmente los resultados y los tiempos necesarios para los requisitos que se deben actualizar o presentar a los organismos que lo requieran.

2. ASPECTOS EDUCACIONALES

- **Seguimiento:** Un LMS permite realizar un seguimiento de las acciones realizadas por los diferentes agentes que intervienen en una acción formativa o entorno virtual de aprendizaje. Esto puede ser muy útil en la medición de los resultados de los estudiantes y su evolución, pues mediante el seguimiento del progreso se pueden detectar las áreas que necesitan ser reforzadas para mejora y, en el mejor de los casos, el estudiante sentirá que tiene un mayor control de su aprendizaje y puede inspirarse a seguir mejorando. Los sistemas de seguimiento y presentación de informes en este tipo de sistemas han ido mejorando con el paso de los años.
- **Evaluación continua:** Dada la capacidad de manipulación multiusuario, muchos usuarios puedan ser evaluados antes de comenzar un curso, durante su aprendizaje y tras la finalización de la acción formativa. Esta información proporcionada por el LMS también puede ser útil, no sólo para ver el progreso de

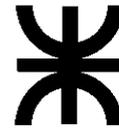


cada alumno, sino también para evaluar la eficacia de los programas de formación que la empresa u organización educativa ofrece.

- **Flexibilidad:** En la mayoría de LMS los módulos formativos se pueden adaptar u ordenar para satisfacer diferentes necesidades de la organización o entidad que ofrece los cursos. Por otro lado, para el estudiante, dicha flexibilidad le permite poder llevar su propio ritmo en la evolución de su aprendizaje.
- **Efectividad:** Con toda la información del curso al alcance de los estudiantes, un LMS hace que el hecho de aprender pueda resultar más efectivo, a la vez que pautado. Tener acceso a los calendarios y recordatorios fechados es sumamente útil para los estudiantes.

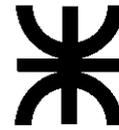
3. ASPECTOS TÉCNICOS/TECNOLÓGICOS

- **Control de funcionalidades:** Los administradores de un LMS poseen control total sobre el formato de su aula virtual. Así mismo, en general, los LMS incluso permiten a los estudiantes poder personalizar sus opciones a la hora de visualizar su entorno de aprendizaje dentro de cada curso, de hecho actualmente son altamente personalizables.
- **Estadísticas e información de cursos y estudiantes.** Todas las plataformas contemplan una serie de estadísticas e información, tanto de los cursos como de los estudiantes, referidas a cada acción ejecutada por los usuarios.
- **Mecanismos de autoevaluación.** Los LMS ofrecen mecanismos de autoevaluación para específicamente los estudiantes, permitiéndoles evaluar su progreso. Este ítem está relacionado con la Evaluación continua marcada en el “aspecto educacional”.
- **Sistema de registro.** Este ítem está relacionado con la **Seguimiento** marcada en el “aspecto educacional” pues las plataformas registran cada una de las acciones



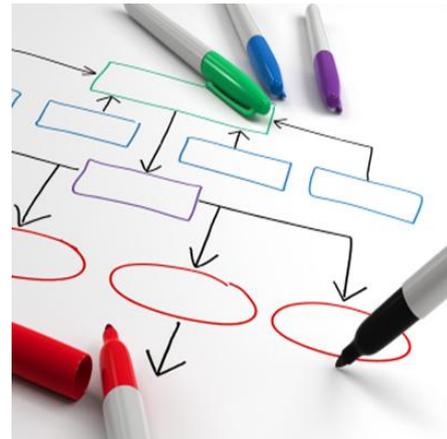
realizadas por los diferentes agentes que intervienen en una acción formativa o entorno virtual de aprendizaje.

- **Catálogo de cursos.** Se refiere al conjunto de cursos que contiene el LMS y se pone a disposición para la oferta educativa.



Capítulo 3 - IMPLEMENTACIÓN DE PLATAFORMAS E-LEARNING

Una vez establecidos los objetivos para los cuales se pretende implementar una plataforma e-learning (Aspectos organizacionales) y se selecciona la misma considerando los Aspectos Educativos (de Formación o Académicos), comienza el proceso para la personalización e implementación de la plataforma de e-learning (Aspectos Técnicos/Tecnológicos)



Este capítulo se focaliza en exponer los ítems relativos a los **Aspectos Técnicos/Tecnológicos** que resultan fundamentales para el éxito del proyecto e-learning.



3.1 - Etapas de la implementación

Seleccionada la plataforma comienza el proceso para la personalización e implementación de la plataforma de e-learning. Dichas etapas del proceso pueden resumirse en Análisis, Diseño/Desarrollo, Implementación y Mantenimiento; la Fig. 10 muestra un resumen de este detalle:

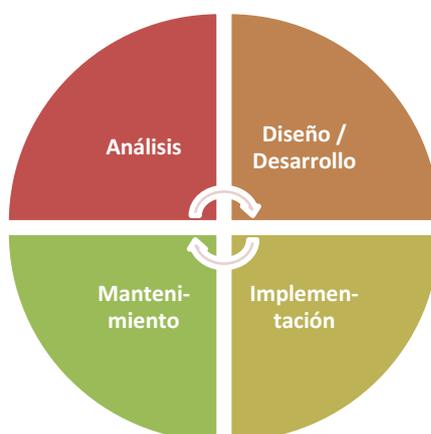
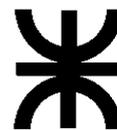


Fig. 10 – Etapas de la implementación de una plataforma e-learning
Fuente: elaboración propia

A continuación se detalla en forma resumida de qué se trata cada una de ellas:

- **Análisis:** en las que se identifican las necesidades a cubrir y se acuerdan los parámetros de diseño y funcionalidades que deben ser configuradas/habilitadas en la plataforma. Es decir que se debe validar que la plataforma sea adecuada y posea herramientas que faciliten la comunicación y se adapten a los contenidos y objetivos educativos.
- **Diseño/Desarrollo:** Esta etapa dependerá de la licencia de uso (comercial o libre), se puede contemplar desde el esbozo del diseño visual de la plataforma y la disposición de los diferentes módulos para que luego de ser aprobado tal diseño se



pasa a la fase de programación o configuración, en la que se aplican las hojas de estilo para establecer el diseño final de la plataforma. Dicho de otro modo, se deben cubrir las necesidades o requerimientos perseguidos por el curso desde el punto de vista tecnológico, es decir que se analizan los ejes referidos al diseño tecnológico, diseño de la interfaz y el soporte.

- **Implementación:** La plataforma se configura en el servidor y una vez superada la fase de pruebas, se establece la versión final. Normalmente en esta fase se incluye la formación al cliente para el manejo adecuado de la plataforma. A partir de aquí se puede acordar un servicio técnico de **Mantenimiento** para ayudar en las incidencias, solucionar problemas, importar nuevos cursos o desarrollar nuevas funcionalidades.

Requerimientos técnicos y tecnológicos

Independientemente del tipo de plataforma (comercial o libre), toda plataforma en línea tiene ciertos requerimientos técnicos y tecnológicos para que al ser implementada funcione óptimamente. Según Claudio Clarenc en (25), los aspectos a ser tomados en cuenta tienen que ver con las algunas de las siguientes características:

- **Ancho de banda (BandWidth):** consumo total de la plataforma teniendo en cuenta la descarga y visualización de contenidos (desde la navegación hasta la bajada de un documento). Suele medirse mensualmente.
- **Tipo y capacidad del servidor:** Consiste en el conjunto de servidores dentro de la organización o la contratación de servidores externos en un datacenter. Varía según la cantidad de usuarios conectados.
 - **Sistema operativo:** bajo Windows o GNU/Linux, principalmente.



- **Software necesario para administrar cada función y ejecutar los contenidos:** para diseño instruccional, elaboración de contenidos o material multimedia.

3.2 - Características en la implementación de los LMS

De acuerdo al análisis realizado por Claudio A. Clarenc en (25) y (26) **existen ocho características básicas que deberían cumplir todas las plataformas de e-Learning**, a saber: Interactividad, Flexibilidad, Escalabilidad, Estandarización, Usabilidad, Funcionalidad, Ubicuidad y Persuabilidad. A continuación se describen cada una de ellas:

1. **INTERACTIVIDAD.** Esta característica está referida a la relación que existe entre cada receptor y emisor, donde el receptor elige la parte del mensaje que le interesa, el emisor establece qué nivel de interactividad le dará a su mensaje y el receptor decide cómo utilizar esa interactividad; se dice entonces que existe una conversación en ambos sentidos o “bidireccional”. En este sentido es que los LMS deberían ofrecer (a través de sus recursos y características) la suficiente interactividad, de tal forma que, teniendo el alumno acceso a la diversidad de información, material, recursos, etcétera de manera tal que sea él mismo el protagonista de su propio aprendizaje.
2. **FLEXIBILIDAD.** La flexibilidad es una condición que posee algo material o inmaterial, referida al poder sufrir adaptaciones a los cambios, a ser maleable. Un cuerpo es flexible cuando es capaz de moverse con facilidad y adoptar posturas diversas sin demasiado esfuerzo. Cuando un LMS ofrece flexibilidad, la plataforma no se mantiene rígida a los planes de estudio, sino que puede adaptarse a los intereses



de la organización. Boneu, menciona en (27) que la adaptación se puede dividir en los siguientes puntos:

- Capacidad de adaptación a la estructura de la institución.
 - Capacidad de adaptación a los planes de estudio de la institución donde se quiere implantar el sistema.
 - Capacidad de adaptación a los contenidos y estilos pedagógicos de la organización.
- 3. ESCALABILIDAD.** Se refiere a la propiedad de aumentar la capacidad de trabajo de un sistema, sin comprometer por ello su funcionamiento y calidad habituales. Es decir, poder crecer sin perder la calidad en sus servicios. En un LMS la escalabilidad permite que la plataforma pueda funcionar con la misma calidad, independientemente de la cantidad de usuarios registrados y que se encuentren activos al mismo tiempo.
- En consecuencia, esta característica hace referencia a la posibilidad de proyección a futuro y al seguimiento y control de los recursos existentes o venideros.
- 4. ESTANDARIZACIÓN.** Un estándar es un método aceptado, establecido y seguido normalmente para efectuar una actividad o función, para lo cual se deben cumplir ciertas reglas (implícitas y explícitas) con el fin de obtener los resultados esperados y aprobados para la actividad o función. Por medio de un estándar se garantiza el funcionamiento y acoplamiento de elementos que fueron generados independientemente. Es importante que un LMS ofrezca estandarización, a los efectos de poder utilizar cursos y/o materiales que hayan sido realizados por terceros.
- 5. USABILIDAD.** Se refiere a la rapidez y facilidad con que las personas realizan sus tareas usando un producto, en este caso la plataforma, y se logran objetivos específicos con:



- **Efectividad:** para que los usuarios logren los objetivos con precisión y plenitud. Aquí cuentan la facilidad de aprendizaje del producto, la facilidad con que puede ser recordado y la cantidad de errores del mismo.
- **Eficiencia:** se refiere a los recursos empleados para lograr la precisión y plenitud.
- **Satisfacción:** es el grado de complacencia con el uso del producto. Es subjetivo. Esta característica es netamente subjetiva debido a que son los usuarios quienes determinan su usabilidad.

6. FUNCIONALIDAD. Las funciones que cumple un objeto son fijadas por las necesidades que se desea que el objeto satisfaga. Un objeto es funcional si cumple las funciones que le fueron asignadas. La funcionalidad de un objeto se puede ampliar para que satisfaga mayor cantidad de necesidades y se puede mejorar para que sea más avanzada.

La funcionalidad de un LMS se refiere a las características que permiten que una plataforma sea funcional a los requerimientos y necesidades de los usuarios, y está relacionada a su capacidad de escalabilidad.

Dicho de otra manera, esta característica se ve reflejada en el nivel de: eficiencia y efectividad, portabilidad del sistema y, facilidad de instalación (Instalabilidad), que es la conjunción entre requerimientos tecnológicos y de infraestructura, más el uso de los recursos del servidor.

7. UBICUIDAD. El término ubicuo tiene origen latino (ubique) y significa “en todas partes”. Se usa en el ámbito religioso indicando la capacidad de Dios de tener presencia simultánea en todos lados al mismo tiempo. La ubicuidad está vinculada con la omnipresencia.

Hace un tiempo la novedad dentro de las TIC era lo electrónico (e-learning), ahora se habla de ubicuidad. La tecnología nos permite estar presentes en diferentes



lugares al mismo tiempo, tener la información disponible a cualquier hora y en cualquier lugar, porque los dispositivos tecnológicos modifican la manera de acceder a la información y conocimiento. Para Bill Cope y Mary Kalantiz (26), el aprendizaje ubicuo es un nuevo paradigma educativo que es posible, en gran parte, gracias a los nuevos medios digitales.

- 8. PERSUABILIDAD.** La Persuabilidad es una palabra compuesta por dos términos (persuasión y usabilidad) e implica la integración y articulación de cuatro características (Funcionalidad, Usabilidad, Ubicuidad e Interactividad).

Este concepto se puede sintetizar en la capacidad de convertirlo en un potencial cliente (persuadir para convertir).

En la Tabla 3 se muestra un resumen de estas características.

CARACTERÍSTICAS DESEABLES PARA LOS LMS	
NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1. INTERACTIVIDAD	La plataforma facilita la interacción en el encuentro entre los distintos actores.
2. FLEXIBILIDAD	La plataforma es adaptable a los cambios del sistema de e-learning.
3. ESCALABILIDAD	La plataforma asegura la interacción entre los actores, independientemente de la cantidad de actores y relaciones entre estos.
4. ESTANDARIZACIÓN	La plataforma permite la interacción con terceros (utilizar cursos de otros)
5. USABILIDAD	Facilidad con que las personas pueden utilizar la plataforma con el fin de alcanzar un objetivo concreto
6. FUNCIONALIDAD	Se refiere a las prestaciones y características que hacen que esa plataforma sea adecuada (funcional) según los requerimientos y necesidades de los usuarios
7. UBICUIDAD	La ubicuidad en un LMS es la capacidad de una plataforma de hacerle sentir al usuario omnipresente: le transmite la seguridad de que en ella encontrará todo lo que necesita ¹³
8. PERSUABILIDAD	Es la capacidad que tiene de una plataforma de convencer, fidelizar o evangelizar a un usuario a través de su uso

Tabla 3 – Características deseables para los LMS

¹³ Clarenc, C. A. (2012). *Videoconferencia: e-Learning-ubicuo - Concepción de ubicuidad en el e-Learning*. Disponible en: <http://vimeo.com/38286913>



Así mismo, dada la intencionalidad “abarcativa” del e-learning Claudio A. Clarenc en (25), propone otra característica que debería considerarse: **LA ACCESIBILIDAD**. La accesibilidad se refiere a los medios que permiten a personas con otras capacidades a acceder a la información online. Por ejemplo, las personas con deficiencias visuales usan un mecanismo llamado screen reader para leer la pantalla, para lo cual las páginas web necesitan estar diseñadas de una cierta manera para que estos mecanismos las puedan leer. Según el libro “Comprendiendo la accesibilidad. Una guía para lograr la conformidad en los sitios web e intranets” (Yonaitis, 2002) “la información es accesible cuando logra el nivel más alto de utilización”. El consorcio W3C tiene en marcha una iniciativa llamada WAI – Web Accessibility Initiative, con una serie de normas para que las páginas web sean accesibles. Parece ser la norma más seguida en la actualidad y se puede considerar un estándar de facto. Algunos sistemas que tienen incorporadas estas características para cumplir con alguna norma concreta de accesibilidad son Atutor, Moodle y .LRN. Es una cualidad importante a tener en cuenta que está íntimamente relacionada, y va de la mano, con la usabilidad.

3.3 - Evaluación de la calidad de una plataforma

Como se mencionó en la introducción, **en el ámbito del e-learning la calidad está relacionada con todos los procesos, productos y servicios para el aprendizaje, la educación y la formación, que están soportados por el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación**. Es así como la calidad en el desarrollo de un proyecto de e-learning toma en consideración tres aspectos o enfoques intrínsecos y complementarios a la vez: organizacionales, educativos y tecnológicos/técnicos (referidos específicamente a la plataforma).



En consecuencia, la calidad de la plataforma estará sujeta a cuán perfectamente se adapte la misma a los requerimientos de un determinado proyecto de e-learning cumpliendo con las necesidades planteadas y, por los atributos intrínsecos de calidad que presente. En otras palabras, la calidad de la plataforma será medida en términos de las prestaciones que cumplimenta considerando los atributos de calidad que caracterizan a la plataforma propiamente dicha (desde el punto de vista del software), considerándola adecuada para los fines del proyecto y las herramientas que posee referidos a facilitar la comunicación y adaptación a los contenidos y objetivos educacionales.

Sin embargo, de acuerdo a las investigaciones y las evidencias presentadas, es posible concluir que no existe un único método¹⁴ cuando se trata de evaluar la calidad de una plataforma e-learning puesto que, como se ha mencionado para la elección y posterior implementación de ella deben tenerse en cuenta varios aspectos considerados como factores críticos para el éxito del proyecto en sí.

3.3.1. Atributos de calidad para las plataformas e-learning

Considerando el análisis realizado por Claudio A. Clarenc en (25) y (26) y, la propia recolección de datos de libros relacionados al tema, además de una exhaustiva investigación en internet es posible afirmar que parecieran ser estas ocho características los **principales atributos de las plataformas e-Learning, que debieran ser consideradas al evaluarlas.**

¹⁴ La Real Academia Española (RAE) define la palabra **método** (Del lat. *methōdus*, y este del gr. μέθοδος) como: **1.** m. Modo de decir o hacer con orden. **2.** m. Modo de obrar o proceder, hábito o costumbre que cada uno tiene y observa. **3.** m. Obra que enseña los elementos de una ciencia o arte. **4.** m. *Fil.* Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.



Principales atributos en la calidad de las plataformas e-learning:
Interactividad, Flexibilidad, Escalabilidad, Estandarización,
Usabilidad, Funcionalidad, Ubicuidad, Persuabilidad

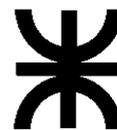
Tal como se expresa en (28), en la actualidad la mayoría de los EAV poseen un núcleo común de herramientas, con lo cual carece de sentido seguir analizándolos casi exclusivamente desde el punto de vista de sus características funcionales. De hecho, en la mayoría de los trabajos consultados, a la evaluación de las características funcionales, se agrega la de la **usabilidad**, que permite incorporar la mirada de los usuarios.

3.3.2. Modelos y herramientas utilizados actualmente

De los artículos analizados, se considera pertinente hacer referencia al Modelo en Cuatro Capas y al framework WQF (Web Quality Framework) propuestos para medir calidad de aplicaciones Web. El primero hace referencia a un modelo que resume las diferentes líneas de trabajo actuales y el segundo hace referencia a una plataforma que permite evaluar a las plataformas virtuales considerando que las mismas son, al fin y al cabo, aplicaciones Web.

Modelo en 4 capas

En el **Modelo en Cuatro Capas** propuesto por Ferreira Szpiniak y Sanz en (28), se representan las diferentes líneas de trabajo actuales, a saber:



- En la primera capa se propone **analizar** gran parte de la **aceptabilidad práctica** del **Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA)**, esto es: utilidad funcional, usabilidad, accesibilidad, costos, compatibilidad, confiabilidad, y soporte.
- La segunda capa está orientada a **evaluar la forma en que el sistema interactúa** con el usuario, la interfaz que presenta y el modo en que permite realizar las tareas básicas.
- La tercera capa incorpora la **opinión de los usuarios finales** bajo un ambiente controlado por un observador.
- La última capa está destinada exclusivamente a que los **usuarios finales aporten su punto de vista**, dentro de un contexto o ambiente real.

El avance de una capa a la siguiente debe estar respaldado por una evaluación favorable. Cada capa debería tener un resultado, por ejemplo: muy aceptable, aceptable, no aceptable. La evaluación desfavorable de una capa, seguramente tendrá consecuencias importantes sobre la evaluación total, ya que difícilmente en las capas posteriores se mejore el grado de usabilidad del EAV.

Este modelo propone utilizar opiniones de expertos, pruebas de laboratorio, observaciones de campo, y pruebas de usuarios. El resultado que se obtenga dependerá de las metas definidas o de una comparación con otras versiones o productos similares planteada para un contexto de uso.

Framework para medir calidad de aplicaciones Web: WQF

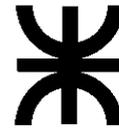
En la Facultad Regional Resistencia, el Grupo de Ingeniería y Calidad del Software (GICS) ha desarrollado un framework para medir calidad de aplicaciones Web, al cual han denominado WQF (Web Quality Framework). El mismo, hasta el momento, incluye el estudio de 3 métricas, que a su vez engloban un conjunto de características o criterios de que son objeto de evaluación (29), a saber:



- **Usabilidad:** Permite medir la facilidad con la que las personas puede utilizar el sitio web para llegar a alcanzar sus propios objetivos. Los criterios asociados son: facilidad de aprendizaje, retención en el tiempo, consistencia, recuperabilidad y flexibilidad.
- **Confiabilidad:** A partir de esta métrica se evalúa el grado de seguridad del sitio web permitiendo siempre mantener la misma performance en el tiempo bajo las demandas por las cuales fue definido. Los criterios asociados son: frecuencia y severidad de las fallas, exactitud de las salidas, capacidad de recuperación ante fallas.
- **Funcionalidad:** Esta métrica posibilita 44corroborar que el Sitio Web cumpla con las funciones que fueron definidas, evaluando la relación entre los resultados que se obtienen y los resultados esperados. Los criterios asociados son: adecuación, cumplimiento, seguridad.

El framework contiene una aplicación, denominada QUCO2, que permite gestionar los elementos incluidos en el modelo y almacenar información respecto a los resultados obtenidos luego de cada proceso de evaluación ejecutado. Esta herramienta se presenta como un plugin on-line que admite la evaluación simultánea de diversas aplicaciones web por parte de un número ilimitado de usuarios finales. **Por último, la aplicación denominada QuVi permite generar informes estadísticos que facilitan la interpretación de los valores obtenidos.-**

Como se detalla en (29): “La información sobre los resultados de las evaluaciones recolectadas a través de QUCO2, en base al modelo de calidad WQM, representa valor agregado para la toma de decisiones, pues no solo hace referencia al nivel de calidad de la aplicación evaluada sino que también puede significar otros conocimientos útiles para la mejora continua. En este sentido, se trabaja en la implementación de una aplicación, denominada QuVi, que presenta la información organizada en cierta forma,



para simplificar la realización de análisis mediante el uso de informes estadísticos que permitirán interpretar los valores obtenidos. Para el desarrollo de esta herramienta, se utilizaron los conceptos de la Estadística Descriptiva, disciplina que engloba métodos para la recolección, presentación y caracterización de un conjunto de datos con el fin de describir adecuadamente las características de los mismos. Así, cuando se dispone de gran y diversa cantidad de datos, a menudo se hace difícil obtener conclusiones y decidir acciones futuras respecto a esto en base a estos. Y allí es donde radica la importancia de los informes estadísticos de QuVi, pues permiten presentar visualmente los datos numéricos, en forma clara y organizada para entendimiento del usuario final”.

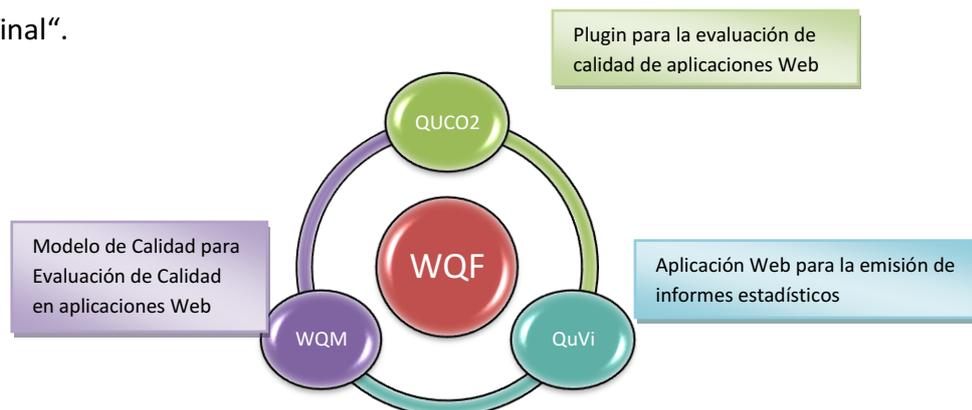


Fig. 11 – Componentes del framework WQF
Fuente: (29)

Esta nueva herramienta formará parte de la suite de herramientas de WQF, presentará una visión integral de la calidad percibida por el usuario respecto a las aplicaciones web evaluadas, al mismo tiempo que aportará información que puede ser manipulada por los directivos de las organizaciones que la utilicen en el proceso de toma de decisiones.

En (29) se describe que : “Para lograr una interpretación adecuada a partir de los informes que se generen, es necesario que la herramienta, combine y organice los datos almacenados, de forma tal que se pueda obtener una visión global de los



mismos, permitiendo la observación de interrelaciones y dependencias entre los mismos.

La herramienta debe desplegar la información de forma útil y clara para el usuario, que estará representado, generalmente, por los directivos de las organizaciones, a quienes se capacitará en el uso y comprensión del modelo WQM sin necesidad de especificar detalles técnicos relacionados a la implementación del mismo. La representación de la información varía, desde informes impresos hasta gráficos dinámicos con los que el usuario pueda interactuar”.



Capítulo 4 - CONCLUSIONES

Las conclusiones que a continuación se enumeran se basan en el análisis de la documentación y bibliografía consultada, además de opiniones según la experiencia propia.

En líneas generales es posible afirmar que:

- Los proyectos de e-learning en general, se encuentran actualmente en una fase expansiva de creación y desarrollo a través de una diversidad de plataformas virtuales, en su mayoría bajo el paradigma “abierto”. Bajo este paradigma, es previsible que la oferta de cursos y programas en línea aumente de forma notoria a corto y mediano plazo.
- De hecho, los sistemas e-learning son componentes esenciales, no únicamente en las actuales organizaciones educativas, sino también en el actual tejido empresarial, posibilitando un aprendizaje continuo a lo largo de la vida, y, por tanto, el correcto desarrollo de la moderna sociedad del conocimiento.
- En cualquier proceso de formación el contexto que rodea al mismo tiene gran influencia (se lleva a cabo en un contexto social, político, profesional, educativo y económico determinado), es por ello que cualquier acción de formación debe ser analizado en relación con sus protagonistas, los espacios en los que se desarrollan, así como con las políticas públicas. Igualmente, la formación, para que sea eficaz, debe de estar contextualizada, tanto en sus contenidos, como en sus procedimientos y prácticas.

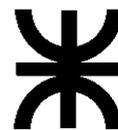


Por otro lado, puntualmente en cuanto a las **Perspectivas actuales sobre criterios de calidad para plataformas e-learning**, vale mencionar que:

- **En el ámbito del e-learning, la calidad está relacionada con todos los procesos, productos (bienes y servicios) para el aprendizaje, la educación y la formación,** que están soportados por el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación. Es así como la calidad en el desarrollo de un curso e-learning hace referencia a **tres enfoques** distintos, pero que a su vez, se complementan: **organizacionales, educacionales y tecnológicos/técnicos.**
- Una vez que se dispone de un modelo de formación (según sea pedagógico/andrológico), se trata de disponer de una herramienta que permita “combinar” los objetos de aprendizaje, para distribuirlos a los alumnos/estudiantes, y de otra para administrar su grado de participación y aprendizaje: la **plataforma virtual.**
- En la ingeniería de software el término de calidad es un concepto complejo que involucra la mirada de varios factores y, en consecuencia, debe ser analizada con la mirada en varios criterios.
- Una plataforma e-learning es, al fin y al cabo, una aplicación de software y, más específicamente una aplicación Web por lo que, para evaluar su calidad se deben considerar modelos y métricas utilizados para medir las aplicaciones web. Tanto el Modelo de 4 capas como el Framework para medir calidad de aplicaciones Web (WQF) son ejemplos de modelos y las herramientas utilizados actualmente.



- De acuerdo a análisis previos que implicaron la comparación con varias plataformas, se identificaron 8 **características básicas que toda plataforma para un entorno de aprendizaje**, bien sea de código abierto o propietario, debe cumplir: **Interactividad, Flexibilidad, Escalabilidad, Estandarización, Usabilidad, Funcionalidad, Ubicuidad, Persuabilidad.**



Capítulo 5 - TRABAJOS FUTUROS

El Grupo de Investigación Educativa Sobre Ingeniería (GIESIN) finaliza este año un proyecto sobre modelización de un Repositorio de Objetos de Aprendizaje para la UTN-FRRe y se encuentra delineando un nuevo proyecto, como continuación del actual, vinculado con la Evaluación de Objetos de Aprendizaje y del Repositorio Institucional de la Facultad Regional Resistencia.

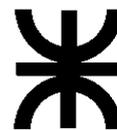
Atento a que en el mencionado grupo se trabaja en la vinculación del Repositorio Institucional con la Plataforma virtual Moodle utilizada en la UTN para apoyar la enseñanza presencial, el estado de situación aquí presentado, bien pudiera tomarse como base para aportar en la definición de indicadores para la evaluación de la plataforma y/o la elaboración posterior de un método de evaluación de plataformas e-learning que contemplen su evolución y aplicaciones actuales y, sirvan de guía a las instituciones que requieran incorporar estas prestaciones en su labor educativa o evaluar la calidad de las plataformas implementadas.

Asimismo, al constituir la plataforma virtual una aplicación web, sería deseable vincular las herramientas de evaluación de los aspectos Organizacionales y Formativos con las de evaluación técnica incorporadas al WQF.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Drucker, Peter (2000).** Frente a una nueva revolución. Revista Gestión, Enero-Febrero 2000. [En línea] http://cdn.aws.wobi.com/sites/default/files/014-024_drucker_a2010.pdf.
2. **Cobo Romani, Cristóbal; Moravec, John W. (2011).** *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación.* Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions iEdicions de la Universitat de Barcelona. Cap. 1 “Hacia una nueva ecología de la educación”, pp.47-74.
3. **López García, Camino y Basilotta, Verónica.** *La educación 3.0 y las redes sociales en el aula.* s.l. : SCOPEO, El Observatorio de la Formación en Red. Boletín SCOPEO No. 63, 15 de Mayo de 2012., 2012.
4. **Inoue, Verónica (2008).** Tecnologías para e-Learning: introducción y escenario actual. <http://www.learningreview.com/tecnologias-para-e-learning-2008/1337-tecnolog-para-e-learning-introducci-escenario-actual>. [En línea] [Citado el: 02 de 05 de 2014.]
5. **Campo Montalvo, Elena (2010).** *La evolución y adopción de estándares en la formación virtual.* 2010.
6. **Area Moreira, Manuel y Adell, Jordi (2009).** *eLearning: Enseñar y aprender en espacios virtuales.* En J. De Pablos (Coord): *Tecnología Educativa. La formación del profesorado en la era de Internet.* Aljibe, Málaga. : s.n. págs. 391-424.
7. **Piattini, Mario; Garcia, Felix; Caballero, Ismael (2007).** *Calidad de Sistemas Informáticos.* Madrid : Alfaomega - Rama.
8. **Pawlowski, Jan. (2007).** *The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adoption of the Quality Standard ISO/IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training.* Educational Technology & Society, 10 (2), 3-16.
9. **Pressman, Roger S.** “*Ingeniería de Software. Un enfoque práctico*”. s.l. : Editorial MCGRAW-HILL, 2005.
10. **McCall, J.A.; Richards, P.K.; Walters, G.F.** “*Factors in Software Quality*”. 1977. Vols. Vols I, II, III. NTISAD-AO49-014, 015, 055.
11. **AENOR.** UNE-EN-ISO 8402 “Gestión de la calidad y aseguramiento de calidad”. *Vocabulario (ISO 8402:1994).* Vocabulario (ISO 8402:1994).



12. **IEEE.** Standard 610 dictionary. Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. . 1990.
13. **Sommerville, Ian (2011).** *Ingeniería del Software*. 9na. Mexico : PEARSON, 2011. pág. 792. ISBN 9786073206037.
14. **Álvarez, Antonio (2012).** *Los Atributos de Calidad del Software*. QA: news : s.n.
15. **Scalone, Fernanda.** “Estudio comparativo de los modelos y estándares de calidad del software”. [En línea] 2006. <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lisi/scalone-tesismaestria-ingenieria-en-calidad.pdf>.
16. “*Calidad en Modelos Conceptuales: Un Análisis Multidimensional de Modelos Cuantitativos basados en la ISO 9126*”. **Marín, Beatriz; Condori-Fernández, Nelly; Pastor, Oscar.** Especial, s.l. : Revista de Procesos y Métricas, 2007, Vol. 4. ISSN: 1698-2029.
17. **ISO.** “ISO/IEC 9126-1 – Software engineering–Product quality – Part 1: Quality Model”. 2001.
18. —. “ISO/IEC 9126-2 – Software engineering– Product quality – Part 2: External Metrics”. 2003.
19. —. “ISO/IEC 9126-3 – Software engineering– Product quality – Part 3: Internal Metrics”. 2003.
20. —. “ISO/IEC 9126-4 – Software engineering– Product quality – Part 4: Quality in Use Metrics”. 2004.
21. **Ruiz Morilla, Joaquin.** “ISO 9126 vs. SQuaRE”. *Material del curso de posgrado Calidad y Medición de Sistemas de Información. Escuela Superior de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha.* [En línea] <http://alarcos.infcr.uclm.es/doc/cmsi/trabajos/Joaquin%20Ruiz%20Expo.pdf>.
22. **Gómez García, Oscar. (2009).** “SQuaRE: Una unificación de normas para la especificación de requisitos y la evaluación de la calidad”. *Material del curso de posgrado Calidad y Medición de Sistemas de Información. Escuela Superior de Informática. Universidad de Castilla-La Mancha.* 2009. [En línea] <http://alarcos.infcr.uclm.es/doc/cmsi/trabajos/Oscar%20Gomez.pdf>.
23. **Pinto, Noelia; Tortosa, Nicolás; Cuenca Plestch, Liliana; Acuña, César; Greiner, Cristina; Estayno, Marcelo (2013).** “Aproximación a la Evaluación de la calidad de aplicaciones web”. *Universidad de Palermo.* [En línea] Revista Ciencia y Tecnología, 13, 53-68. ISSN: 1850-0870.



[Citado el: 18 de 05 de 2015.] <http://www.palermo.edu/ingenieria/investigacion-desarrollo/revista-ciencia-tecnologia/edicion-13.html>.

24. **Khan, Badrul H. (2010).** *E-Learning Framework*. Chapter5: The Global E-Learning Framework.

25. **Clarenc, Claudio A.; Castro Silvina M., López de Lenz Carmen , Moreno María E. y Tosco Norma B. (2013).** *Analizamos 19 plataformas de e-Learning: Investigación colaborativa sobre LMS*. Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning. Sitio web: www.congresoelearning.org.

26. **Clarenc, Claudio A. (2013).** Instrumento de evaluación y selección de sistemas de gestión de. *Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning*. www.congresoelearning.org. [En línea] [Citado el: 24 de 01 de 2015.] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/175057118/Instrumento-evaluacion-LMS-materialesdigitales-recursos-web30>.

27. **Boneu, Josep M.** Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. [En línea] *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 4, n.o 1. UOC. <http://www.uoc.edu/rusc/4/1/dt/esp/boneu.pdf> [Fecha de consulta:14/02/2014].

28. **Ferreira Szpiniak, Ariel; Sanz, Cecilia V.** "Usabilidad de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje". 2011.

29. **Tortosa, Nicolás; Pinto, Noelia; Acuña, César J.; Cuenca Pletsch, Liliana; Demartino, Bruno. (2014).** "QuVi: Una herramienta estadística para la toma de decisiones orientadas a obtener sistemas Web de Calidad". Tucumán, Argentina : 2do Congreso Argentino de Ingeniería – CADI 2014. 17 a 19 de septiembre de 2014. Universidad Nacional de Tucumán. .