

Herramienta de visualización de la calidad de un sistema b-learning

Visualization tool of the quality of a b-learning system

Gina Mejía-Madrid¹, Faraón Llorens-Largo², Rafael Molina-Carmona²
gsmejia@uce.edu.ec, faraon.llorens@ua.es, rmolina@ua.es

¹Facultad de Ciencias Económicas
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

²Cátedra Santander-UA de Transformación Digital
Universidad de Alicante
Alicante, España

Resumen- La gran mayoría de universidades están desarrollando o han desarrollado ya proyectos de aprendizaje basado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación, bien para docencia exclusivamente online (e-learning) o para docencia mixta (b-learning). Como cualquier proceso desarrollado en el entorno universitario, estos cursos deben estar sujetos a parámetros que nos permitan evaluar su calidad. En este trabajo presentamos un modelo de evaluación de la calidad especialmente adaptado a las características singulares del b-learning, que cuenta, además, con una herramienta de visualización para facilitar la toma de decisiones. El modelo de evaluación es integral, abierto y adaptable, y formaliza la información en niveles de cumplimiento, permitiendo una fácil comparación entre los elementos del modelo. Los niveles de cumplimiento, además, facilitan la construcción de un cuadro de mando, en forma de mapa de calor, que resulta ser una representación compacta e intuitiva para la toma de decisiones.

Palabras clave: *calidad del b-learning, cuadro de mando, niveles de cumplimiento, mapa de calor*

Abstract- Most universities are developing or have already developed learning projects based on Information and Communication Technologies, either for exclusively online teaching (e-learning) or for blended teaching (b-learning). Like any process developed in the university environment, these courses must be subject to parameters that allow evaluating their quality. In this work we present a quality evaluation model specially adapted to the unique features of b-learning, which also has a tool for visualizing the results to facilitate decision-making. The evaluation model is integral, open and adaptable, and formalizes the information in fulfillment levels, which allows an easy comparison between the elements of the model. The fulfillment levels also facilitate the construction of a dashboard, in the form of a heat map, which turns out to be a compact and intuitive representation for decision making.

Keywords: *b-learning quality, dashboard, fulfillment levels, heat map*

1. INTRODUCCIÓN

Las universidades se encuentran desarrollando una gran cantidad de proyectos de aprendizaje basado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), principalmente cursos de e-learning (como se ha convenido en llamar al aprendizaje electrónico o a través de la tecnología), para apoyar a sus estudiantes dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. Como cualquier proceso desarrollado en el entorno universitario, el e-learning debe estar sujeto a parámetros que nos permitan evaluar su calidad. Sin embargo, el e-learning

tiene algunas características especiales que hacen que los sistemas de calidad habituales no respondan a todos sus requisitos. Aunque se han desarrollado diversas propuestas para evaluar la calidad del e-learning, muchas de ellas no son transferibles, están desestructuradas, son incompletas o no presentan una descripción formal.

Por otro lado, una parte fundamental en los modelos de calidad es la representación visual de los resultados, puesto que el objetivo fundamental de estos modelos es la toma de decisiones a partir del diagnóstico establecido. La forma habitual de representación de la información para la toma de decisiones es el cuadro de mando o *dashboard*, consistente en una representación gráfica de un conjunto de indicadores y otra información relevante para el usuario que toma las decisiones.

El propósito general de esta investigación es proporcionar un modelo de evaluación de la calidad de cursos de b-learning, así como una herramienta de visualización compacta y fácilmente interpretable para la toma de decisiones. Hemos preferido el término b-learning (blended learning) porque aun tratando de sistemas de aprendizaje basados en tecnología, nos centramos en el aprendizaje combinado.

2. CONTEXTO

En este apartado presentamos el contexto de la investigación, haciendo referencia a los conceptos de e-learning y b-learning, a la necesidad de evaluar la calidad y a la conveniencia de una visualización adecuada de los resultados.

A. E-learning y b-learning

Aunque los conceptos relacionados con la educación a distancia son mucho más antiguos, el término e-learning data de finales de los años ochenta, y se consolida durante los noventa (Moore, Dickson-Deane, & Galyen, 2011). Aunque no hay un consenso sobre la definición de e-learning, hemos escogido la de Koper (2008): E-learning puede definirse como el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para facilitar y mejorar el aprendizaje y la enseñanza.

El término e-learning ha dado lugar a otros términos relacionados: mobile learning o m-learning (aprendizaje empleando dispositivos móviles), ubiquitous learning o u-learning (aprendizaje ubicuo), y blended learning o b-learning (aprendizaje combinado), que es el que nos interesa en esta investigación. El b-learning es el modo de aprender que

combina la enseñanza presencial con la tecnología no presencial (Pina, 2004). En un curso de b-learning, los métodos y recursos de la enseñanza presencial y a distancia se mezclan, otorgando más responsabilidad a los estudiantes en su estudio individual proporcionándoles destrezas para dichos estudios. Además, el b-learning es una opción para introducir las tecnologías de la información entre un cuerpo docente reactivo y propicia procesos de innovación y mejora de la calidad docente (Pina, 2004). Se ha decidido utilizar el término b-learning porque en nuestro modelo se tiene en cuenta la enseñanza presencial además de la virtual.

B. Calidad del b-learning

No es posible encontrar un consenso sobre el concepto de calidad de la educación en una universidad, cuya definición varía mucho ya que la calidad tiene diferentes perspectivas. En este apartado, vamos a mencionar algunos aportes.

Vagarinho y Llamas-Nistal (2012) establecen que la calidad del e-learning se entiende como el cumplimiento adecuado de los objetivos y necesidades de las personas involucradas, como resultado de un proceso de negociación transparente y participativo dentro de un marco organizacional. Además, en el campo del e-learning, la calidad se relaciona con procesos, productos y servicios para el aprendizaje, la educación y la capacitación, respaldados por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

Martínez-Caro, Cegarra-Navarro y Cepeda-Carrión (2015) dan algunas claves de cuáles son los principales factores que afectan a la calidad del e-learning: el diseño y la gestión del entorno de aprendizaje, y la interacción. La interacción entre compañeros, la evaluación y la cooperación, y las interacciones estudiante-docente contribuyen a establecer un entorno que alienta a los alumnos a comprender mejor el contenido.

El proyecto ESVI-AL (Camacho Condo, 2013) trata sobre la accesibilidad en el e-learning, pero realiza un interesante análisis de las áreas que se deben estudiar para garantizar la calidad del proceso de e-learning:

- Calidad de la tecnología, desde el punto de vista técnico: disponibilidad, accesibilidad, seguridad, etc.
- Calidad de los recursos de aprendizaje incluidos en la plataforma: contenido y actividades de aprendizaje.
- Calidad del diseño instruccional de la experiencia de aprendizaje: diseño de los objetivos de aprendizaje, actividades, temporización, evaluación, etc.
- Calidad de la formación o capacitación en el sistema de e-learning por parte de los profesores y estudiantes.
- Calidad de los servicios y soporte, ayuda y apoyo técnico y académico ofrecido a los usuarios del sistema.

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura sobre modelos de calidad para e-learning/b-learning (Mejía-Madrid, 2019) y se ha constatado que el enfoque de un gran número de publicaciones es tratar la calidad técnica de la tecnología que respalda el proceso de e-learning. La calidad de los servicios y soporte asociados con los sistemas de aprendizaje electrónico, recursos de aprendizaje y diseño instruccional de cursos en línea también son temas de interés, aunque hay menos consenso entre los investigadores, pues los estudios se centran en casos y los resultados no son generalizables. En cuanto a la capacitación en competencias para hacer uso del sistema de aprendizaje electrónico por parte de los estudiantes y docentes, parece un

asunto interesante pero pocos autores lo han abordado. Por otro lado, un síntoma importante de la débil formalización de los modelos de evaluación de la calidad en e-learning es la falta de referencias a los modelos de calidad más formales y extendidos.

Como resultado de este estudio sistemático, hemos detectado que se necesita más esfuerzo en la investigación empírica sobre este tema y que la investigación actual parece enfocarse en cinco aspectos: tecnología, diseño instruccional, recursos de aprendizaje, capacitación y servicios y soporte. Sin embargo, no existe un consenso sobre las características que hacen que un curso de e-learning sea de calidad. Además, no se ha encontrado un único esquema integral de calidad que contenga las cinco áreas y defina indicadores significativos y medibles. Hay, además, algunos aspectos transversales que un sistema de evaluación de calidad debería considerar: comunicación, personalización, innovación docente, emprendimiento, vinculación con la sociedad y colaboración, entre otros.

C. Cuadros de mando

Todas las organizaciones necesitan un sistema de información que permita la comunicación de estrategias y objetivos clave y la toma de decisiones. Es lo que Eckerson (2010) llama la "lupa organizacional". Este autor considera que el cuadro de mando o *dashboard* es la lupa organizacional que traduce la estrategia de la organización en objetivos, métricas, iniciativas y tareas.

Few (2006) considera que "un cuadro de mando es un dispositivo de visualización de la información más importante que se necesita para alcanzar uno o más objetivos; consolidado y ordenado en una sola pantalla para que la información pueda ser supervisada de un solo vistazo". En pocas palabras, un cuadro de mando debe contener poca información, comprensible, visual, importante y orientada a objetivos.

La necesidad de reducir la información hace que muchos datos e indicadores que se recogen en las universidades no terminen formando parte del cuadro de mando. La información seleccionada son los denominados Indicadores Clave de Desempeño (*Key Performance Indicators* o KPI), involucrados en el logro de los objetivos de la organización. La selección de estos KPI ha sido objeto de numerosos estudios que ponen de manifiesto la complejidad de esta selección. Por ello, una buena opción es tratar de representar los indicadores a varios niveles, para no tener que renunciar a ninguno en la visualización final, pero obviarlos en la visión general.

Few (2006) describe un interesante conjunto de características para los cuadros de mando:

- Un *dashboard* es una presentación visual, combinación de texto y gráficos (diagramas, cuadrículas, indicadores, mapas...), pero con un énfasis en los gráficos. Una presentación gráfica eficiente y atractiva puede comunicar con mayor eficiencia y significado que el texto solo.
- Un *dashboard* muestra la información necesaria para lograr objetivos específicos, por lo que su diseño precisa de información compleja, no estructurada y tácita de diversas fuentes. La información es a menudo un conjunto de KPI, pero también se puede necesitar otro tipo de información.
- Un cuadro de mando debe caber en una sola pantalla de ordenador, de modo que todo se pueda ver de un vistazo. No se debe permitir el uso de *scroll* o pantallas múltiples.

- Un cuadro de mando presenta información actualizada, por lo que algunos indicadores pueden requerir una actualización en tiempo real, pero otros pueden necesitar ser actualizados con otras frecuencias.
- En un *dashboard*, los datos se abrevian en forma de resúmenes o excepciones.
- Un cuadro de mando tiene mecanismos de visualización sencillos, concisos, claros e intuitivos con un mínimo de distracciones innecesarias.
- Un *dashboard* debe ser personalizado, de modo que su información se adapte a las diferentes necesidades.

D. Objetivo de la investigación

El objetivo de esta investigación es proporcionar un modelo de evaluación de la calidad de cursos de b-learning que permita, de forma sencilla, integrada y práctica, conocer cuál es el estado del curso, así como una herramienta de visualización a modo de cuadro de mando que muestre la información de manera compacta y comparable, permita la detección de puntos fuertes y debilidades y ayude a la creación de planes de actuación que mejoren la calidad de los cursos a lo largo del tiempo.

3. DESCRIPCIÓN

La investigación se ha desarrollado siguiendo una metodología de investigación-acción (Genero Bocco, Cruz-Lemus, & Piattini Velthuis, 2014), en cuatro iteraciones con sus diferentes resultados parciales. En la primera iteración se obtuvieron dos modelos preliminares (Mejía-Madrid & Molina-Carmona, 2016a, 2016b). En la segunda iteración se abordó la elaboración de una revisión sistemática de la literatura sobre el tema de estudio (Mejía-Madrid, 2019). En la tercera iteración, se obtuvo un modelo integral para evaluar la calidad de los cursos b-learning y se creó una herramienta de visualización del modelo. Por último, en la cuarta iteración se aplicó el modelo dando lugar a un caso de estudio para una universidad ecuatoriana. En este artículo nos centramos en los resultados de las iteraciones 3 y 4.

A. Modelo integral

La propuesta de modelo integral de evaluación de la calidad de los cursos de b-learning se basa en los principios de la calidad, y se apoya en diferentes marcos teóricos que permiten dotarlo de una estructura formal: la gestión de procesos y el principio de mejora continua. Como punto de partida, definimos los siguientes principios para nuestro modelo:

- Debe estar avalado por estudios anteriores, por eso se basa en una revisión sistemática de la literatura.
- Debe ser integral, tratando de incluir todos los aspectos.
- Debe ser abierto, por eso se utiliza una metodología de investigación-acción que permite incluir nuevos aspectos en el futuro.
- Deber ser adaptable, pudiendo ser aplicado en cualquier curso b-learning con pocas adaptaciones.
- Debe tener una base teórica sólida, como son las teorías de diseño instruccional y la gestión de procesos.

Partiendo de la revisión sistemática de la literatura, obtenemos cuatro aspectos clave para la definición del modelo:

- En la literatura se describen cinco áreas sobre las que estudiar la calidad y que deben aparecer en el modelo:

recursos de aprendizaje, diseño instruccional, formación y capacitación de los usuarios, servicio y soporte tecnológico y sistema de gestión del aprendizaje (SGA).

- El modelo de Kirkpatrick (Chatterjee, 2016) (Lim, 2010), que propone la evaluación de la formación a través de los cuatro niveles (reacción, aprendizaje, transferencia e impacto) debe guiar el diseño de nuestro modelo.
- Se debe tener en cuenta el diseño instruccional ADDIE (Aissaoui & Azizi, 2016) (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), sobre uso de la tecnología.
- Debemos tener en cuenta los modelos genéricos de calidad, entre ellos, el de administración de la calidad total (TQM) (Hoffmann & Bonnaud, 2012; Martínez-Caro et al., 2015), el Cuadro de trabajo del núcleo de la calidad (SEQUEL) (Militaru, Suciú, & Todoran, 2012) y Benchmarking (Martín Núñez, 2016).

B. El b-learning como proceso

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas y que interactúan, que utilizan las entradas para proporcionar un resultado (ISO, 2015). El proceso de enseñanza-aprendizaje apoyado en tecnología es un sistema dinámico que encaja en esta definición, en el que la entrada al sistema (el estudiante, con sus conocimientos y competencias previos) sufre una transformación en la que participan diferentes recursos (humanos, tecnológicos y metodológicos) hasta que se obtiene una salida (el estudiante con unos conocimientos y competencias nuevos). Es posible, por lo tanto, ver el sistema como un proceso.

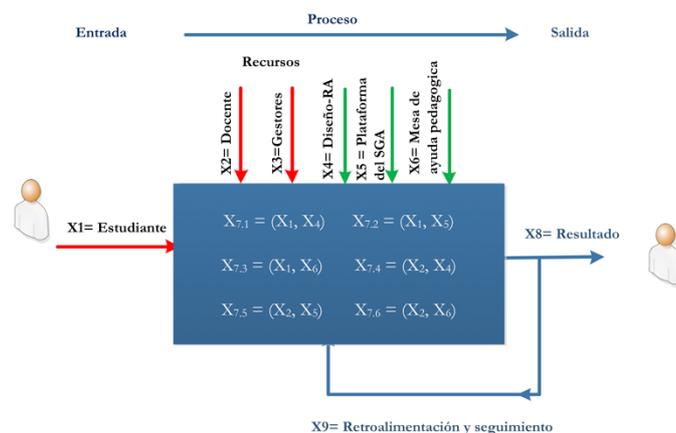


Figura 1: El modelo visto como proceso

El proceso (figura 1), generado a través de la interacción entre el estudiante y los diferentes recursos, posibilita la transferencia del conocimiento entre el estudiante, los docentes y los diferentes recursos que interactúan en el proceso. En la salida, se tiene al estudiante transformado mediante un proceso de adquisición de conocimiento, en donde, según Kirkpatrick, tenemos cuatro niveles de evaluación que podemos medir: la reacción, el aprendizaje, la transferencia del conocimiento y el impacto. Finalmente, se tiene la retroalimentación al proceso, en la que se incluyen los resultados, los niveles de satisfacción, los errores, las posibles mejoras, etc. Estas opciones de mejora deberán incluirse en la siguiente versión del curso, con las respectivas modificaciones.

Como resultado, proponemos un modelo formado por 3 componentes y 9 elementos obtenidos de los principios, de los aspectos clave y del proceso descritos (tabla 1)

Tabla 1: Componentes y elementos del modelo

| Componente | Elemento | Descripción |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Humana | Estudiante | Entrada al sistema y centro del aprendizaje. |
| | Docente | Quien guía y crea el ambiente del aprendizaje utilizando diferentes métodos y técnicas. |
| | Gestor de plataforma | Quien proporciona los servicios de gestión y administración de la plataforma. |
| Metodología y tecnología | Diseño instruccional | Actividad académica de diseño y planificación de los recursos y actividades de aprendizaje. El diseño instruccional corresponde al modelo ADDIE. |
| | Plataforma del SGA | Software que gestiona el aprendizaje, donde se ubican los recursos y actividades. |
| | Mesa de ayuda pedagógica | Servicio de la institución que se ofrece a los estudiantes y docentes para el uso, manejo y capacitación de la plataforma. |
| Proceso | Proceso | Proceso de interacción de los estudiantes, docentes y gestores con cada uno de los recursos. Tiene 6 subprocesos, resultado de combinar cada elemento de la componente humana con cada elemento de la componente metodológica y tecnológica. |
| | Resultado | Resultado del proceso de enseñanza aprendizaje en el que un estudiante con conocimiento i termina con conocimiento j , donde $j > i$. Para su evaluación se toman los 4 niveles de evaluación de Kirkpatrick: reacción, aprendizaje, transferencia de conocimiento e impacto. |
| | Retroalimentación | Acciones de mejora que suponen una retroalimentación del sistema. |

Las tres componentes y los nueve elementos del modelo se dividen en niveles de información más concretos:

- Los elementos y subelementos se dividen, a su vez en atributos. Los atributos representan características de cada elemento y son susceptibles de ser medidos mediante indicadores. En total se han definido 38 atributos.
- Los indicadores constituyen el siguiente nivel (se han definido 99 indicadores), y representan variables específicas que se pueden evaluar en términos de niveles de referencia o estándares de evaluación. Los estándares representan las cualidades deseables para los indicadores.

Para la recogida de datos que permitan el cálculo de los indicadores se han diseñado dos encuestas para profesores y estudiantes, y se ha realizado una serie de entrevistas con los responsables de la plataforma de gestión del aprendizaje. Los instrumentos de recogida de datos, sus validaciones y los atributos e indicadores no se incluyen en este artículo por cuestiones de espacio, pero pueden consultarse en el trabajo de Mejía-Madrid (2019).

C. Niveles de cumplimiento

Una aportación interesante de nuestro modelo es definir los estándares en forma de niveles de cumplimiento. Plantaremos cinco niveles de cumplimiento para cada indicador (de nivel 1 a nivel 5), independientemente del tipo de indicador del que se trate. Los niveles del indicador se establecen en función de:

- Si existe normativa asociada, se utiliza la normativa para establecer los niveles. Por ejemplo, la normativa ecuatoriana establece que las universidades deben aspirar a tener al menos un 70% de profesorado doctor, por lo que el indicador “% de docentes doctores” tendrá un nivel 5 si es mayor del 70% y el resto de los niveles se establecen al dividir el rango de 0% a 70% en 4 intervalos.
- Si no existe una normativa que permita establecer puntos de referencia, los niveles se definen dividiendo todo el rango en 5 partes, cuando son cuantitativos, o se corresponden con los 5 niveles de una escala de Likert, cuando son cualitativos. Por ejemplo, para el indicador “% de docentes que utilizan el aula virtual como medio de comunicación con los estudiantes”, los 5 niveles de cumplimiento se establecen homogéneamente, en saltos de un 20%. Otro ejemplo es el del indicador cualitativo “nivel de satisfacción de los estudiantes con la experiencia de aprendizaje”, para el que se utiliza una escala de Likert con 5 valores, equivalentes a los niveles de cumplimiento.

Normalizar el valor de los indicadores a través de los niveles de cumplimiento permite comparar indicadores y proporciona una escala homogénea que tiene dos ventajas fundamentales:

- El modelo es jerárquico, de forma que los atributos se evalúan en función de sus indicadores, los elementos en función de los atributos y las componentes en función de los elementos. El nivel de cumplimiento de un nivel jerárquico es la media de los niveles inferiores.
- La simplificación de la escala a 5 valores resulta más fácil de interpretar y permite establecer un código de colores que facilitará la representación gráfica que buscamos, como veremos en el siguiente apartado.

D. Herramienta de visualización

La representación de los resultados orientada a la toma de decisiones es uno de los objetivos de esta investigación. Para ello proponemos un mapa de calor, con forma de eneágono regular, dividido en sectores y en anillos concéntricos, en el que cada intensidad de color representa el nivel de cumplimiento alcanzado por cada indicador, cada atributo (como la media de los niveles de madurez de sus indicadores) y cada elemento (como la media de los niveles de madurez de sus atributos).

Un ejemplo de este tipo de visualización se presenta en la figura 2. Se encuentran representados las tres componentes (cada uno con un color asociado) y su calidad representada como un nivel de cumplimiento (con una intensidad diferente del color elegido). La primera, componente humana (en rojo) incluye estudiantes, docentes y gestores de la plataforma del sistema de gestión de aprendizaje. La segunda, los recursos metodológicos y tecnológicos (en verde) incluye el diseño instruccional, el sistema de gestión del aprendizaje y la mesa de ayuda pedagógica. Finalmente, la tercera componente es la dinámica del proceso (en azul), que incluye el proceso en sí, el resultado y la retroalimentación que surge de la interacción entre los elementos. En cada componente se distribuyen los elementos (X_i), atributos (A_j) y los indicadores (α_k).

Los anillos concéntricos nos dan información de diferentes niveles de abstracción. Cuanto más cerca del centro se encuentren, la información es más general y conforme los anillos se alejan del centro la información es más específica. El diagrama resultante supone una representación compacta y

visualmente muy potente, que permite identificar fácilmente los puntos fuertes y débiles del curso de b-learning analizado.

La representación propuesta en forma de mapa de calor puede utilizarse como cuadro de mando ya que cumple en su mayor parte las características de Few (2006) para un *dashboard* (ver apartado 2.C):

- Es una presentación visual eficiente y atractiva, que combina texto y gráficos.
- Muestra información necesaria para lograr un objetivo específico (evaluar de la calidad de un curso de b-learning), y cuenta con información compleja, no estructurada y tática de diversas fuentes (las herramientas de recogida de datos). Muestra un conjunto de KPI (los 9 elementos), pero también otra información adicional (los atributos y los indicadores).
- Cabe en una sola pantalla de ordenador.
- Permite una información actualizada si así se requiere.
- La información puede considerarse un resumen agregado de toda la evaluación de la calidad del b-learning.
- Un mapa de calor es un mecanismo de visualización sencillo, conciso, claro e intuitivo.
- Podría ser personalizado, mostrando más o menos anillos en función de las necesidades.

4. RESULTADOS

La aplicación del modelo a un caso de estudio permite completar la descripción y obtener nuevas conclusiones. El modelo se ha aplicado en la Universidad Central del Ecuador. Se encuestó a 111 docentes de las diferentes Facultades y 677 alumnos, y se entrevistó a los responsables de las Tecnologías de la Información de la universidad.

A partir de los datos recogidos se asigna a cada indicador su nivel de cumplimiento, con valores del 1 al 5, y los resultados se incorporan al mapa de calor que constituye la herramienta de visualización (figura 2). En esta representación gráfica se pueden observar los elementos, atributos e indicadores con diferentes intensidades de colores, en función del nivel de cumplimiento alcanzado.

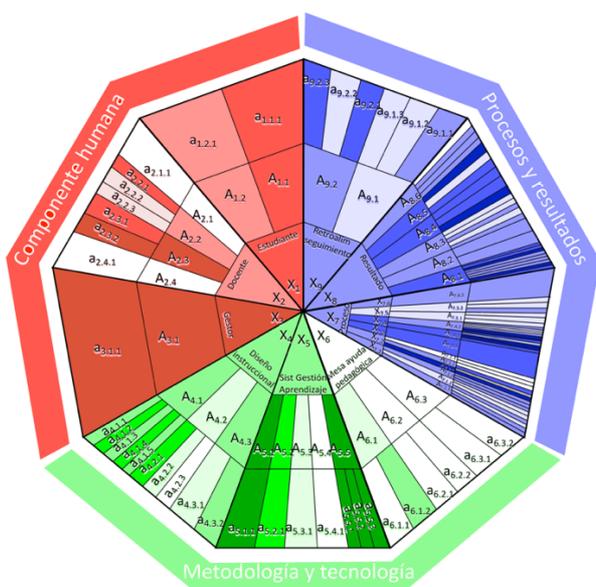


Figura 2: Mapa de calor del modelo aplicado a la UCE

El objetivo último del modelo es proporcionar una visión completa del estado de la institución y determinar qué acciones de mejora se pueden llevar a cabo para aumentar los niveles de cumplimiento de cada elemento. El mapa de calor puede constituirse en el cuadro de mando de la calidad de los cursos de b-learning de la institución. Sin ser exhaustivos, presentamos algunos resultados interesantes de la aplicación en la UCE.

En el anillo central disponemos de la información de alto nivel referente a los nueve elementos, agrupados en las tres componentes principales. En el ejemplo de la UCE, destaca el elemento “Gestor” dentro de la componente humana, como elemento con un mayor nivel de cumplimiento (nivel 5), aunque el elemento “Estudiante” de la misma componente también tiene un nivel de cumplimiento notable (nivel 4). Sin embargo, el elemento “Mesa de ayuda pedagógica” de la componente de metodología y tecnología es el que tiene un nivel de cumplimiento menor (nivel 1).

Atender únicamente al anillo más interior del mapa de calor nos da una visión general, pero puede llevar a confusión si no se analizan con detalle los atributos y los indicadores correspondiente, especialmente cuando el nivel de cumplimiento es intermedio. El cálculo de los niveles de cumplimiento de un anillo como media de los del anillo inmediatamente más externo, puede hacer que los niveles intermedios de cumplimiento se deban a valores muy dispares que contribuyen a ese cálculo. Un caso claro es el del elemento “Docente” de la componente humana. Su nivel de cumplimiento medio es intermedio (nivel 3), pero si vamos a los anillos más exteriores vemos que a nivel de atributos (anillo central) y de indicadores (anillo exterior) hay valores muy diversos. Así los atributos A2.1 y A2.4 tienen un nivel de cumplimiento mínimo (nivel 1), mientras que el atributo A2.3 tiene un nivel de cumplimiento máximo (nivel 5). Es interesante conocer que los atributos de valor más bajo son A2.1: nivel de estudios (debido al bajo número de doctores en la plantilla de la UCE) y A2.4: Contribución del docente a la transparencia (ya que muy pocos docentes publican en la web institucional los datos de sus materias, uno de los indicadores de este atributo). Sin embargo, la capacitación de los docentes es muy buena, según marca el atributo A2.3, con el máximo nivel.

5. CONCLUSIONES

En este artículo hemos presentado dos aportaciones principales: un modelo de evaluación de la calidad de los cursos de b-learning y una herramienta visual de representación de los resultados de la aplicación del modelo, útil para la toma de decisiones.

El modelo de evaluación de la calidad tiene una base teórica sólida proveniente de una revisión sistemática de la literatura, es integral, abierto y adaptable. Está formado por 3 componentes, 15 elementos y subelementos, 38 atributos y 99 indicadores, organizados de forma jerárquica y cuyos datos se obtienen a través de varias herramientas de recogida de datos validadas por expertos. La mayor aportación es formalizar los datos de diferentes tipos en una única escala formada por cinco niveles de cumplimiento, lo que permite una fácil comparación.

El mapa de calor, que se puede construir gracias a la escala de niveles de cumplimiento, es una representación compacta e intuitiva de la situación de la universidad con respecto a la calidad de los cursos b-learning. Tiene varios niveles de abstracción representados en los anillos del diagrama, lo que

permite analizar la información con diferente detalle. Cada valor de color representa un nivel de cumplimiento (entre 1 y 5), de manera que la representación es agregada, homogénea y comparable.

La herramienta tiene un potencial importante para la toma de decisiones, por lo que planteamos en un futuro continuar avanzando en esta línea de investigación. En concreto, se plantea la automatización de la obtención del cuadro de mando, para poder mantenerlo actualizado de forma más sencilla. Por otro lado, nos proponemos desarrollar una metodología sistemática de diagnóstico a partir del cuadro de mando, para conseguir la definición automática de acciones de mejora en las áreas más débiles alineadas con la estrategia de la institución.

REFERENCIAS

Aissaoui, K., & Azizi, M. (2016). Improvement of the quality of development process of {E}-learning and {M}-learning systems. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(4), 2474–2477.

Asamblea Nacional. Ley Orgánica de Ecuación Superior del Ecuador. , 298 § (2010).

Camacho Condo, A. (2013). *Modelo de acreditación de accesibilidad en la educación virtual*.

Chatterjee, C. (2016). Measurement of e-learning quality. *Proceedings of 3rd {ICACCS} 2016*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICACCS.2016.7586393>

Consejo de Educación Superior. Reglamento de Régimen Académico. , RPC·SE·13·No.051·2013 § (2016).

Eckerson, W. W. (2010). *Performance dashboards: Measuring, monitoring, and managing your business* (2nd ed). New York: Wiley.

Few, S. (2006). *Information dashboard design: The effective visual communication of data* (1st ed). Beijing ; Cambride [MA]: O'Reilly.

García Aretio, L. (2013). Historia de la Educación a Distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2(1). <https://doi.org/10.5944/ried.2.1.2084>

Genero Bocco, M. F., Cruz-Lemus, J. A., & Piattini Velthuis, M. G. (2014). *Métodos de Investigación en Ingeniería del Software*. RA-MA Editorial.

Hoffmann, M. H. W., & Bonnaud, O. (2012). Quality management for e-learning: Why must it be different from industrial and commercial quality management? *2012 International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ITHET.2012.6246052>

ISO. (2015). *ISO 9001:2015(es) - Sistemas de gestión de la calidad* [Norma]. Retrieved from International Organization for Standardization website: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>

Koper, R. (2008). Open Source and Open Standards. In J. M. Spector (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed, Vol. 31). New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Lim, K. C. (2010). Quality and Effectiveness of eLearning Courses – Some Experiences from Singapore. *Special*

Issue of the International Journal of the Computer, the Internet and Management, 18(SP1), 11.1-11.6.

Martín Núñez, J. L. (2016). *Aportes para la evaluación y mejora de la calidad en la enseñanza universitaria basada en e-learning* (PhD. Thesis). Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Spain.

Martínez-Caro, E., Cegarra-Navarro, J. G., & Cepeda-Carrión, G. (2015). An application of the performance-evaluation model for e-learning quality in higher education. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(5–6), 632–647. <https://doi.org/10.1080/14783363.2013.867607>

Mejía-Madrid, G. (2019). *El proceso de enseñanza aprendizaje apoyado en las tecnologías de la información: modelo para evaluar la calidad de los cursos b-learning en las universidades* (Universidad de Alicante). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10045/92447>

Mejía-Madrid, G., & Molina-Carmona, R. (2016a). Evaluación de las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento en el proceso de enseñanza aprendizaje en la Universidad Central del Ecuador. In R. (ed.) Roig-Vila (Ed.), *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 2154–2164). Octaedro.

Mejía-Madrid, G., & Molina-Carmona, R. (2016b). Model for Quality Evaluation and Improvement of Higher Distance Education based on Information Technology. *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 1171–1177. Salamanca, Spain: ACM.

Militaru, T.-L., Suciuc, G., & Todoran, G. (2012). The evaluation of the e-learning applications' quality. *Proceedings Elmar - International Symposium Electronics in Marine*.

Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *The Internet and Higher Education*, 14(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.10.001>

Pina, A. B. (2004). Blended learning. Conceptos básicos. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 23, 7–20.

REMA. (2013). *Propuesta de mejoras a los conceptos y definiciones sobre la modalidad a distancia y otros aspectos en el Reglamento de Régimen Académico* (p. 10). Retrieved from Red de Universidades Ecuatorianas que promueven los estudios en modalidad abierta y a distancia website: www.ces.gob.ec/doc/jkgh/observaciones%20rra%20de%20remad.pdf

UNESCO. (2009). *La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. Presented at the Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009, Paris, France. Retrieved from http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf

Vagarinho, J. P., & Llamas-Nistal, M. (2012). Quality in e-learning processes: State of art. *2012 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 1–6.