

ISSN: 1139-613X

# 4

## EDUTOOL®: UN INSTRUMENTO PARA LA EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MOOCS

(EDUTOOL®: A TOOL FOR EVALUATING AND ACCREDITING THE QUALITY OF MOOCS)

Miguel Baldomero Ramírez-Fernández  
*Universidad Pablo de Olavide, Sevilla*

José Luis Salmerón Silvera  
*Universidad Pablo de Olavide, Sevilla y Universidad Autónoma de Chile*

DOI: 10.5944/educXX1.13233

### Cómo referenciar este artículo/How to reference this article:

Baldomero, M. y Salmerón, J. L. (2015). EduTool®: Un instrumento para la evaluación y acreditación de la calidad de los MOOCs. *Educación XX1*, 18(2), 97-123, doi: 10.5944/educXX1.13233

Baldomero, M. & Salmerón, J. L. (2015). Un instrumento para la evaluación y acreditación de la calidad de los MOOCs. [EduTool®: A tool for evaluating and accrediting the quality of MOOCs.] *Educación XX1*, 18(2), 97-123, doi: 10.5944/educXX1.13233

## RESUMEN

Esta investigación analiza la calidad normativa de los cursos MOOCs (Massive Open Online Courses) a través del instrumento EduTool®, marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas (3.087.298, en vigor). Surge de una línea de trabajo de investigación de la Universidad Pablo de Olavide (Sevilla) y desarrollada en el Laboratorio de Inteligencia Computacional (LIC). EduTool® se desarrolla bajo los auspicios de la norma UNE 66181 y en el LIC se han analizado las ponderaciones de los subfactores de cada una de las dimensiones (reconocimiento de la formación, metodología de aprendizaje y niveles de accesibilidad) de esta norma sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual a los MOOCs mediante lógica difusa. En este sentido, la agregación de las variables lingüísticas de 10 jueces expertos se realizó mediante la función OR probabilística y se desfuzzificaron mediante el método del centroide de área para calcular las citadas ponderaciones. Para medir la calidad de los cursos se procedió a buscar y seleccionar relevantes plataformas MOOC: Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera. Posteriormente, por muestreo no probabilístico intencional se seleccionaron los cursos MOOCs más relevantes relativos a las categorías de informática y ciencias de la computación. Para este procedimiento de recogida de información, se habilitaron en dichas plataformas a dos ingenieros informáticos para la codificación y valoración de la calidad de estos cursos utilizando el citado instrumento. Los resultados analíticos y gráficos muestran que, de forma general, la calidad de la media de los MOOCs analizados en

cada plataforma se sitúa por encima de la puntuación que describe el mínimo exigido (50%). Así pues, se apreció una calidad media superior en las plataformas Coursera (66,34%) y EdX (62,62%), intermedia en la plataforma Udacity (54,92%) y algo inferior en la plataforma MiríadaX (50,40%).

## **PALABRAS CLAVE**

MOOC; Formación; calidad de la educación; evaluación educativa.

## **ABSTRACT**

This research analyzes the regulatory quality of MOOCs (Massive Open Online Courses) through the instrument EduTool®, trademark of the Spanish Patent and Trademark Office (3,087,298, at the present time). It arises from a line of research at the University Pablo de Olavide (Seville) and developed at the Laboratory for Computational Intelligence (LCI). EduTool® is developed under the auspices of the UNE 66181 standard, while at the LCI, the significance of the sub-factors for each of the dimensions (recognition of training, learning methodology and levels of accessibility) of this standard for Quality Management of Virtual Training for MOOC have been analyzed using fuzzy logic. In this sense, aggregation of the linguistic variables of 10 experts was performed using the probabilistic OR function and they were defuzzified using the centroid method to calculate these weights. To measure the quality of the courses, we proceeded to find and select relevant MOOC platforms: Udacity, EDX, MiríadaX and Coursera. Subsequently, the most relevant MOOCs related to computers and computer science categories were selected by intentional non-probability sampling. For this data collection method, two engineers accessed these MOOC platforms to code and assessing the quality of these courses using EduTool®. In general, the analytical and graphic results show that the quality of the average MOOCs analyzed in each platform is located above the score that describes the required minimum (50%). In this sense, a higher average quality was appreciated in Coursera (66.34%) and EDX platform (62.62%), intermediate in the Udacity platform (54.92%) and somewhat lower in the MiríadaX platform (50.40%).

## **KEY WORDS**

MOOC; Training; Educational Quality; Educational assessment.

## **INTRODUCCIÓN**

La calidad es un concepto lleno de dificultades y es necesario definirla, así como caracterizar lo que se considera un buen aprendizaje (Conole, 2013). Por ello, debe tenerse en cuenta que al utilizar un instrumento de evaluación de e-learning no explícitamente referido a los MOOCs (Arias, 2007), estos comparten rasgos comunes con los cursos online.

El movimiento MOOC es sin duda un hito en la educación del siglo XXI y ha supuesto una revolución en el modelo formación continua (Vázquez y López, 2014). De esta manera, su calidad es un campo emergente para investigadores preocupados por medir cualitativa y cuantitativamente este tipo de formación. Así pues, los estudios se centran en poder evaluar con calma qué ofrecen estos cursos en cuanto a su valor pedagógico en el ámbito de la formación a través de Internet y, lo que es más importante, cómo se pueden mejorar en este sentido (Aguaded, 2013; Guàrdia *et al.*, 2013). En esta misma línea, no parece tan evidente que los MOOCs ofrezcan formación de calidad (Martín *et al.*, 2013) y sería necesario que se mejorara si se quiere que puedan ser un hito disruptivo (Roig *et al.*, 2014).

En este sentido, de los estándares y consorcios desarrollados para la calidad de los cursos virtuales (Hilera y Hoya, 2010), se ha optado en esta investigación por la utilización del estándar AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). Su principal aportación en el campo de instrumentos e-learning es la norma UNE 66181 de Gestión de la Calidad de la Formación Virtual. Actualmente, AENOR es miembro de la ISO (International Organization for Standardization). Esta norma se actualizó en julio de 2012, tras una primera versión que databa de 2008, y establece una serie de rúbricas de indicadores de calidad con cinco niveles para cada uno de ellos.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El contexto teórico del estudio exige describir los aspectos más relevantes de la norma UNE 66181 en simbiosis con las premisas de la lógica difusa en ámbitos educativos.

### La norma UNE 66181

En los últimos años se ha desarrollado extraordinariamente el fenómeno de la formación virtual propiciado por la globalización y por el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TIC), que ha contribuido a mejorar y a ampliar la oferta educativa existente. El extraordinario aumento de esta oferta de formación virtual se debe, principalmente, a dos factores claves de éxito. Por un lado, se aprecia una creciente existencia de materiales docentes puestos a disposición de los usuarios y, por el otro, se constata la facilidad de acceso a los mercados educativos, tanto de los ofertantes como de los demandantes.

En este sentido, la norma UNE 66181 pretende servir como guía para identificar las características de las acciones formativas virtuales, de forma que los usuarios puedan seleccionar los cursos que mejor se adapten a sus expectativas, y que las organizaciones educativas puedan mejorar su oferta y, con ello,

la satisfacción de sus alumnos. De esta manera, se pretende reducir el posible diferencial existente entre las expectativas de los alumnos y su nivel de satisfacción y, por tanto, la gran oferta de la formación virtual ganará en fiabilidad y credibilidad, mitigándose el riesgo de abandono de los usuarios y proporcionando cursos virtuales garantizados por parámetros de calidad normativa.

Hay diez aspectos relevantes que deberían estar presentes en un modelo MOOC y que se definen a partir de las consideraciones hechas por parte de los participantes de diversos cursos (Guàrdia *et al.*, 2013). Por otro lado, el aprendizaje cooperativo/colaborativo debe ser una línea de desarrollo a atender en los diseños MOOC (Suárez y Gros, 2013), centrados en pedagogías más interactivas (Aparici y Silva, 2012). En base a lo anterior, estos parámetros se recogen en los tres niveles de calidad de la norma UNE que deben facilitar las organizaciones educativas ofertantes. De esta manera, las dimensiones de satisfacción de este estándar son:

- A. Nivel de calidad del factor de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.
- B. Nivel de calidad del factor de metodología de aprendizaje.
- C. Nivel de calidad del factor de accesibilidad.

La información de los niveles de calidad se expresa de acuerdo a un sistema de representación de rúbricas de estrellas acumulativas, donde una estrella representa el mínimo nivel y 5 estrellas representan el máximo nivel. Así pues, el nivel alcanzado en cada dimensión se representa por un número igual (1 a 5) de estrellas negras o rellenas acumuladas empezando por la izquierda, seguidas de las estrellas restantes hasta 5 sin color de relleno (en blanco). Por tanto, los niveles de calidad de esta norma son acumulativos, de tal forma que cada nivel es también la suma de los contenidos de los niveles anteriores.

### **La lógica difusa en el contexto educativo**

La lógica difusa es una alternativa a la lógica discreta en el sentido en el que se usan grados de pertenencia categorial en vez de adscribirse a categorías máximas de orden contrario (Zadeth, 1965). De ahí que, de forma contundente, haya sido definida como un modo de razonamiento que aplica valores múltiples de verdad o confianza a las categorías restrictivas durante la resolución de problemas (Klir *et al.*, 1997; Mendel, 2000).

De acuerdo con esto, los estudios de predicción afectivos han demostrado que las personas tienen un sesgo en la toma de decisiones debido a los errores aleatorios y sistemáticos que cometen al anticipar sus propios futuros estados emocionales (Salmerón, 2012). Teniendo en cuenta este nivel de

divergencia entre las reacciones anticipadas sobre las decisiones y con este estándar normativo como marco teórico, se sugiere usar este tipo de método que evite esos problemas.

En base a esto, los procesos educativos no siempre son discretos, pues pueden darse otras muchas posibilidades reales que hoy en día no se tienen en cuenta, o que se aplican falsamente a categorías discretas. Estos escenarios se sitúan ante un reduccionismo que no se ajusta a la verdad y la lógica difusa podría coadyuvar a plantear un lenguaje de representación que sea más fiel a la realidad que se pretende estudiar (Ballester y Colom, 2006).

En este sentido, y en la línea de estos autores, la compleja educación es caótica, es decir, incierta, y la lógica difusa es, paralelamente, una estrategia para abordar los problemas de incertidumbre. Así pues, en las evaluaciones y en otras aplicaciones flexibles de los conceptos, se introducen en las proposiciones términos imprecisos que de hecho impiden el razonamiento típico de la lógica discreta (normalmente, en general, probablemente, avanza adecuadamente, necesita mejorar, etc.), por lo que la propia teoría educativa cae en contradicción con sus propios planteamientos teóricos.

En casi todos los procesos educativos se dan, paralelamente, múltiples valores borrosos que la Teoría de la Educación, lineal y ordenada, no contempla. En base a este problema, la lógica difusa incide exactamente en estas cuestiones al estar capacitada para abordar razonamientos sobre cuestiones indefinidas (Ballester y Colom, 2006).

La relación entre la lógica discreta o tradicional y la teoría de conjuntos tiene también su proyección en la fuerte conexión que tiene lugar entre la lógica difusa y la teoría de los conjuntos borrosos. Así, si en la teoría clásica un subconjunto  $U$  de un conjunto  $S$  se puede definir, como se muestra en la fórmula 1, como una relación entre los elementos de  $S$  y los elementos del conjunto  $\{0,1\}$ :

$$U : S \rightarrow \{0,1\} \quad (1)$$

Esta relación se puede representar como un conjunto de pares ordenados, cuyo primer elemento es un elemento del conjunto  $S$ , y el segundo un elemento del conjunto  $\{0,1\}$ , con, exactamente, un par ordenado por cada elemento del conjunto  $S$ . El valor cero representa la no pertenencia al conjunto, y el valor 1, la pertenencia completa. De esta manera sentencias de la forma « $X$  está en  $U$ » se pueden evaluar buscando el par ordenado cuyo primer elemento sea  $X$ . La verdad o falsedad de esta sentencia dependerá del valor del segundo elemento del par (si vale 1 será cierta y si vale 0 será falsa).

De manera análoga se puede definir un subconjunto borroso  $F$  de un conjunto  $S$  como un conjunto de pares ordenados, cuyo primer elemento es un elemento del conjunto  $S$ , y el segundo elemento, un valor del intervalo  $[0,1]$  —intervalo cerrado— con exactamente un par ordenado por cada elemento del conjunto  $S$ . Como en el caso de la teoría tradicional, el valor 0 indica la no pertenencia al conjunto, y el valor 1, la pertenencia total; los valores entre 0 y 1 establecerán los grados de pertenencia del elemento al conjunto borroso  $F$ . Así pues, esta relación se considera una función, la función de pertenencia del conjunto  $F$ , por lo que una sentencia del tipo « $X$  está en  $F$ » se evalúa buscando entre los pares ordenados aquel cuyo primer elemento sea  $X$ . El grado de verdad de esta sentencia vendrá determinado por el valor del segundo elemento del par.

Por lo tanto, aunque no parece haber demasiada diferencia con este tipo de funciones, tiene grandes aplicaciones si se tienen en cuenta algunos ejemplos de conjuntos borrosos en el contexto educativo, como, por ejemplo, alumnos sin motivación, padres negligentes, adolescentes en situación de precariedad social, la calidad de las aulas... En este sentido, parece difícil determinar una frontera clara entre la pertenencia y la no pertenencia de un elemento a este tipo de conjuntos (Ballester y Colom, 2006).

## Escenario de la investigación

El escenario de estudio que se presenta pertenece a la línea de trabajo iniciada en la investigación «*Innovación docente 2.0 con Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Espacio Europeo de Educación Superior*», situada en el marco de la Acción 2 de Proyectos de Innovación y Desarrollo Docente de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y desarrollado en el Laboratorio de Inteligencia Computacional. De esta manera, en el LIC se hará una adaptación de este estándar mediante lógica difusa y desde este enfoque se seleccionarán diferentes plataformas MOOC de relevancia internacional para valorar cuantitativamente su calidad.

Para medir la calidad de los cursos se procedió a buscar y seleccionar las plataformas contenedoras de MOOC más relevantes y referidas en la literatura de investigación (Sandia *et al.*, 2006). En base a lo anterior, se seleccionaron cuatro plataformas (tres en inglés y una en castellano): Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera. Se empleó un muestreo no probabilístico intencional (McMillan y Schumacher, 2010), es decir, se seleccionaron los cinco cursos más relevantes de cada plataforma que estaban disponibles en el segundo trimestre del año 2014 y provenientes eminentemente de la categoría de informática y ciencias de la computación.

Para este procedimiento de recogida de información, se dio de alta en dichas plataformas a dos codificadores, ingenieros expertos en informática, y valoraron la calidad de los cursos mediante el instrumento EduTool®. Estos han cumplido holgadamente los requisitos de nivel cultural, formación y conocimiento del marco teórico labor de codificación, esto es, valorar adecuada y conjuntamente cada indicador de las dimensiones de la herramienta en cada curso de la muestra. Este proceso se completó cuando fueron valorados todos los cursos en el mes de julio de 2014.

Los criterios sobre la calidad del análisis de la codificación están basados en la validez y la fiabilidad del mismo. Así pues, la importancia de la fiabilidad de la valoración procede de la seguridad que ofrece este procedimiento en cuanto a que los indicadores han sido obtenidos con independencia del codificador que los mide. Es decir, las codificaciones son fiables porque permanecen constantes en todas las variaciones del proceso de medición.

En este sentido, la fiabilidad establece límites a la validez potencial de los resultados de la investigación y no garantiza la validez de los mismos. Por tanto, la validez de este trabajo cuenta con criterios claros para una validación de los resultados, con el fin de que otros investigadores puedan recoger las pruebas adecuadas y comprobar si las inferencias producidas son exactas. En este estudio se ha tenido en cuenta la exigencia de la validez externa y orientada a los datos, ya que se evalúa hasta qué punto la codificación de los indicadores de un instrumento o herramienta de análisis es representativa de la información inherente a los datos disponibles en los cursos de las citadas plataformas. Para justificar esta validez, se ha ido muestreando curso a curso hasta hallar una muestra representativa de cinco MOOCs por cada plataforma analizada por muestreo no probabilístico intencional en el citado periodo. Una vez conseguido este número de cursos, se puede decir que se ha obtenido una buena validez de muestreo en este análisis de selección de cursos, ya que posibles cursos adicionales proporcionarían valoraciones de calidad muy similares por parte de los codificadores.

## **OBJETIVOS**

Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

- Diseñar y elaborar el instrumento EduTool® basado en la norma UNE 66181 mediante lógica difusa.
- Valorar la calidad de los MOOCs con el instrumento EduTool® en diferentes plataformas.
- Representar gráficamente el grado de homogeneidad de la calidad de los MOOCs ofertados por dichas plataformas.

## MÉTODO

Con el fin de responder a las necesidades de este estudio, se optó por un diseño de investigación cuantitativo no experimental (McMillan y Shumacher, 2005).

### **Adaptación del instrumento de la norma UNE 66181 a los cursos MOOCs**

El universo de los MOOCs es objeto de reflexión didáctica y formativa entre diferentes autores (Daniel, 2012; Aguaded, 2013; Conole, 2013; Sangrá, 2013; Vázquez-Cano *et al.*, 2013; Zapata-Ros, 2013) y por instituciones de Educación Superior en el mundo globalizado (Haggard, 2013), pero aún son necesarias unas dimensiones e implicaciones de la visión evaluadora de los mismos que deben ser valoradas y analizadas desde diferentes puntos de vista.

La adaptación de la calidad normativa en el diseño de cursos MOOCs se va a formular para hacer frente a sus debilidades desde el punto de vista educativo. En este sentido, en el actual estadio de desarrollo de los MOOCs se observa que sus diseñadores no han utilizado adecuadamente el conocimiento científico disponible sobre e-learning para llevar a cabo sus proyectos formativos (Valverde, 2014).

En esta adaptación no se ha tomado la información de los niveles de calidad de acuerdo a un sistema de representación acumulativo de estrellas. Es decir, un curso MOOC podría incluir indicadores de distintas rúbricas de niveles de calidad superiores sin acumularse. De tal forma que se podría valorar la calidad MOOC cuantitativa con este estándar diferenciándose de la calidad cualitativa de todos los cursos que contengan la suma de los indicadores de los mismos niveles de rúbricas anteriores.

En base a lo anterior, todos los indicadores de rúbricas posteriores de cada nivel de calidad cualitativa son susceptibles de ser valorados. De esta manera, un nivel de calidad «Muy bueno» no solamente podría incluir todos los indicadores de los niveles «Inicial», «Básico» y «Bueno». Es decir, un curso con un nivel de calidad «Muy bueno» podría distinguirse cuantitativamente de otros cursos con el mismo nivel de calidad «Muy bueno» si contemplara algún indicador del nivel «Excelente» (sin llegar a serlo), y por tanto, poseer un valor añadido en cuanto a su calidad cuantitativa con respecto a los demás cursos valorados con el mismo nivel cualitativo. El objetivo de nuestra propuesta no es corregir la norma sino realizar una valoración de granularidad más fina que la meramente cualitativa.

En este sentido, los MOOCs podrían incluir indicadores de distintas rúbricas de niveles de calidad sin la restricción de ser acumulativos. Por tanto, se hace necesario el diseño de un instrumento que valore cualitativa y



cuantitativamente las dimensiones que abarcan los factores de satisfacción de los mismos. En esta investigación sobre la adaptación del estándar se ha optado por realizar una ponderación de los subfactores de cada una de las dimensiones de la norma UNE 66181 a los MOOCs mediante lógica difusa.

### **Ponderaciones de las dimensiones de la norma UNE 66181**

Las evaluaciones de los subfactores fueron realizadas por un conjunto de 10 jueces expertos, todos ellos Inspectores de Educación con extensa trayectoria profesional en supervisión, evaluación y asesoramiento del sistema educativo español. En este sentido, la selección intencional de los jueces asegura que los participantes sean expertos en un tema relevante (Bisqueira, 2004). Como se muestra en la Tabla 1, dichos expertos evaluaron con variables lingüísticas (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) cada uno de los subfactores de las dimensiones del estándar, que se aclaran en la Tabla 2.

Tabla 1  
*Valoraciones de los subfactores de las dimensiones del estándar por parte de los expertos mediante variables lingüísticas*

Experto/a	subfactor 1.1	subfactor 2.1	subfactor 2.2	subfactor 2.3	subfactor 2.4	subfactor 3.1	subfactor 3.2	subfactor 3.3
1	alto	alto	muy alto	medio	alto	alto	muy alto	alto
2	medio	medio	alto	bajo	medio	medio	medio	alto
3	medio	alto	muy alto	alto	alto	alto	alto	muy alto
4	medio	bajo	alto	alto	muy alto	medio	alto	muy alto
5	medio	medio	alto	bajo	medio	alto	medio	alto
6	medio	alto	alto	alto	muy alto	alto	alto	muy alto
7	alto	alto	muy alto	alto	muy alto	medio	medio	alto
8	alto	muy alto	alto	medio	muy alto	alto	alto	alto
9	bajo	medio	medio	alto	bajo	alto	alto	alto
10	alto	medio	medio	alto	muy alto	alto	alto	muy alto

Tabla 2  
*Subfactores de satisfacción establecidos en la norma UNE 66181:2012*

Subfactor de satisfacción 1.1	Reconocimiento de la formación para la empleabilidad
Subfactor de satisfacción 2.1	Diseño didáctico-instruccional
Subfactor de satisfacción 2.2	Recursos formativos y actividades de aprendizaje
Subfactor de satisfacción 2.3	Tutoría
Subfactor de satisfacción 2.4	Entorno Tecnológico-digital de aprendizaje
Subfactor de satisfacción 3.1	Accesibilidad hardware
Subfactor de satisfacción 3.2	Accesibilidad software
Subfactor de satisfacción 3.3	Accesibilidad web

### Funciones de pertenencia

El conjunto difuso expresa el grado de pertenencia al conjunto que tiene cada uno de los elementos. En este sentido, el conjunto difuso A en X puede definirse, como se muestra en la fórmula 2, como el conjunto de los pares ordenados:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (2)$$

donde  $\mu_A(x)$  es la función de pertenencia al conjunto difuso.

Esta función de pertenencia asocia para cada elemento de X (opinión del experto/a en la escala de variables lingüísticas) un grado de pertenencia al conjunto A. El valor de esta función está en el intervalo entre 0 y 1, siendo 1 el valor para máxima pertenencia y 0 para ninguna. En el caso de los datos de expertos, la función utilizada es de tipo II (forma de campana o Gaussiana). Como se muestra en la fórmula 3, la función simétrica Gaussiana depende de dos parámetros:  $\sigma$  (desviación típica) y  $c$  (media).

$$f(x; \sigma, c) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Así pues, en el conjunto de fórmulas 4 se definen las variables lingüísticas de los expertos.

$$\begin{aligned} \text{muy bajo} &= f(x; 0.1062, 0) \\ \text{bajo} &= f(x; 0.1062, 0.25) \\ \text{medio} &= f(x; 0.1062, 0.5) \\ \text{alto} &= f(x; 0.1062, 0.75) \\ \text{muy alto} &= f(x; 0.1062, 1) \end{aligned} \quad (4)$$

Los valores de los parámetros utilizados en la fórmula (4) se definen en base al diseño realizado de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas Gaussianas de los expertos. De esta manera, se establece la situación de los valores medios de cada una de las funciones de pertenencia proporcionalmente en el intervalo [0, 1]. Así pues, la expresión «*muy bajo*» situaría la media en 0, «*bajo*» en 0.25, «*medio*» en 0.5, «*alto*» en 0.75 y «*muy alto*» en 1.

Una vez definidas las medias, las desviaciones típicas en este tipo de expresiones gaussianas se suelen definir de tal manera que las intersecciones entre las funciones de pertenencia contiguas coincidan con el valor de la función en 0.5, como se muestra en la Figura 1 con un modelado en el

Fuzzy Logic Toolbox de Matlab®. En este caso, y atendiendo a este diseño, la desviación típica de cada función es 0.1062.

Por último, con este diseño de los parámetros de las expresiones gaussianas se garantiza que la expresión «bajo» comience con un valor nulo en el extremo del intervalo ( $x=0$ ). Y análogamente, la expresión «alto» adopta el valor nulo también cuando la abscisa tiene el valor extremo 1.

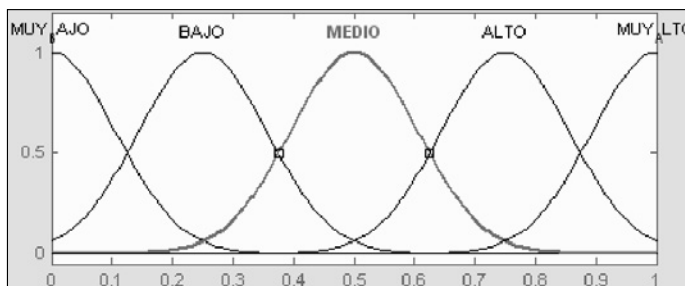


Figura 1. Funciones de pertenencia de los juicios lingüísticos de los expertos

### Agregaciones de variables lingüísticas

La agregación de las variables lingüísticas de los expertos se tratará mediante la función *Probabilistic OR*. Dicha función retorna la OR probabilística (también conocida como el *algebraic sum*). De esta manera, si  $x$  tiene dos columnas como  $x = [a; b]$ , entonces  $y = a + b - ab$ ; y si  $x$  tiene una sola columna, entonces  $y = x$ . En el escenario de la investigación, la Figura 2 representa la agregación de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas de los expertos.

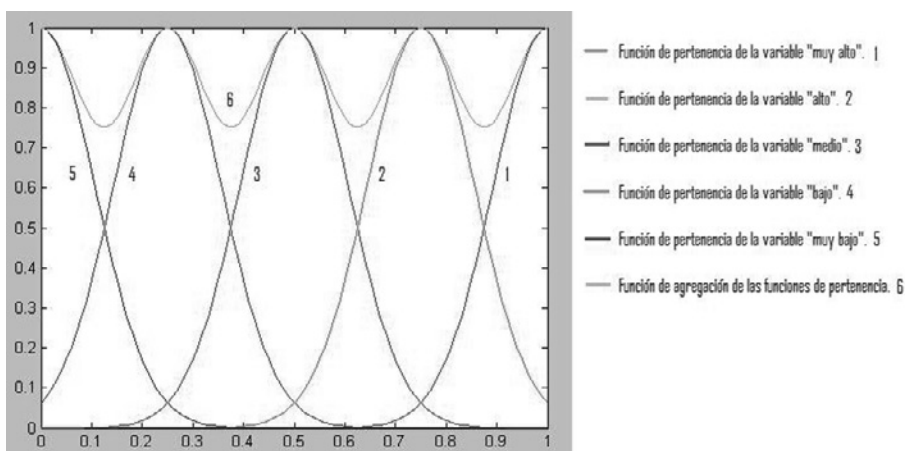


Figura 2. Función de agregación de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas de los expertos

*Desfuzzificación de datos*

Los datos de los expertos están basados en conjuntos difusos y se originan por la utilización de calificaciones lingüísticas. Después de formar los conjuntos difusos correspondientes a este estudio, es necesario obtener una respuesta a estas interpretaciones. De esta manera, la desfuzzificación consiste en pasar de una respuesta difusa a una que no lo es. Por las características que tiene este escenario, se va a utilizar el método del centroide de área. Así pues, se devolverá un valor desfuzzificado de una función de pertenencia asociada al valor de la variable  $x$ , usando la estrategia de desfuzzificación de la fórmula 5.

$$\text{Centroide} = \frac{\int_0^1 f(x)xdx}{\int_0^1 f(x)dx} \quad (5)$$

En base a los cálculos realizados, en la Tabla 3 se muestran las ponderaciones de las dimensiones del estándar UNE 66181 realizadas por los expertos mediante lógica difusa.

Tabla 3  
*Valores de las ponderaciones de las dimensiones del estándar UNE 66181 mediante lógica difusa*

Dimensión	Denominación de la dimensión	Ponderación de la dimensión
1	Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	8,85%
2	Metodología de aprendizaje	47,43%
3	Accesibilidad	43,72%

**EL INSTRUMENTO EDUTOOL®**

El instrumento EduTool®, con marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas (número de expediente en vigor: 3.087.298), tiene la siguiente estructura dimensional:

- La dimensión del reconocimiento de la formación para la empleabilidad consta de 6 ítems.
- La dimensión de la metodología de aprendizaje contiene 43 ítems distribuidos en 4 subfactores: el diseño didáctico-instruccional (11), los recursos formativos y actividades de aprendizaje (10), la tutoría (9) y el entorno tecnológico-digital de aprendizaje (13).

- La dimensión de los niveles de accesibilidad contiene 21 ítems distribuidos en 3 subfactores: la accesibilidad hardware (7), la accesibilidad software (7) y la accesibilidad web (7).

Cada ítem es dicotómico (sí/no) y mide la claridad de las pretensiones de cada indicador del subfactor de la dimensión correspondiente. Los valores defuzzificados o pesos de los subfactores obtenidos se distribuirán de forma uniforme entre los indicadores de alcance de cada uno de ellos. Se ha tomado este criterio de distribución en esta investigación porque es un modelo continuo simple. Es decir, en el caso de adaptaciones de indicadores del estándar, presuntamente estocásticos, estos solo pueden tomar valores comprendidos entre dos extremos  $a$  y  $b$ . De esta manera, todos los intervalos de una misma longitud (dentro de los extremos) tienen la misma probabilidad, como se muestra en la expresión (6).

En este sentido, los niveles de alcance (Inicial, Básico, Bueno, Muy bueno o Excelente) de un mismo subfactor tendrán el mismo peso o ponderación, que corresponderá a la parte proporcional del valor defuzzificado del subfactor dividido entre cinco niveles de alcance. Así pues, el conjunto de indicadores totales de cada nivel de alcance tendrán el mismo peso o ponderación, que corresponderá, asimismo, a la parte proporcional del número de indicadores contenidos en dicho alcance.

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{if } x \in (a, b) \\ 0 & \text{if } x \notin (a, b) \end{cases} \quad (6)$$

Por tanto, la función de distribución del reparto de pesos se obtiene integrando la función de densidad, como se muestra en la fórmula 7.

$$P(X \leq x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{if } x \in (a, b) \\ 1 & \text{if } x \geq b \end{cases} \quad (7)$$

En base a lo anterior, se clarifica el reparto de pesos o ponderaciones en el subfactor 1.1, como se muestra en la Tabla 4. La ponderación de dicho subfactor es de 9,51%. Por tanto, para cada nivel de alcance corresponderá 1,902% (9,51/5) y, según el número de indicadores que contenga cada nivel de alcance, se repartirá proporcionalmente los pesos entre cada indicador

del nivel. Así, para los indicadores del nivel «Muy bueno» corresponderá un peso de 0,951% (1,902/2).

Tabla 4

*Valores de los pesos de los indicadores del subfactor 1.1. «Reconocimiento de la formación para la empleabilidad» a partir del valor defuzzificado de la ponderación del mismo*

Dimensión 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	Inicial	No se expide ningún diploma ni certificado (en caso de recibirse algo, señalar)	1,902%
	Básico	Los alumnos reciben un diploma de asistencia	1,902%
	Bueno	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de evaluación de conocimientos adquiridos	1,902%
	Muy bueno	El certificado de conocimientos está reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio	0,951%
		Se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	0,951%
	Excelente	El título o certificado alcanzado posee validez internacional	1,902%
Peso del subfactor 1.1.: 9,51%			

En Ciencias Sociales, el diseño de instrumentos debe cumplir con dos condiciones fundamentales para su aplicación y validación: la validez de contenido y la fiabilidad. De esta manera, la validez de contenido es la eficiencia con que un instrumento mide lo que se pretende medir (Chávez, 2004; Hurtado, 2010). Es decir, el grado en el que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide y, por lo tanto, que los ítems elegidos sean realmente indicativos de lo que se quiere medir (Hernández *et al.*, 2010).

Este estudio basa la validez del contenido del instrumento en la revisión bibliográfica efectuada y el marco teórico normativo sobre el que se asienta, es decir, el estándar UNE 66181. En este sentido, se toma como premisa que esta norma cumple con los atributos de un juicio de expertos, es decir, se considera una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados en este,

y que pueden dar información, evidencia, juicios y valoraciones (Escobar y Cuervo, 2008).

Con respecto a la fiabilidad del instrumento de recogida de información, una medición es fiable o segura, cuando aplicada repetidamente a un mismo individuo o grupo, o al mismo tiempo por investigadores diferentes, da iguales o parecidos resultados (Sánchez y Guarisma, 1995). En esta misma línea discursiva, diferentes autores indican que la fiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales y a la exactitud de los datos, en el sentido de su estabilidad, repetibilidad o precisión (McMillan y Schumacher, 2010; Hernández *et al.*, 2010). En este estudio se demuestra la fiabilidad de la herramienta por la obtención de los mismos resultados al ser aplicada por diferentes investigadores y el uso de escalas libres de desviaciones debido a que cada ítem es dicotómico.

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para una mayor comprensión del estudio, los resultados se describen desde tres vertientes. En la primera de ellas se muestran los datos obtenidos de la valoración cuantitativa de la calidad de los cursos MOOCs utilizando el instrumento EduTool®. Posteriormente, se representan comparativamente las dimensiones de calidad desde una perspectiva gráfica. Y por último, se hace un análisis comparativo de los indicadores dimensionales de calidad de las plataformas MOOC.

## CALIDAD DE LOS MOOCS

La valoración de la calidad (en tanto por ciento) de los cursos de las plataformas Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera mediante el instrumento EduTool® queda reflejado en la Tabla 5. También se aclaran los datos básicos de cada curso de las citadas plataformas en la Tabla 6. Se evidencia, de forma general, que la calidad de la media de los MOOC analizados en cada plataforma se sitúa por encima de la puntuación que describe el mínimo exigido (50%). En este sentido, se percibió una media superior en la plataforma Coursera (66,34%), con unos valores de calidad que oscilan entre el 63,93 y el 67,72%. En esta línea le sigue EdX (62,62%), con unos valores que oscilan entre el 60,57 y el 65,18%. Posteriormente, se observa una media ligeramente inferior en la plataforma Udacity (54,92%), con valores que oscilan entre el 54,18 y el 55,59%. Y por último, se encuentra la plataforma MiríadaX con una media del 50,40%, con un abanico de valores situados entre el 46,22 y el 52,41%.

Tabla 5  
*Valoración de la calidad (en %) de los cursos de las plataformas mediante el instrumento EduTool®*

	Udacity					$\bar{\chi}_i$
	CURSO Uda-1	CURSO Uda-2	CURSO Uda-3	CURSO Uda-4	CURSO Uda-5	
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	5,71	5,71	6,28
<b>Dimensión 1</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>5,71</b>	<b>5,71</b>	<b>6,28</b>
Subfactor 2.1	4,53	3,83	4,53	5,57	5,57	4,81
Subfactor 2.2	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49	8,49
Subfactor 2.3	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18	5,18
Subfactor 2.4	7,96	7,25	7,25	7,25	7,25	7,39
<b>Dimensión 2</b>	<b>26,16</b>	<b>24,75</b>	<b>25,45</b>	<b>26,49</b>	<b>26,49</b>	<b>25,87</b>
Subfactor 3.1	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
Subfactor 3.2	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63	5,63
Subfactor 3.3	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65
<b>Dimensión 3</b>	<b>22,77</b>	<b>22,77</b>	<b>22,77</b>	<b>22,77</b>	<b>22,77</b>	<b>22,77</b>
<b>Valoración total</b>	<b>55,59</b>	<b>54,18</b>	<b>54,88</b>	<b>54,97</b>	<b>54,97</b>	<b>54,92</b>

	EdX					$\bar{\chi}_i$
	CURSO EdX-1	CURSO EdX-2	CURSO EdX-3	CURSO EdX-4	CURSO EdX-5	
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
<b>Dimensión 1</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>
Subfactor 2.1	6,62	6,62	7,32	6,62	6,62	6,76
Subfactor 2.2	9,90	9,90	12,73	11,32	9,90	10,75
Subfactor 2.3	5,18	5,18	5,18	7,31	5,18	5,61
Subfactor 2.4	9,55	9,55	10,08	10,08	9,02	9,66
<b>Dimensión 2</b>	<b>31,25</b>	<b>31,25</b>	<b>35,31</b>	<b>35,33</b>	<b>30,72</b>	<b>32,77</b>
Subfactor 3.1	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
Subfactor 3.2	5,63	4,22	4,22	4,22	4,22	4,50
Subfactor 3.3	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48
<b>Dimensión 3</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>
<b>Valoración total</b>	<b>61,10</b>	<b>61,10</b>	<b>65,16</b>	<b>65,18</b>	<b>60,57</b>	<b>62,62</b>



	MiríadaX					$\bar{\chi}_i$
	CURSO Mir-1	CURSO Mir-2	CURSO Mir-3	CURSO Mir-4	CURSO Mir-5	
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
<b>Dimensión 1</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>
Subfactor 2.1	8,36	6,62	6,27	7,66	4,53	6,69
Subfactor 2.2	5,19	5,19	5,19	5,19	2,83	4,72
Subfactor 2.3	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35	3,35
Subfactor 2.4	5,66	5,66	6,37	5,66	5,66	5,80
<b>Dimensión 2</b>	<b>22,56</b>	<b>20,82</b>	<b>21,18</b>	<b>21,86</b>	<b>16,37</b>	<b>20,56</b>
Subfactor 3.1	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
Subfactor 3.2	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
Subfactor 3.3	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48
<b>Dimensión 3</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>
<b>Valoración total</b>	<b>52,41</b>	<b>50,66</b>	<b>51,03</b>	<b>51,71</b>	<b>46,22</b>	<b>50,40</b>

	Coursera					$\bar{\chi}_i$
	CURSO Cou-1	CURSO Cou-2	CURSO Cou-3	CURSO Cou-4	CURSO Cou-5	
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
<b>Dimensión 1</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>	<b>6,66</b>
Subfactor 2.1	6,62	7,66	7,66	8,36	6,62	7,39
Subfactor 2.2	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73
Subfactor 2.3	5,18	6,70	6,70	6,70	6,70	6,40
Subfactor 2.4	9,55	10,08	10,08	10,08	10,08	9,97
<b>Dimensión 2</b>	<b>34,08</b>	<b>37,18</b>	<b>37,18</b>	<b>37,88</b>	<b>36,13</b>	<b>36,49</b>
Subfactor 3.1	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
Subfactor 3.2	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
Subfactor 3.3	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48	5,48
<b>Dimensión 3</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>	<b>23,19</b>
<b>Valoración total</b>	<b>63,93</b>	<b>67,03</b>	<b>67,03</b>	<b>67,72</b>	<b>65,98</b>	<b>66,34</b>

Tabla 6  
*Información básica de los cursos de las plataformas*

Código de los cursos	Titulos de los cursos	Institución	Duración (semanas)
CURSO Uda-1	Introduction to Programming in Java	San Jose State University	4
CURSO Uda-2	Machine Learning 3 - Reinforcement Learning	Brown University Georgia, Institute of Technology	4
CURSO Uda-3	Intro to Point & Click App Development	Salesforce 1 plataforma	4
CURSO Uda-4	Web Development	-	8
CURSO Uda-5	Applied Cryptography	-	8
CURSO EdX-1	Cyber-Physical Systems	University of California, Berkeley	7
CURSO EdX-2	Autonomous Navigation for Flying Robots	Technische Universität München	8
CURSO EdX-3	Software as a Service	University of California, Berkeley	8
CURSO EdX-4	Introduction to Computer Science	University of Harvard	12
CURSO EdX-5	Mechanics ReView	Massachusetts Institute of Technology	8
CURSO Mir-1	Introducción a la Programación para Ciencias e Ingeniería (2ª edición)	Universidad Politécnica de Madrid	7,5
CURSO Mir-2	Aprende Análisis Estadístico de Datos con R	Universidad Católica de Murcia	6
CURSO Mir-3	Curso Práctico de Bioestadística con R (Primera parte) (2ª edición)	Universidad CEU San Pablo	5
CURSO Mir-4	Estrategias de Marketing Online. Community Manager	Universidad CEU Cardenal Herrera	4
CURSO Mir-5	Estadística descriptiva (3ª. edición)	Universidad Politécnica de Cartagena	4
CURSO Cou-1	Creative Programmin for Digital Media & Mobile Apps	University of London International Programmes	6
CURSO Cou-2	Introduction to Systematic Program Design	The University of British Columbia	10
CURSO Cou-3	Algorithms: Design and Analysis, Part 1	Stanford University	6
CURSO Cou-4	Logic: Language and Information 2	University of Melbourne	8
CURSO Cou-5	Software Defined Networking	Georgia Institute of Technology	8

A nivel particular, se procedió al análisis de las dimensiones de calidad del estándar del instrumento planteado en los cursos de cada plataforma. Tal y como se refleja en las citadas Tablas, la totalidad de los cursos alcanzan el valor mínimo de la primera dimensión con un 6,66% (y dos cursos de la plataforma Udacity con un 5,71%).

En cuanto a la segunda dimensión o metodología de aprendizaje, se observa que los cursos de la plataforma Coursera lideran la ponderación superando el valor de calidad mínima con una media del 36,49%, con valores que oscilan entre 34,08 y 37,88%. A continuación se sitúa la media de los cursos de la plataforma EdX con un valor del 32,77%, con un conjunto de valores situados entre 30,72 y 35,33%. Posteriormente, la plataforma Udacity con un valor del 25,87%, con valoraciones situadas entre el 24,75 y el 26,49%. Y por último, los cursos de la plataforma MiríadaX no superan la calidad aceptable o media en esta segunda dimensión (23,72%).

Y analizando la tercera dimensión, se evidencia que todos los cursos superan la calidad aceptable o media exigida del 50% de la ponderación de dicha dimensión (43,72%) con una valoración del 23,19%, en las plataformas de Coursera, EdX y MiríadaX, y de un 22,77% en la plataforma de Udacity.

## REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CALIDAD DE LOS MOOCS

La perspectiva isométrica es un triedro trirrectángulo apoyado en el plano del cuadro (plano de proyección de calidad), de forma que las aristas que concurren en O son los ejes del sistema X, Y, Z (dimensiones que abarcan los factores de satisfacción de los cursos MOOCs) y forman el mismo ángulo dichos ejes con los proyectados perpendicularmente en el plano del cuadro (Izquierdo, 2000). Es decir, las escalas de reducción en las tres dimensiones serán iguales y, como consecuencia, la distorsión producida será idéntica en las tres caras del triedro.

En esta representación, el triángulo órtico ideal de calidad suprema MOOC se muestra como un triángulo equilátero con las máximas puntuaciones en todas las dimensiones de calidad (corta a los ejes en el punto 1 de los mismos, o el equivalente al 100% del total de la ponderación). Este triángulo ideal servirá como referente para medir la «falta de calidad» de los MOOCs. En este sentido, cualquier curso MOOC no ideal tendrá un triángulo oblicuo de calidad, que cortará a los ejes citados anteriormente en puntos inferiores a la unidad.

Las proyecciones de las dimensiones de la calidad normativa forman 120° entre sí. De esta manera, si se proyecta el triángulo de calidad real

de un curso MOOC (zona rayada), se puede analizar la zona de proyección de «no calidad». Es decir, con el área de la zona de «no calidad» se podría cuantificar lo alejado que se encuentra la acción formativa del triángulo equilátero órtico de calidad suprema.

De esta manera, se muestra en la Figura 3 la representación gráfica de los triángulos de calidad de los cursos MOOCs de las plataformas seleccionadas, donde se puede apreciar una zona de tolerancia de la calidad de los mismos (zona negra). Esta región representa la variación o tolerancia de los límites de la calidad real que posee la plataforma.

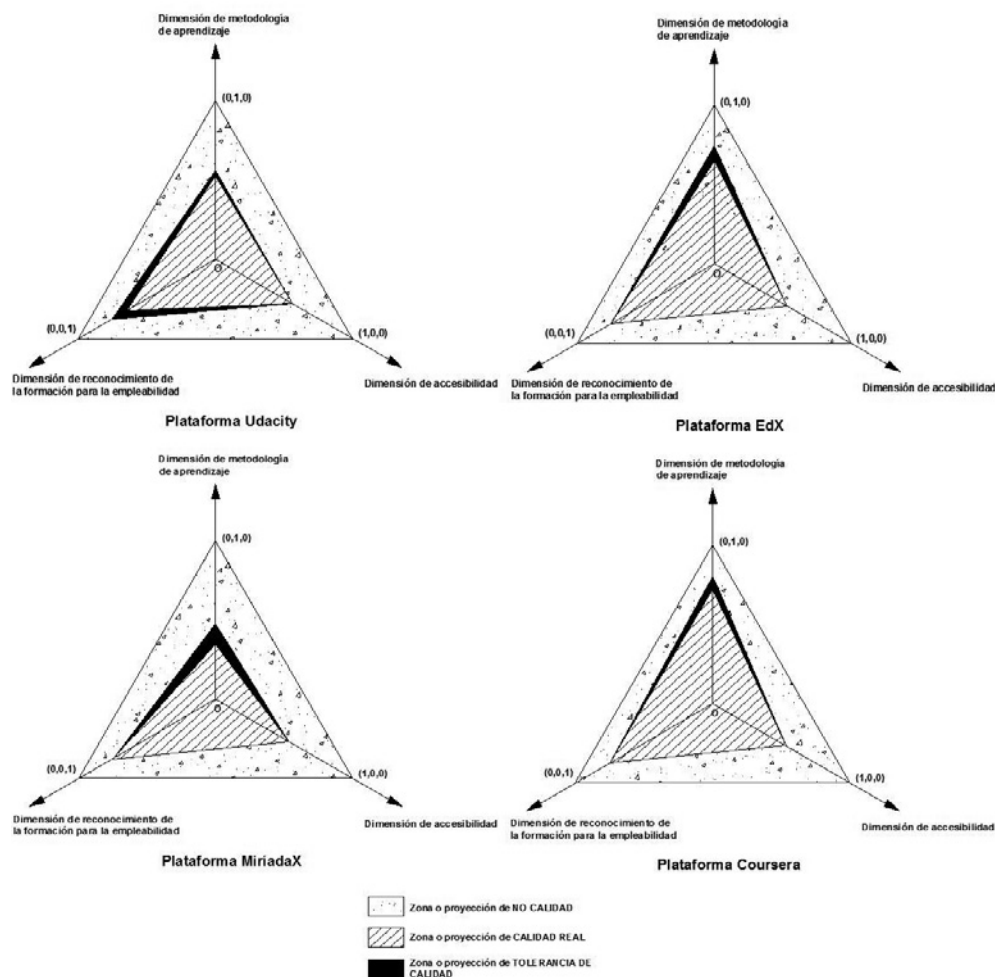


Figura 3. Representación de la calidad de los MOOCs de las plataformas analizadas

En este modelo se evidencia el grado de homogeneidad de la calidad MOOC de las plataformas analizadas. Es decir, un área de tolerancia extensa implica una gran heterogeneidad en los cursos ofertados y, sin embargo, un área reducida es consecuencia de una calidad homologada en los mismos. En la Tabla 7 se muestra el porcentaje de las zonas de tolerancia de las cuatro plataformas con respecto a la zona de calidad suprema y a la zona de calidad real de las mismas.

Tabla 7  
*Porcentaje de las zonas de tolerancia de las plataformas MOOC*

Plataformas	Zona de tolerancia (en %)	
	Con respecto al triángulo órtico (calidad suprema)	Con respecto a la zona de calidad real
Udacity	5,48	16,54
EdX	4,16	10,10
MiríadaX	5,59	19,79
Coursera	3,45	7,81

Se puede observar que, aunque las zonas de tolerancia son muy parecidas entre sí con respecto a la calidad suprema, difieren bastante con respecto a la zona de calidad real. Así pues, los MOOCs de la plataforma Coursera tienen una calidad más homogénea que los otros tres (7,81%). También se puede apreciar que MiríadaX es la plataforma que presenta una calidad más heterogénea en su oferta de cursos (19,79%), y EdX (10,10%) y Udacity (16,54%) están comprendidas entre las dos anteriores.

En base a todo lo anterior, la plataforma Coursera posee una calidad media superior (66,34%) y una mayor homogeneidad en la calidad de sus cursos. Sin embargo, la plataforma MiríadaX es la que ofrece menor calidad media en sus cursos (50,40%) y una mayor heterogeneidad en la calidad de los mismos. Y por último, EdX y Udacity se encuentran en un nivel de calidad medio entre ambas plataformas anteriores, 62,62% y 54,92%, respectivamente, al igual que su grado de homogeneidad de calidad de los cursos ofertados.

## **ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DIMENSIONALES DE CALIDAD DE LAS PLATAFORMAS MOOC**

A nivel particular, en la dimensión «reconocimiento de la formación para la empleabilidad» se observa la falta del 30% de calidad de los indicadores no superados por ningún curso de las plataformas y se propone un

título profesional internacional de los cursos ofertados y el seguimiento del reconocimiento de la formación ofrecida.

En la dimensión «metodología de aprendizaje», se puede concluir que el subfactor «diseño didáctico-instruccional» presenta una falta de calidad del 13,34% en todos los MOOCs ofertados y se plantea que se concreten los objetivos de aprendizaje en competencias específicas o resultados de aprendizaje más acordes a la realidad demandada y un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido por los usuarios. En el subfactor «recursos formativos y actividades de aprendizaje» se observa una falta de calidad del 9,75%, y se propone la gestión del conocimiento de los mismos en casi todas las plataformas. En esta línea, la tutoría presenta una falta de calidad del 10% y se propone que, además del avance de los alumnos, se realice un seguimiento de sus aprendizajes. Por último, el subfactor «entorno tecnológico-digital de aprendizaje» manifiesta una falta de calidad en todos sus cursos del 5% y se plantea un procedimiento de gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos.

Como análisis de la última dimensión «niveles de accesibilidad», aunque no se aprecia falta de calidad en el subfactor «accesibilidad hardware» debido a que los especialistas codificadores de estos indicadores tomaron como premisa que en ninguno de los MOOCs ofertados se provea de hardware a los participantes y que todos los usuarios disponían de las condiciones idóneas de accesibilidad hardware en los espacios de realización del curso, se observa un 60% de falta de calidad en el subfactor «accesibilidad software» y se propone que las plataformas presenten algún tipo de información básica sobre la adaptación de la acción formativa para ser realizada por personas con discapacidad y los problemas que podría encontrarse para realizar el curso, y que cumplan el número de requisitos mínimos necesarios de la norma UNE 139802:2009 de la acción formativa. Este último subfactor ha podido ser valorado debido al muestreo no probabilístico intencional con el que se han seleccionado los cursos MOOCs más relevantes relativos a las categorías de informática y ciencias de la computación. Pero en esta dimensión se observa una falta de calidad mayor (70%) en el subfactor «accesibilidad web» a causa también de una falta de adaptación a las personas discapacitadas, a que no se incorporan ayudas de accesibilidad identificadas y explicadas, y no se alcanzan los requisitos mínimos de nivel A y/o nivel AA de la norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa.

## CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En este estudio se llega a las mismas conclusiones que en otras investigaciones, donde queda evidenciado que los MOOCs tienen una base pedagógica

gica sólida en sus formatos (Glance *et al.*, 2013). Así pues, de forma general, se puede afirmar que la valoración de la calidad de los MOOCs analizados no solo está por encima de la puntuación mínima exigida del 50% con este instrumento, sino que estos presentan una puntuación promedio de calidad ligeramente superior a la media (Roig *et al.*, 2014). En este sentido, se aprecia una media de calidad superior en los cursos de la plataforma Coursera (66,34%). En segunda posición, con una valoración ligeramente inferior, se sitúa la plataforma EdX (62,62%). Posteriormente, le sigue la plataforma Udacity (54,92%) y, por último, se encuentra la plataforma MiríadaX con una valoración del 50,40%.

En cuanto a las plataformas estudiadas que ofertan estos MOOCs, y a diferencia de otros estudios (Roig *et al.*, 2014), existe una diferencia significativa en términos pedagógicos entre las mismas, ya que se pueden apreciar diferencias en el grado de homogeneidad de la calidad de las mismas. En este sentido, este instrumento permite analizar la calidad (individual y media) de la oferta de MOOCs y el grado de homogeneidad de la calidad ofrecida por las plataformas.

Por tanto, aunque estos cursos han irrumpido en la formación en red de forma relevante, se evidencia con la aplicación de esta herramienta adaptada de la norma UNE 66168:2012, que existe una falta de calidad cuantitativa en términos de la formación virtual (medias de valoraciones de cursos de las plataformas comprendidas entre el 66,34% y el 50,40%). Debido a esto, los MOOCs, como una nueva respuesta educativa entroncada en un entorno tecnosocial, la Red, todavía no han ensayado una ruptura con los modelos formativos on-line propios del e-learning (Roig *et al.*, 2014). Para ello se hacen necesarios nuevos caminos de investigación que abran de forma interdisciplinar núcleos de atención y reflexión sobre las deficiencias de los mismos en aquellos subfactores de las dimensiones analizadas en esta investigación.

De esta manera, se podría acreditar a las plataformas ofertantes con cursos MOOCs certificados y evitar la oferta de acciones formativas con debilidades en las metodologías de enseñanza inapropiadas desde las actuales teorías pedagógicas (Valverde, 2014) e impidiendo, en la medida de lo posible, la tendencia a la estandarización del conocimiento y los graves problemas para atender las diferencias individuales debido a la masificación, que conduce a un diseño comunicativo unidireccional, centrado en el docente y basado en el contenido. Así pues, los MOOCs se podrían mostrar como una democratización de la Educación Superior pero con unos intereses pedagógicos que priman sobre los económicos.

En cualquier caso, la valoración de la calidad de estos cursos está en la agenda de investigación para el futuro. En este sentido, se estima la necesidad de un mayor número de estudios sobre algunos indicadores de calidad e-evaluación en cursos on-line, así como estudios longitudinales (Stödberg, 2012) o comparativos (Balfour, 2013). Y, más concretamente, continuar investigando para dar respuesta a preguntas sobre métodos que mejoren fiabilidad, validez, autenticidad y seguridad de las evaluaciones de los usuarios, o sobre técnicas que ofrezcan evaluación automatizada eficaz y sistemas de retroalimentación inmediata; y cómo pueden ser integrados en ambientes de aprendizaje abiertos (Oncu y Cakir, 2011), para dar más garantía de usabilidad a las herramientas de calidad que se puedan desarrollar.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguaded, J. I. (2013). La revolución MOOCs, ¿una nueva educación desde el paradigma tecnológico? *Comunicar*, 41, 7-8.
- Aparici, R. y Silva, M. (2012). Pedagogía de la interactividad. *Comunicar*, 38, 51-58.
- Arias, J. (2007). *Evaluación de la calidad de Cursos Virtuales: Indicadores de calidad y construcción de un cuestionario de medida. Aplicación al ámbito de asignaturas de Ingeniería Telemática*. [tesis doctoral]. Universidad de Extremadura, España. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10662/333>
- Balfour, S. P. (2013). Assessing writing in MOOCs: Automated essay scoring and Calibrated Peer Review. *Research & Practice in Assessment*, 8(1), 40-48.
- Ballester, L. y Colom, A. J. (2006). Lógica difusa: una nueva epistemología para las Ciencias de la Educación. *Revista de Educación*, 340, 995-1008.
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Conole, G. (2013). Los MOOCs como tecnologías disruptivas: estrategias para mejorar la experiencia de aprendizaje y la calidad de los MOOCs. *Campus Virtuales. Revista científica iberoamericana de tecnología educativa*, 2(2), 26-28.
- Daniel, J. (2012). Making Sense of MOOCs: Musings in a Maze of Myth, Paradox and Possibility. *Journal Of Interactive Media In Education*, 3(0). Recuperado de <http://jime.open.ac.uk/jime/article/view/2012-18>.
- Chávez, N. (2004). *Introducción a la Investigación Educativa*. Venezuela: Editorial Gráficas S. A.
- Escobar, J. y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.
- Glance, D. G., Forsey, M., y Riley, M. (2013). The pedagogical foundations of massive open online courses. *First Monday*, 18(5). Recuperado de <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4350/3673>.
- Guàrdia, L., Maina, M. y Sangrà, A. (2013). MOOC Design Principles. A Pedagogical Approach from the Learner's Perspective. *eLearning Papers*, 33. Recuperado de <http://xurl.es/5jrrt>
- Haggard, S. (2013). *The Maturing of the MOOC* (Reserch No. 130). London: Department for Business Innovation y Skills – UK Government. Recuperado de [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/240193/13-1173-maturing-of-the-mooc.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/240193/13-1173-maturing-of-the-mooc.pdf).
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hilera, J. R. y Hoya, R. (2010). *Estándares de E-Learning: Guía de consulta*. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá. Recuperado de <http://www.cc.uah.es/hilera/GuiaEstandares.pdf>
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la investigación*. Venezuela: Editorial Quirón.
- Izquierdo, F. (2000). *Geometría descriptiva*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Klir, G., St. Clair, U., Yuan, B. (1997): *Fuzzy set theory: Foundations and applications*. Indianápolis: Pearson.
- Martín, O., González, F. y García, M. A. (2013). Propuesta de evaluación de

- la calidad de los MOOC a partir de la Guía Afortic. *Campus Virtuales*, 2(1), 124-132. Recuperado de [http://www.revistacampusvirtuales.es/images/volIIInum01/revista\\_campus\\_virtuales\\_01\\_ii-art10.pdf](http://www.revistacampusvirtuales.es/images/volIIInum01/revista_campus_virtuales_01_ii-art10.pdf)
- McMillan, J. H. y Shumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson-Adisson Wesley.
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based Inquiry*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Mendel, J. (2000). *Uncertain rule based fuzzy logic systems: introduction and new directions*. Nueva York: Prentice Hall.
- Oncu, S. y Cakir, H. (2011). Research in online learning environments: Priorities and methodologies. *Computers & Education*, 57(1), 1098-1108.
- Roig, R., Mengual-Andrés, S. y Suárez, C. (2014). Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC. *Currículo y formación del profesorado*, 1 (1), 27-41, Recuperado de <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev181ART2.pdf>
- Sánchez, B. y Guarisma, J. (1995). *Métodos de Investigación*. Maracay: Ediciones Universidad Bicentenario de Aragua.
- Sandia, B., Montilva, J. y Barrios, J. (2006). Cómo evaluar cursos en línea. *Educere, artículos arbitrados*, 9(31), 523-530.
- Sangrà, A. (2013). Luces y sombras de los MOOC. *Investigación y ciencia*, 444, 38-39.
- Salmerón, J. L. (2012). Fuzzy cognitive maps for artificial emotions forecasting. *Applied Soft Computing*, 12, 3704 - 3710.
- Stödberg, U. (2012). A research review of e-assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37(5), 591-604.
- Suárez, C y Gros, B. (2013). *Aprender en red: de la interacción a la colaboración*. Barcelona: Editorial UOC.
- Valverde, J. (2014). MOOCs: Una visión crítica desde las Ciencias de la Educación. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 18(1), 93-111. Recuperado de <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev181ART6.pdf>
- Vázquez-Cano, E., Méndez, J. M, Román, P. y López-Meneses, E. (2013). Diseño y desarrollo del modelo pedagógico de la plataforma educativa Quantum University Project. *Campus virtuales*, 1(2) 54-63. Recuperado de <http://www.revistacampusvirtuales.es/images/2/4.pdf>
- Vázquez Cano, E. y López Meneses, E. (2014). Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC. *Currículo y formación del profesorado*, 18(1), 3-12. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev181ed.pdf>
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information/Control*, 8, 338-353.
- Zapata-Ros, M. (2013). Analítica de aprendizaje y personalización. *Campus Virtuales. Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 2(2), 88-118.

## NORMATIVAS

- 
- Norma UNE 139802:2009. Requisitos de accesibilidad del software.
- Norma UNE 139803:2012. Requisitos de Accesibilidad para contenidos en la web.
- Norma UNE 66181:2012 sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual.

## PERFIL PROFESIONAL DE LOS AUTORES

Miguel Baldomero Ramírez-Fernández (Baldomero, M.), Profesor del Departamento de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla. Ingeniero y Doctor en Ciencias de la Educación. Miembro del grupo de investigación Sistemas y Tecnologías de la Información (TEP-240). Revisor científico de la revista IJERI. Inspector de Educación de la Junta de Andalucía.

José Luis Salmerón Silvera (Salmerón, J. L.), Catedrático de Sistemas de Información de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y de la Universidad Autónoma de Chile. Director del Laboratorio de Inteligencia Computacional de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Ha participado como director y miembro de varios grupos de investigación y proyectos profesionales trabajando en el desarrollo de algoritmos inteligentes de soporte a las decisiones, fuzzy cognitive maps y nuevas metodologías basadas en soft computing, técnicas de inteligencia artificial para diagnósticos complejos, soporte a las decisiones y métodos cuantitativos. Ha publicado en revistas como IEEE Transactions on Fuzzy Systems, IEEE Transactions on Software Engineering, Information Sciences, Applied Intelligence, Applied Soft Computing, Knowledge-Based Systems, European Journal of Operational Research, Communications of the ACM, Computer Standards & Interfaces, Journal of Software and Systems y Technovation.

Dirección de los autores: Miguel Baldomero Ramírez-Fernández  
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla  
Carretera de Utrera, km. 1  
41013 Sevilla  
E-mail: mbramfer@upo.es

José Luis Salmerón Silvera  
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla  
Carretera de Utrera, km. 1  
41013 Sevilla (España)  
y  
Universidad Autónoma de Chile  
Avenida Alemania 01090  
Temuco 4810101  
Novena Región de La Araucanía  
Chile  
Email: salmeron@acm.org

Fecha Recepción del Artículo: 12. Noviembre. 2014

Fecha Modificación Artículo: 27. Enero. 2015

Fecha Aceptación del Artículo: 30. Enero. 2015

Fecha Revisión para publicación: 30. Enero. 2015

