



Universidad Pablo de Olavide
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Educación y Psicología Social

TESIS DOCTORAL

**Modelo de reglas difuso para el análisis y
evaluación de MOOCs con la norma UNE
66181 de calidad de la formación virtual**

DOCTORANDO

D. Miguel Baldomero Ramírez Fernández

INFORME FIRMADO POR

Dr. D. Eloy López Meneses

Dr. D. José Luis Salmerón Silvera

Codirector de Tesis
Dr. D. Eloy López Meneses

Codirector de Tesis
Dr. D. José Luis Salmerón Silvera

El Doctorando
D. Miguel Baldomero Ramírez Fernández

Sevilla, noviembre 2014



TESIS DOCTORAL

Modelo de reglas difuso para el análisis y evaluación de MOOCs con la norma UNE 66181 de calidad de la formación virtual

Universidad Pablo de Olavide
Facultad de Ciencias Sociales
Departamento de Educación y Psicología Social

Presentada por D. Miguel Baldomero Ramírez Fernández

Dirigida por: Dr. D. Eloy López Meneses y Dr. D. José Luis Salmerón Silvera

Sevilla, Diciembre 2014



ÍNDICE GLOBAL

ÍNDICE GENERAL	III
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	XV
ANEXOS	XXI
ÍNDICE DE TABLAS	XXV
ÍNDICE DE FIGURAS	XXXI

ÍNDICE GENERAL

Índice del Capítulo 1

1.1.	Justificación del estudio.	2
1.2.	Objetivos de la investigación.	3
1.2.1.	Objetivos generales de la investigación.	3
1.2.2.	Objetivos específicos de la investigación.	3
1.3.	Estructura de la Tesis Doctoral.	4

Índice del Capítulo 2

2.1.	Los cursos online masivos y abiertos como nuevos espacios de expansión y construcción del conocimiento.	9
2.1.1.	Evolución histórica de los MOOCs.	11
2.1.2.	MOOCs vs E-Learning.	21
2.1.3.	Estado actual y tendencias de los MOOCs.	30
2.1.3.1.	Los MOOCs en la Unión Europea.	44
2.1.3.2.	Los MOOCs en España.	47
2.1.3.2.1.	Temas clave sobre los MOOCs.	52
2.1.3.2.2.	Tendencias futuras de los MOOCs.	55
2.1.4.	La calidad de los MOOCs.	58
2.1.4.1.	Antecedentes de la calidad de los MOOCs.	60
2.1.4.2.	La medición de la calidad en entornos virtuales.	64
2.1.4.3.	Organismos nacionales e internacionales para la medición de la calidad en entornos virtuales.	65
2.1.4.4.	La estandarización de los entornos masivos.	66
2.1.4.4.1.	Los consorcios para el desarrollo de la estandarización en entornos virtuales.	70
2.1.4.5.	La investigación en calidad sobre los MOOCs.	71
2.2.	La norma UNE 66181:2012. La calidad normativa de la formación virtual.	77
2.2.1.	Marco conceptual de la norma UNE 66181:2012.	78
2.2.1.1.	Objeto y campo de aplicación.	78
2.2.1.2.	Términos y definiciones.	78
2.2.2.	Guía de uso de la norma UNE 66181:2012.	81
2.2.3.	Descripción de los factores de satisfacción y niveles de calidad de la norma UNE 66181:2012.	82
2.3.	Lógica Difusa.	100
2.3.1.	Sistemas difusos.	103
2.3.1.1.	Estructura de los sistemas difusos.	103
2.3.1.1.1.	Fuzzificación.	104
2.3.1.1.2.	Mecanismo de inferencia difusa.	105
2.3.1.1.3.	Defuzzificación.	110
2.3.1.2.	Tipos de sistemas difusos.	114
2.3.1.2.1.	Mamdani.	114
2.3.1.2.2.	Takagi-Sugeno.	116
2.3.2.	Sistemas basados en Reglas Difusas.	118
2.3.2.1.	La base de conocimiento.	118
2.3.2.2.	El motor de inferencia.	121

2.3.2.3.	Los tipos de Sistemas Basados en Reglas Difusas.	126
2.3.2.3.1.	Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Mamdani.	127
2.3.2.3.2.	Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Takagi-Sugeno-Kang (TSK).	131
2.3.3.	La lógica difusa en el contexto educativo.	133
2.3.3.1.	Aplicaciones de la lógica difusa en el ámbito educativo.	135

Índice del Capítulo 3

3.1.	Enfoque metodológico de la investigación.	155
3.2.	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a los cursos MOOCs .	160
3.3.	Comparativa entre el estándar adaptado de la Norma UNE 66181:2012 y el instrumento de evaluación ADECUR [®] .	170
3.3.1.	El instrumento de evaluación ADECUR [®] .	171
3.3.2.	Análisis interno de los indicadores comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR [®] .	178
3.3.3.	Análisis interno de los indicadores no comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR [®] .	179
3.3.4.	Propuestas de diseño de nuevos instrumentos de evaluación de calidad de cursos MOOCs.	182
3.4.	Diseño de un instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y mediante lógica difusa: EduTool [®] .	185
3.4.1.	Valoraciones de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 por los jueces expertos.	187
3.4.1.1.	Variables lingüísticas de los juicios de expertos.	190
3.4.1.2.	Funciones de inferencia.	191
3.4.1.3.	Agregaciones de las variables lingüísticas.	192
3.4.1.4.	Defuzzificación de los datos.	193
3.4.1.5.	Ponderaciones de los indicadores de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	198
3.4.2.	Sistemas de reglas difusos sobre los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	202
3.4.3.	EduTool [®] : Una propuesta del instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	208

Índice del Capítulo 4

4.1.	Selección de una muestra de plataformas y cursos MOOCs.	228
4.1.1.	La plataforma Udacity.	228
4.1.2.	La plataforma EdX.	229
4.1.3.	La plataforma MiríadaX.	231
4.1.4.	La plataforma Coursera.	232
4.2.	Valoración de la calidad de la muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante el instrumento EduTool [®] .	234
4.2.1.	Representación gráfica de la calidad en perspectiva isométrica adaptada.	236

4.2.1.1.	Representación gráfica de la calidad de la muestra de plataformas y cursos MOOCs en perspectiva isométrica adaptada.	238
4.2.2.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.	240
4.2.3.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “metodología de aprendizaje”.	241
4.2.3.1.	Subfactor 2.1: “Diseño didáctico-instruccional”.	241
4.2.3.2.	Subfactor 2.2: “Recursos formativos y actividades de aprendizaje”.	243
4.2.3.3.	Subfactor 2.3: “Tutoría”.	245
4.2.3.4.	Subfactor 2.4: “Entorno tecnológico-digital de aprendizaje”.	246
4.2.4.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “niveles de accesibilidad”.	248
4.2.4.1.	Subfactor 3.1: “Accesibilidad hardware”.	248
4.2.4.2.	Subfactor 3.2: “Accesibilidad software”.	248
4.2.4.3.	Subfactor 3.3: “Accesibilidad web”.	249

Índice del Capítulo 5

5.1.	Conclusiones del trabajo de investigación.	253
5.2.	Limitaciones del estudio.	257
5.3.	Prospectiva y líneas futuras de la investigación.	258

Referencias bibliográficas

Anexos

Página web de la Tesis Doctoral: <http://edutool.eu>

Partes del DVD

Agradecimientos

El siguiente epígrafe es uno de los más emotivos del trabajo que aquí se presenta. Culminar este texto tiene sentido no solo porque permite cumplir una meta sino porque se hacen balances y se gira la mirada hacia atrás para darse cuenta de que existieron muchas presencias en medio de un trabajo individual y muchas veces solitario, pero de todas maneras transformador.

A la presencia paciente de una familia que entendió las ausencias de su hijo y hermano, quien en muchas ocasiones cambió los momentos de compartir por jornadas de estudio que se prolongaron durante muchos periodos.

A la prestigiosa Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, por la oportunidad que me ha brindado en la realización de esta Tesis Doctoral.

Al Catedrático Dr. D. José Luis Salmerón Silvera y al Profesor Titular Dr. D. Eloy López Meneses, mis directores de esta Tesis, por ser ante todo amigos y compañeros, y por sus acertadas, rápidas, sabias y constantes recomendaciones y enseñanzas.

A los expertos Inspectores de Educación de la Delegación Territorial de Sevilla de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte. Muy especialmente a D. Juan Carlos Rico Leonor y D. Samuel Crespo Ramos, por sus consejos y experiencias profesionales.

A la presencia de aquellos amigos y compañeros que aparentemente pasaron de largo, pero que me apoyaron en momentos cruciales sin percatarse de su infinito aporte, quienes saben lo que cuesta culminar este proceso y que con gran generosidad me dieron sus apoyos y sugerencias, sacrificando su tiempo.

A todas aquellas personas que pude haber omitido.

De todo corazón, ¡MUCHAS GRACIAS!

Nota aclaratoria

Interesa dejar constancia de que la utilización del género gramatical masculino, a lo largo de las páginas de esta Tesis Doctoral, no responde a otras intenciones que las de facilitar una lectura libre de redundancias o reiteraciones, además de acorde con la economía y la simplicidad en tanto que principios básicos de las lenguas. Por eso se evitan las oposiciones fonológicas alternativas (/o/, /a/); los archifonemas, más o menos pertinentes, que pretenden neutralizarlas (@); la presencia de los dos sustantivos con marca de género; la sustitución de unos sustantivos por otros para ocultar referencias sexuales; las perífrasis, construcciones metonímicas y aposiciones; o las dobles concordancias en artículos y adjetivos. Y se parte de una consideración general: el género es sólo un accidente gramatical que no comporta, necesariamente, valores de contenido asociados al sexo. La intención de convertir el género gramatical en marcador sexual puede ser respetable como recurso para hacer visible lo femenino, pero, desde perspectivas lingüísticas, el género gramatical masculino es una forma no marcada, y de mayor extensión, para referirse a entes de uno y otro sexo. Es decir, alude a algo distinto, más extenso, que la forma disociada y analítica de masculino más femenino, a la que comprende genéricamente. Parecida situación se verifica en otras oposiciones, singular/plural, donde el término no marcado o extenso alcanza mayor ámbito de aplicación. En definitiva, se asume con convicción una postura opuesta al sexismo y los modelos androcéntricos, no sólo desde presupuestos escuetamente formales, sino con el compromiso de las actitudes. Puesto que esta aclaración puede ser interpretada de manera diferente, además de discutible el criterio del autor, quede constancia, con lo expuesto, de las pretensiones e ideas que lo justifican (Montero, 2006).

Resumen

Desde un punto de vista histórico, los MOOCs son una evolución de anteriores experiencias en el ámbito de la Educación Abierta y el e-Learning. Entre sus antecedentes se encuentra el movimiento para los OER¹ y las iniciativas pioneras en la Educación a Distancia con tecnología digital. Es importante tener en cuenta estos antecedentes porque pueden dar pautas para valorar la innovación educativa de los MOOCs, si se apoyan en los conocimientos que aporta la investigación en educación digital y si superan las limitaciones que en el pasado manifestaron otras experiencias similares. En este sentido, estos cursos se han considerado en la literatura divulgativa y científica como una revolución con un gran potencial en el mundo educativo y formativo (Vázquez-Cano y López, 2014). De esta manera, este movimiento ha acaparado un interés mundial debido a su gran potencial para ofrecer una formación gratuita, de calidad y accesible a cualquier usuario independientemente de su país de procedencia, su formación previa y sin la necesidad de pagar por su matrícula (Liyanagunawardena *et al.*, 2013).

En esta misma línea, con la llegada acelerada de los MOOCs hoy en día, se han considerado en la literatura divulgativa y científica como una revolución con un gran potencial en el mundo educativo y formativo (Bouchard, 2011; Aguaded *et al.*, 2013), y que se implantarán en nuestras instituciones de educación superior en un horizonte de cuatro a cinco años (Durall *et al.*, 2012).

Sin embargo, hay una serie de aspectos pedagógicos que se plantean en el desarrollo de un MOOC que deben ser considerados (McAuley *et al.*, 2010a). En primer lugar, hasta qué punto los cursos MOOCs pueden promover una investigación profunda y la creación de un conocimiento sofisticado, y cómo se puede articular la dicotomía amplitud frente a la profundidad de la participación de los estudiantes. En este sentido, cabría preguntarse cómo la participación puede extenderse más allá de las personas con acceso de banda ancha a Internet y avanzadas competencias en el uso de las redes sociales. Así pues, debería ser cuestionado la identificación de los procesos y prácticas que podrían motivar a los usuarios merodeadores a ser más activos o adoptar roles más participativos. Por último, sería conveniente utilizar estrategias específicas para optimizar la contribución de los docentes y los participantes más avanzados.

En concordancia con los aspectos pedagógicos que deberían ser considerados en el diseño y desarrollo de los MOOCs, la presente investigación se justifica por la escasez de estudios de investigación relevantes en relación con el uso de la formación por muchas organizaciones educativas sin garantizar el cumplimiento del apartado 6.2 de la Norma UNE-

¹ Acrónimo en inglés de Open Educational Resources, o en castellano, Recursos Educativos en Abierto.

EN ISO 9001 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad, donde se establece que se debe “proporcionar la demanda necesaria a sus empleados y garantizar su competencia”. En este sentido, la Norma UNE 66181:2012 sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual pretende servir como brújula orientadora para identificar las características de las acciones formativas virtuales, y por ende, que los usuarios de formación no presencial puedan seleccionar los cursos MOOCs que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y que las organizaciones educativas puedan mejorar su oferta y, con ello, la satisfacción de sus estudiantes.

La importancia y la relevancia del presente estudio de investigación reside, bajo nuestro punto de vista, en indagar en el diseño y puesta en marcha de un estándar adaptado de calidad (denominado EduTool[®]; marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas, y con número 3.087.298, en vigor) que intente disminuir el posible diferencial existente entre las expectativas de los alumnos y su nivel de satisfacción sobre los cursos MOOCs 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 mínima exigible. Y de esta forma, ofrecer un escenario valorativo, de carácter evaluador y constructivo (con propuestas de mejora), de la posible calidad ofertada por diferentes plataformas MOOC.

Referente al organigrama funcional de la Tesis Doctoral, este sigue el establecido por los estudios contemporáneos en los que el planteamiento del estudio precede al marco teórico de la investigación. En este sentido, el manuscrito de investigación se encuentra constituido por cinco capítulos y un apartado correspondiente a los anexos y partes del DVD.

En el primer capítulo se describe la justificación, objetivos y estructura global del trabajo de investigación. De esta manera, se señalan los siguientes objetivos generales:

1. Valorar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante un instrumento de evaluación de calidad de la formación virtual.
2. Diseñar un instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de la formación virtual en general, y de los MOOCs en particular, basado en los motores de inferencia y sistemas de reglas difusas.

En su capítulo segundo, se muestra la revisión de la literatura científica y divulgativa acerca de los cursos online masivos y abiertos, y las líneas de investigación sobre la calidad de los MOOCs. En esta misma línea, se presenta la visión resumida del marco conceptual, guía de uso, y la descripción de los factores de satisfacción y los niveles de calidad la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual. Y por último, se establece una revisión bibliográfica acerca de los sistemas difusos, los motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas y la investigación actual en la aplicación de la lógica difusa en el contexto educativo.

En el ecuador del estudio se expone el contexto metodológico de la investigación resaltando la adaptación de la norma UNE 66181:2012 a un sistema de valoración de cursos

MOOCs. De esta manera, se compara este estándar adaptado con otro instrumento de evaluación de la formación virtual: ADECUR[®], y se propone el diseño de nuevos instrumentos de evaluación de la calidad de cursos MOOCs.

A continuación, se diseña la metodología de evaluación cuantitativa del instrumento EduTool[®] mediante un sistema de inferencia difuso que establece la valoración de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012. Esta línea de trabajo se inicia 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, subvencionados por el Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y desarrollado en el Laboratorio de Inteligencia Computacional (LIB) de la misma Universidad. En este sentido, la agregación de las variables lingüísticas de los 10 jueces expertos (Inspectores de Educación con amplia experiencia en supervisión, evaluación y asesoramiento de enseñanzas) se realizó mediante la función *OR probabilística* y se defuzzificaron mediante el método del centroide de área para calcular las ponderaciones de las dimensiones del estándar normativo.

En este sentido, se diseña la metodología de evaluación cualitativa del instrumento EduTool[®] mediante un sistema de reglas difusos sobre los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado. Y por último, se presenta el formato de la herramienta EduTool[®] como una propuesta del instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado.

En el capítulo cuarto se presentan, de forma exhaustiva y rigurosa, el análisis y discusión de los resultados obtenidos. Para ello se han seleccionado, por muestreo no probabilístico intencional, cinco cursos MOOCs de las plataformas más relevantes: Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera, 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, un ingeniero experto en informática y un pedagogo, ambos inspectores de educación, que valoraron cuantitativa y cualitativamente la calidad de los cursos seleccionados mediante el citado instrumento EduTool[®]. Esta valoración de la calidad se apoya con una representación gráfica de la calidad de las plataformas MOOC en perspectiva isométrica adaptada. En esta misma línea, se analiza pormenorizadamente los indicadores de calidad de los subfactores de las dimensiones de “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”, “*metodología de aprendizaje*” y los “*niveles de accesibilidad*”.

Los resultados analíticos y gráficos muestran que, de forma general, 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 calidad media superior en las plataformas Coursera (66,34%) y EdX (62,62%), intermedia en la plataforma Udacity (54,92%) y algo más baja en la plataforma MiríadaX (50,40%). A nivel particular, casi la

totalidad de los cursos alcanzan el valor mínimo de la primera dimensión con un 6,66%. En cuanto a la segunda dimensión, se observa que los cursos de la plataforma Coursera lideran la ponderación superando el valor de calidad mínima con una media del 36,49%, siguiéndole posteriormente EdX (32,77%), Udacity (25,87%) y MiríadaX (23,72%). Y por último, en la tercera dimensión se evidencia que todos los cursos superan la calidad aceptable o media exigida en las plataformas de Coursera, EdX y MiríadaX (23,19%) y posteriormente le sigue la plataforma Udacity (22,77%).

En el ocaso del estudio, capítulo quinto, se describen de forma completa y detallada las reflexiones y conclusiones obtenidas de la instrumentalización aplicada, resaltando los siguientes aspectos:

Se expone una exhaustiva revisión bibliográfica acerca de los MOOCs, y los sistemas difusos y los distintos tipos de motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas. A su vez, a lo largo del trabajo de investigación ha sido una constante el uso de referencias bibliográficas y reflexiones introspectivas aportadas como brújula que orientaba la fundamentación de la lógica difusa en el contexto educativo de la calidad de la formación virtual de forma general, y particularmente en los MOOCs.

En esta misma línea, de acuerdo con la literatura revisada, el instrumento que se plantea ha constatado, con valoración positiva, los criterios de validez y fiabilidad en su diseño y aplicación en la muestra de los cursos de las principales plataformas MOOC.

Por otro lado, el propósito general se ha conseguido y se llega a las mismas conclusiones que en otras investigaciones, donde queda evidenciado que los MOOCs tienen una base pedagógica 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 sólo está por encima de la puntuación media estimada, sino que éstos presentan en ello una puntuación promedio ligeramente superior a la media (Roig *et al.*, 2014).

No obstante, a tenor de las conclusiones, aunque estos cursos han irrumpido en la formación en red de forma relevante, se evidencia que existe una falta de calidad cuantitativa en términos de la formación virtual. De esta manera, se suscribe que los MOOCs, como una nueva respuesta educativa entroncada en un entorno tecnosocial, la Red, todavía no han ensayado una ruptura con los modelos formativos online propios del e-learning (Roig *et al.*, 2014).

Nuestra intención en la génesis y cristalización de este estudio se centra en la evidencia de valorar los niveles de calidad de los cursos MOOCs debido a la constatación de los datos observados. En este sentido, la valoración de la calidad de los cursos MOOCs está en la agenda de investigación para el futuro. En esta misma línea, se estima la necesidad de un mayor número de estudios sobre algunos indicadores de calidad e-evaluación en cursos online, 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 del estudiante, 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.

Por otro lado, se hace necesario futuras investigaciones en el diseño de caracterizar las dimensiones que definen una nueva pedagogía, si existe, bajo el modelo MOOC para, a partir de ahí, obtener herramientas que evalúen los indicadores de los subfactores de las mismas dimensiones a considerar. De esta manera, sería viable el análisis y comparación de herramientas de forma más eficiente, una mejora de procedimientos en los nuevos diseños de las mismas y una certificación del nivel de calidad más ajustada a la realidad.

En esta misma línea de trabajo, se podrían 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.

Por último, se quisiera cerrar estas líneas reflexivas indicando que el presente trabajo de investigación es iniciativa innovadora en la conformación de un Observatorio de la Calidad e Innovación MOOCs (OCIMOOC[®]), que pretende ser un entorno operativo-funcional y un hábitat virtual donde se configuren esquemas de cooperación científica multidisciplinar y la promoción de sinergias con otros países para la creación de futuros convenios de colaboración de carácter científico y posdoctorales que contribuyan al enriquecimiento del tejido competitivo y socio-económico del país.

Palabras clave: MOOC, calidad de la Formación Virtual, Estándares de Calidad, EduTool[®], pedagogía, evaluación, valoración, Norma UNE 66181, lógica difusa, reglas difusas, OCIMOOC[®].

Abstract

From a historical standpoint, MOOCs are an evolution of previous experiences in the field of Open Education and e-Learning. Its history is the OER movement and pioneering initiatives in distance education with digital technology. It is important to note that this background can provide guidelines for assessing educational innovation MOOCs, if supported by the knowledge that research provides on digital education and if they exceed the limitations stated in the past similar experiences. In this sense, these courses have been considered in the informative and scientific literature as a revolution with great potential in the education and training world (Vázquez-Cano and López, 2014). Thus, this movement has attracted worldwide interest because of their potential to provide a free, quality and accessible training to all users regardless of their country of origin, prior training and without the need to pay for their tuition (Liyaganawardena *et al.*, 2013b).

In the same vein, with the rapid arrival of MOOCs today, have been considered in the informative and scientific literature as a revolution with great potential in the education and training world (Bouchard, 2011; Aguaded *et al.*, 2013) and to be implemented in our institutions of higher education in a horizon of four to five years (Durall *et al.*, 2012).

However, a number of pedagogical issues that arise in the development of a MOOC have to be considered (McAuley *et al.*, 2010). First, to what extent MOOCs courses can promote a deep research and creating sophisticated knowledge, and how to articulate the dichotomy breadth versus depth of students' involvement. In this sense, one might ask how participation can extend beyond those with broadband access to the Internet and advanced skills in the use of social networks. So it should be challenged to identify the processes and practices that could motivate marauders users to be more active and take more participatory roles. Finally, it would be desirable to use specific strategies to optimize the contribution of teachers and advanced participants.

In keeping with the educational aspects that should be considered in the design and development of MOOCs, this research is justified by the lack of relevant research studies regarding the use of training by many educational organizations without ensuring compliance with 6.2 paragraph of the UNE-EN ISO 9001 rule about Management Systems for Quality, which states that one should "provide the necessary demand for their employees and ensure their competence." In this sense, the UNE 66181: 2012 rule on Quality Management of Virtual Training intended to identify the characteristics of virtual training activities, and therefore, users can select the MOOCs courses that best suit their needs and expectations, and educational organizations to improve their supply and thereby satisfying their students.

The importance and relevance of this research study lies, in our view, to investigate the design and implementation of a suitable quality standard (called EduTool[®], registered brand

with the Spanish Patent and Trademark Office, and number 3087298, in force) that can try decreasing the existing gap between the expectations of students and their level of satisfaction about the MOOCs courses and therefore the wide range of e-learning will gain credibility and reliability, decreasing the risk of abandonment of users and providing virtual guaranteed courses by parameters with required quality minimum standards. And so, provide an evaluative and constructive stage (with suggestions for improvement) of quality possible offered by different MOOC platforms.

Concerning the functional organization of the Doctoral Thesis, this work follows the established contemporary studies in which the approach of the study precedes the theoretical framework of the research. In this sense, the research manuscript is composed of five chapters and a section corresponding attachments and parts of the DVD.

In the first chapter the rationale, objectives and overall structure of the research is described. Thus, the following general objectives are identified:

1. To assess the quality of a sample of platforms and MOOCs courses using a quality assessment tool for virtual training.
2. Design a tool for qualitative and quantitative assessment of the virtual training quality in general, of particularly MOOCs, based inference engines and fuzzy rules systems.

In his second chapter, the review of the scientific and informational literature on quality of MOOCs is shown. In the same vein, the summary view of the conceptual framework, user guide, and a description of the factors of satisfaction and quality levels is presented about UNE 66181: 2012 rule on the Normative Quality of Virtual Training. And finally, a literature review on fuzzy systems, inference engines based on fuzzy rules systems and current research in the application of fuzzy logic in the educational context is established.

In half of the study, the methodological research context is discussed highlighting the adaptation of the UNE 66181:2012 rule to a MOOCs assessment system. Thus, this adapted standard is compared with another assessment instrument of virtual training: ADECUR[®], and the design of new tools for assessing of MOOCs quality is proposed.

Next, the methodology for the quantitative assessment of EduTool[®] instrument is designed using a fuzzy inference system that sets the value of the weights of dimension subfactors of the UNE 66181: 2012 adapted standard. This line of research started in "*Teaching innovation 2.0 with Information and Communication Technology in the European Higher Education Area*", located under the second Innovation and Educational Development Project Action, funded by the Teaching Department and European Convergence of Pablo de Olavide University of Seville and developed at the Computational Intelligence Laboratory (CIL) from the same university. Thus, aggregation of linguistic variables of the 10 expert judges (Inspectors of Education with extensive experience in monitoring, evaluation and assessment of teaching) was performed using the *probabilistic OR* function and defuzzyfy using area centroid method to calculate the weights of the normative standard dimensions.

In this regard, the quality assessment methodology of EduTool[®] instrument is designed by a fuzzy rules system on the dimensions subfactors of the adapted standard. Finally, the format of the EduTool[®] tool is presented as a proposal of qualitative and quantitative assessment Instrument of the MOOCs quality from the adapted standard.

The fourth chapter presents, in a comprehensive and rigorous way, the analysis and discussion of the results. For this purpose we have selected by intentional non-probabilistic sampling, five MOOCs courses of the most relevant platforms: Udacity, EdX, MiríadaX and Coursera, which were available in the second quarter of 2014 and eminently from the category of information and computer science. For this method of data collection, was discharged on these platforms two encoders, an expert computer engineer and an educator, both Inspectors in Education, who evaluated qualitatively and quantitatively the quality of the courses selected by said EduTool[®] instrument. This quality assessment is supported by a graphical representation of the MOOCs platforms quality through the adapted isometric perspective. In the same vein, it analyzes in detail the quality indicators of dimension subfactors of "recognition of training for employability", "learning methodology" and "accessibility levels".

In general, the analytical and graphs results show that the quality of the average of the MOOCs analyzed in each platform is located above the score that describes the minimum required (50%). In this regard, higher average quality were perceived in Coursera (66.34%) and EdX (62.62%) platforms, intermediate average quality in Udacity (54.92%) platform and somewhat lower in MiríadaX (50.40%). On a personal level, almost all of the courses below the minimum value of the first dimension with 6.66%. As for the second dimension, it is observed that courses of Coursera platform lead weights exceeding the minimum quality value with an average of 36.49%, later following EdX (32.77%), Udacity (25.87%) and MiríadaX (23.72%). And finally, in the third dimension is evident that all courses exceed the acceptable quality or required average in Coursera, EDX and MiríadaX (23.19%) platforms and subsequently followed Udacity (22.77%).

At the end of the study or chapter five, is fully described and detailed reflections and conclusions of applied instrumentation, highlighting the following aspects:

A comprehensive literature review on the MOOCs and different types of inference engines based on fuzzy rules systems is presented. In turn, during the research work has been used constantly bibliographic references and introspective reflections provided to guide the foundation of fuzzy logic in the educational context of the virtual training quality in general, and particularly in the MOOCs.

In the same vein, according to the literature reviewed, the criteria of validity and reliability in the design and implementation of the instrument in the sample of the courses of the main MOOC platforms was positively evidenced.

On the other hand, the general purpose has been achieved and we reach the same conclusions that in other studies, where it is shown that the MOOCs have a solid educational foundation in their formats (Glance *et al.*, 2013). So, in general, it can be stated that the assessment of the MOOCs quality of analyzed courses present an average score slightly above average (Roig *et al.*, 2014).

However, according to the findings, although these courses have bounced into the virtual training in a relevant way, it is evident that there is a lack of quantitative quality. Thus, in this work is subscribed that MOOCs, as a new educational response attached to a technosocial environment, the Web, have not yet tested a break with the own online training models of e-learning (Roig *et al.*, 2014).

Our intention in the genesis and crystallization of this study is focused on the evidence to assess the quality levels of MOOCs courses due to the finding of the observed data. Thus, the assessment of the MOOCs quality is on the agenda for future research. In the same vein, we estimate the need for more studies on some indicators of e-assessment quality in online courses, as well as longitudinal studies (Stödberg, 2012) or comparative ones (Balfour, 2013). And, more specifically, to continue investigating to answer questions about methods to improve reliability, validity, authenticity and security of student assessments, or about techniques to provide effective automated assessment and immediate feedback systems; and how they can be integrated in open learning environments (Oncu and Cakir, 2011) to give more usability assurance to quality instruments that can be developed.

In addition to this, further research is necessary to characterize the design of the dimensions that define a new teaching under the MOOC model for, thereafter, obtain tools to assess the indicators of subfactors of the same dimensions to consider. Thus, it would be the analysis and comparison between tools more efficiently, improving procedures in the new designs and making a quality level certification more in line with reality as feasible.

In this line of work, it could accredit to vendors platforms with certified MOOCs courses and avoid the offer of training activities with weaknesses in inappropriate teaching methodology from current pedagogical theories (Valverde, 2014) and preventing, as far possible, the trend towards standardization of knowledge and serious problems to attend to individual differences due to overcrowding, which leads to a unidirectional communication design, teacher-centered and based on the content. Thus, MOOCs could be a democratization of higher education but with pedagogical interests prevail over economic ones.

Finally, we would like to close these reflective lines indicating that the present research is a innovative initiative in the creation of a Observatory for Quality and Innovation MOOCs (OCIMOOC[®]), intended be an operating-functional environment and a virtual habitat where this setting allows multidisciplinary scientific cooperation schemes and promotes synergies with other countries to building future scientific collaboration agreements and postdoctoral works that contribute to the enrichment of competitive and socio-economic business network of the country.

Keywords: MOOC, Virtual Training Quality, Quality Standards, EduTool[®], pedagogy, evaluation, assessment, UNE 66181 Rule, fuzzy logic, fuzzy rules, OCIMOOC[®].

ÍNDICE DE ANEXOS

Índice de Anexos

Anexo 1.	Carta de presentación a los jueces expertos
Anexo 2.	Dossier de entrega a los jueces expertos
Anexo 3.	Instrumento EduTool [®]

ÍNDICE DE TABLAS

Índice de Tablas

Número de Tabla	Denominación	Página
Tabla 2.1.1.1	Pilares de la Educación del Informe Delors y xMooc y cMOOC. Fuente: Moya; (2013).	17
Tabla 2.1.1.2	Evolución de los MOOCs desde diciembre de 2012 a junio de 2014. Fuente: Adaptación de los datos del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey; (2014).	18
Tabla 2.1.2.1	Cantidad de referencias acerca de los MOOCs (2008-2013). Fuente: Martínez y otros; (2014).	22
Tabla 2.1.2.2	Número de artículos en JCR y Scopus (2010-2013). Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	23
Tabla 2.1.2.3	Cantidad de referencias acerca del eLearning (2008-2013). Fuente: Martínez y otros; 2014.	24
Tabla 2.1.2.4	Cantidad de referencias acerca del eLearning (1998-2003). Fuente: Martínez y otros; (2014).	24
Tabla 2.1.3.1	Autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	40
Tabla 2.1.3.2	Países de procedencia de los autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	40
Tabla 2.1.3.3	Países de procedencia de los autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	41
Tabla 2.1.3.4	Enfoque metodológico de los artículos más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	41
Tabla 2.1.3.5	Artículos más citados en el movimiento MOOC en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	42
Tabla 2.1.3.1.1	Ranking de países comunitarios que han impartido MOOCs según Open Education Europa (agosto de 2014). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Open Education Europa.	45
Tabla 2.1.3.2.4	Plataformas MOOCs utilizadas por las Universidades Españolas (diciembre de 2013). Fuente: Oliver y otros; (2014).	51
Tabla 2.1.4.5.1	Porcentaje de cursos y evaluaciones analizadas por plataforma. Fuente: Roig y otros; (2014).	72
Tabla 2.2.3.1	Información general mínima a facilitar por los suministradores. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	84
Tabla 2.2.3.2	Rúbricas de los niveles de reconocimiento de la formación para la empleabilidad. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	85
Tabla 2.2.3.3	Rúbricas de los niveles de metodología de aprendizaje. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	89
Tabla 2.2.3.4	Rúbricas de los niveles de accesibilidad. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	92
Tabla 2.2.3.5	Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	94
Tabla 2.2.3.6	Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	94

Tabla 2.2.3.7	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	95
Tabla 2.2.3.8	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	97
Tabla 2.2.3.9	Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	98
Tabla 2.2.3.10	Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	99
Tabla 2.3.2.1.1	Objetos y posibles valores para el empleo de un cajero automático. Fuente: Castillo y otros, (1997).	119
Tabla 2.3.2.1.2	Ejemplos de sustitución de reglas: Las reglas en la primera columna son equivalentes a las reglas de la segunda columna. En los seis primeros ejemplos las sustituciones se aplican a la premisa y en los cuatro últimos, a la conclusión. Fuente: Cohen y Feigenbaum, (1982).	121
Tabla 2.3.3.1.1	Conjunto de variables lingüísticas de entrada. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	137
Tabla 2.3.3.1.2	Conjunto de variable lingüística de salida. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	137
Tabla 2.3.3.1.3	Resultados de los exámenes y valores del rendimiento académico calculado. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	140
Tabla 2.3.3.1.4	Variaciones en el valor del rendimiento académico de acuerdo a criterios del examen 2. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	142
Tabla 2.3.3.1.5	Comparación de métodos de evaluación del aprendizaje de los alumnos. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	143
Tabla 2.3.3.1.6	Parámetros y variables principales utilizadas para la evaluación del aprendizaje profesional por el método del H-PLM. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	147
Tabla 3.1.1	Etapas generales de la investigación. Fuente: Adaptación de Briones; (1990).	156
Tabla 3.1.2	Características generales de la investigación.	158
Tabla 3.2.1	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración de la dimensión de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.	161
Tabla 3.2.2	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “diseño didáctico-instruccional” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	161
Tabla 3.2.3	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “recursos formativos y actividades de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	161
Tabla 3.2.4	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “tutoría” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	162
Tabla 3.2.5	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “entorno tecnológico-digital de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	162
Tabla 3.2.6	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “accesibilidad hardware” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	162
Tabla 3.2.7	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “accesibilidad software” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	163
Tabla 3.2.8	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “accesibilidad web” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	163
Tabla 3.2.9	Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	164
Tabla 3.2.10	Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	164
Tabla 3.2.11	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	165

Tabla 3.2.12	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	167
Tabla 3.2.13	Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	168
Tabla 3.2.14	Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	169
Tabla 3.3.1.1	Dimensiones, ejes de progresión y grupos de indicadores de la versión final de ADECUR [®] .	176
Tabla 3.3.1.2	Hoja de registro del eje de progresión “ambiente virtual” de la dimensión psico-didáctica de ADECUR [®] .	177
Tabla 3.3.2.1	Indicadores comunes de calidad de la dimensión “Metodología de aprendizaje” del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR [®] .	179
Tabla 3.3.3.1	Indicadores no comunes de calidad del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR [®] .	180
Tabla 3.3.4.1	Diseño de las nuevas herramientas de evaluación de calidad de los cursos MOOCs. Fuente: Ramírez y otros; (2015).	183
Tabla 3.4.1.1	Datos de los jueces expertos en la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	187
Tabla 3.4.1.2	Formulario que tienen que cumplimentar los expertos sobre la importancia que tiene cada subfactor en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	189
Tabla 3.4.1.1.1	Valoraciones de los expertos sobre la importancia que tiene cada subfactor en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	190
Tabla 3.4.1.4.1	Valores defuzzificados de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	197
Tabla 3.4.1.4.2	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.	198
Tabla 3.4.1.5.1	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” de la dimensión de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.	198
Tabla 3.4.1.5.2	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “diseño didáctico-instruccional” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	198
Tabla 3.4.1.5.3	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “recursos formativos y actividades de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	199
Tabla 3.4.1.5.4	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “tutoría” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	199
Tabla 3.4.1.5.5	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “entorno tecnológico-digital de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”.	199
Tabla 3.4.1.5.6	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “accesibilidad hardware” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	200
Tabla 3.4.1.5.7	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “accesibilidad software” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	200
Tabla 3.4.1.5.8	Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “accesibilidad web” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”.	201
Tabla 3.4.2.1	Clasificación de los subfactores.	203
Tabla 3.4.2.2	Valoraciones cualitativas de cada subfactor y del curso completo.	204
Tabla 3.4.2.3	Ejemplo de aplicación de la valoración cualitativa del subfactor de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” de la dimensión “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.	204
Tabla 3.4.2.4	Siglas utilizadas en la aplicación de las reglas difusas.	205
Tabla 3.4.3.1	Subfactor “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” de la dimensión de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” del instrumento EduTool [®] .	209
Tabla 3.4.3.2	Subfactor “diseño didáctico-instruccional” de la dimensión de “metodología de	210

	aprendizaje” del instrumento EduTool®.	
Tabla 3.4.3.3	Subfactor “recursos formativos y actividades de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje” del instrumento EduTool®.	210
Tabla 3.4.3.4	Subfactor “tutoría” de la dimensión de “metodología de aprendizaje” del instrumento EduTool®.	212
Tabla 3.4.3.5	Subfactor “entorno tecnológico-digital de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje” del instrumento EduTool®.	212
Tabla 3.4.3.6	Subfactor “accesibilidad hardware” de la dimensión de “niveles de accesibilidad” del instrumento EduTool®.	213
Tabla 3.4.3.7	Subfactor “accesibilidad software” de la dimensión de “niveles de accesibilidad” del instrumento EduTool®.	214
Tabla 3.4.3.8	Subfactor “accesibilidad web” de la dimensión de “niveles de accesibilidad” del instrumento EduTool®.	215
Tabla 3.4.3.9	Certificación del nivel de calidad valorada por el instrumento EduTool®.	215
Tabla 3.4.3.10	Informe sobre las deficiencias y propuestas de mejora de los cursos valorados por el instrumento EduTool®.	217
Tabla 3.4.3.11	Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	218
Tabla 3.4.3.12	Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	219
Tabla 3.4.3.13	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	220
Tabla 3.4.3.14	Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	221
Tabla 3.4.3.15	Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	222
Tabla 3.4.3.16	Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	223
Tabla 4.1.1.1	Cursos seleccionados de la plataforma Udacity.	229
Tabla 4.1.2.1	Cursos seleccionados de la plataforma EdX.	231
Tabla 4.1.3.1	Cursos seleccionados de la plataforma MiríadaX.	232
Tabla 4.1.4.1	Cursos seleccionados de la plataforma Coursera.	233
Tabla 4.2.1	Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma Udacity mediante el instrumento EduTool®.	234
Tabla 4.2.2	Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma EdX mediante el instrumento EduTool®.	234
Tabla 4.2.3	Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma MiríadaX mediante el instrumento EduTool®.	235
Tabla 4.2.4	Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma Coursera mediante el instrumento EduTool®.	235
Tabla 4.2.1.1.1	Porcentaje de las zonas de tolerancias de las plataformas MOOC.	240
Tabla 4.2.2.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad de la dimensión de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.	241
Tabla 4.2.3.1.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Diseño didáctico-instruccional”.	242
Tabla 4.2.3.2.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Recursos formativos y actividades de aprendizaje”.	243
Tabla 4.2.3.3.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Tutoría”.	245
Tabla 4.2.3.4.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Entorno tecnológico-digital de aprendizaje”.	246
Tabla 4.2.4.2.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Accesibilidad software”.	249
Tabla 4.2.4.3.1	Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Accesibilidad web”.	249

ÍNDICE DE FIGURAS

Índice de Figuras

Número de Figura	Denominación	Página
Figura 1.3.1	Sitio web de la Tesis Doctoral. Fuente: Elaboración propia. http://edutool.eu	5
Figura 2.1.1	Comportamiento de búsqueda de las principales plataformas MOOCs desde julio de 2012 a enero de 2014. Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: Adaptación de Google Trends, (2014).	10
Figura 2.1.2.1	Proporción de referencias acerca de los MOOCs. Fuente: Martínez y otros; (2014).	23
Figura 2.1.2.2	Proporción de referencias acerca del e-Learning (1998-2003). Fuente: Martínez y otros; (2014).	25
Figura 2.1.2.3	Proporción de referencias acerca del e-Learning (1998-2013). Fuente: Martínez y otros; (2014).	25
Figura 2.1.2.4	Co-ocurrencia de palabras clave para los MOOCs. Fuente: Martínez y otros; (2014).	26
Figura 2.1.2.5	Co-ocurrencia de palabras clave para el e-Learning. Fuente: Martínez y otros; (2014).	27
Figura 2.1.3.1	Principales Plataformas MOOCs. Fuente: Elaboración propia. http://www.wordle.net/show/wrdl/8222840/Plataformas_MOOCs	30
Figura 2.1.3.2	Ciclo de sobreexplotación de las tecnologías según Gartner. Fuente: Cabero y otros; (2014).	32
Figura 2.1.3.3	Noticia “El año de los MOOCs” en The New York Times. Fuente: http://nyti.ms/liyaCQS .	33
Figura 2.1.3.4	Principales plataformas MOOCs. Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: mooc.com; edx.org; coursera.org y udacity.com; (2014).	34
Figura 2.1.3.5	Datos demográficos de alumnos de Coursera. Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: Adaptación de Cusack, MOOC Infographic; (2013).	35
Figura 2.1.3.6	Mapa de clasificación de los MOOCs. Fuente: Mohamed; (2014).	38
Figura 2.1.3.7	Revistas con mayor cita MOOC en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013. Fuente: López-Meneses y otros; (2015).	43
Figura 2.1.3.1.1	Distribución de MOOCs en los países comunitarios (agosto de 2014). Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.	44
Figura 2.1.3.1.2	Distribución temática de MOOCs en los países comunitarios (agosto de 2014). Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.	46
Figura 2.1.3.1.3	Comparativa de los ritmos de crecimiento de MOOCs entre países comunitarios y no comunitarios (desde marzo a agosto de 2014). Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.	46
Figura 2.1.3.2.1	Distribución de los MOOCs en las Universidades Españolas. Fuente: Oliver y otros; (2014).	47
Figura 2.1.3.2.2	Distribución de los MOOCs por Comunidades Autónomas. Se cuentan 114 debido a que 3 de ellos pertenecen a más de una Universidad de Comunidades Autónomas distintas (diciembre de 2013). Fuente: Oliver y otros; (2014).	48
Figura 2.1.3.2.3	Distribución de los MOOCs de primera y segunda edición por Universidades	49

	españolas (diciembre de 2013). Fuente: Oliver y otros; (2014).	
Figura 2.1.3.2.4	Áreas temáticas de la oferta MOOC de las Universidades Españolas (diciembre de 2013). Fuente: Oliver y otros; (2014).	50
Figura 2.1.4.1.1	Contextos de aprendizaje. Fuente: Conner; (2013).	60
Figura 2.1.4.1.2	Elementos pedagógicos, organizativos y tecnológicos que interrelacionan en el CSCL. Fuente: Hernández y otros; (2014).	64
Figura 2.2.1.2.1	Ciclo de la satisfacción de las necesidades y expectativas de los usuarios de la formación virtual. Fuente: Norma UNE 66181:2012.	80
Figura 2.3.1	Un ejemplo de funciones de pertenencia de subconjuntos clásicos y difusos. Fuente: Alavi, (2013).	101
Figura 2.3.1.1.1	Esquema general del control difuso. Fuente: Gómez, (2005).	103
Figura 2.3.1.1.1.1	Función de pertenencia del singleton.	104
Figura 2.3.1.1.1.2	Ejemplo de resultado de la fuzzificación. Fuente: Jang y otros, (1997).	105
Figura 2.3.1.1.2.1	Sistema general de inferencia difuso.	106
Figura 2.3.1.1.2.2	Sistema de inferencia difuso sobre la comprensión de un tema por parte de un estudiante. Fuente: Jang y otros, (1997).	108
Figura 2.3.1.1.2.3	Proceso de obtención del conjunto difuso para la tercera regla difusa.	109
Figura 2.3.1.1.2.4	Conjunto difuso de salida resultante de la agregación.	110
Figura 2.3.1.1.3.1	Resultado de la defuzzificación.	114
Figura 2.3.2.1.1	Ejemplos de reglas para sacar dinero de un cajero automático. Fuente: Castillo y otros, (1997).	120
Figura 2.3.2.2.1	Una representación gráfica de las relaciones entre seis reglas. Fuente: Castillo y otros, (1997).	123
Figura 2.3.2.3.1.1	SBRD tipo Mamadani. Fuente: Ranjan y otros, (2015).	128
Figura 2.3.2.3.1.2	Representación de las operaciones de las funciones de pertenencia del SBRD de Mamdani. Fuente: Ranjan y otros, (2015).	129
Figura 2.3.2.3.2.1	SBRD tipo TSK.	131
Figura 2.3.3.1.1	Modelo difuso para determinar el rendimiento de los alumnos. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	136
Figura 2.3.3.1.2	Las funciones de pertenencia del examen 1 y examen 2. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	137
Figura 2.3.3.1.3	Las funciones de pertenencia de los valores del rendimiento académico. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	138
Figura 2.3.3.1.4	Defuzzificación con el método del centroide. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	140
Figura 2.3.3.1.5	Funciones de pertenencia adaptado para el examen 2. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	141
Figura 2.3.3.1.6	Reglas activas y valores del rendimiento académico para calificaciones del examen que se encuentran entre 45 y 65. Fuente: Gokmen y otros, (2010).	141
Figura 2.3.3.1.7	Modelo conceptual ServQual. Fuente: Parasuraman y otros, (1985).	144
Figura 2.3.3.1.3	Árbol de valores de los servicios educativos del Programa de Ingeniería de Gestión. Fuente: Lupo, (2013).	145
Figura 2.3.3.1.4	Estructura del esquema de la propuesta FL-PLM. Fuente: Gravani y otros, (2007).	146
Figura 2.3.3.1.5	La estructura de las funciones de pertenencia que corresponden a los valores	149

	difusos de las variables lingüísticas (a) participación y (b) planificación empleadas en el FIS-3 del esquema de la propuesta FL-PLM. Fuente: Gravani y otros, (2007).	
Figura 3.1.1	Relaciones anidadas de los diferentes enfoques adoptados en la investigación.	157
Figura 3.3.3.1	Representación de las fortalezas del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR [®] . Fuente: Ramírez y otros; (2015).	182
Figura 3.3.4.1	Representación de las dimensiones tetraédricas de los nuevos instrumentos de evaluación de calidad de los cursos MOOCs. Fuente: Ramírez y otros; (2015).	183
Figura 3.4.1.1	Dossier para la realización de la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	188
Figura 3.4.1.2	Formulario de Google Forms que ayuda a cumplimentar la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	189
Figura 3.4.1.2.1	Función de inferencia tipo II (forma de campana o Gaussiana).	191
Figura 3.4.1.2.2	Funciones de pertenencia de las expresiones lingüísticas de los expertos.	192
Figura 3.4.1.3.1	Función de agregación de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas de los expertos.	193
Figura 3.4.2.1	Una representación gráfica de las relaciones entre seis reglas. Fuente: Castillo y otros; (1997).	203
Figura 3.4.2.2	Sistema de Reglas Difuso en la aplicación Fuzzy Tool de MatLab [®] .	207
Figura 3.4.2.2	Valoración cualitativa del curso MOOC en la aplicación Fuzzy Tool de MatLab [®] .	207
Figura 4.1.1.1	Página de inicio de la Plataforma Udacity. Fuente: https://www.udacity.com/	228
Figura 4.1.2.1	Página de inicio de la Plataforma EdX. Fuente: https://www.edx.org/	230
Figura 4.1.3.1	Página de inicio de la Plataforma MiríadaX. Fuente: http://miriadax.net	231
Figura 4.1.4.1	Página de inicio de la Plataforma Coursera. Fuente: https://www.coursera.org	232
Figura 4.2.1.1	Representación en el espacio isométrico de los triángulos de calidad MOOC. Fuente: Ramírez y otros; (2015).	236
Figura 4.2.1.2	Representación isométrica adaptada de los triángulos de calidad de los cursos MOOCs. Fuente: Ramírez y otros; (2015).	237
Figura 4.2.1.3	Representación isométrica de los triángulos de calidad en los instrumentos EduTool [®] y ADECUR [®] para los cursos MOOCs. Fuente: Ramírez y otros; (2015).	237
Figura 4.2.1.1.1	Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma Udacity. Fuente: Elaboración propia.	238
Figura 4.2.1.1.2	Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma EdX. Fuente: Elaboración propia.	238
Figura 4.2.1.1.3	Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma MiríadaX. Fuente: Elaboración propia.	239
Figura 4.3.1.1.4	Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma Coursera. Fuente: Elaboración propia.	239
Figura 5.1.1	Sitio web de la Tesis Doctoral. Fuente: Elaboración propia. http://edutool.eu	257
Figura 5.3.1	Sitio web del Observatorio de Calidad e Innovación MOOCs. Fuente: http://ocimooc.eu	259

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Índice de Esquemas

Número de Esquema	Denominación	Página
Esquema 2.1.1.1	Tipos de MOOCs. Fuente: Clark, (2013).	13
Esquema 2.1.3.2.2.1	Tendencias futuras de actuación sobre el ámbito de los MOOCs. Realizado con: https://www.text2mindmap.com/NMjyUS?controller=frontpage&method=index&map=NMjyUS	56
Esquema 2.1.4.1.1	Contextos de aprendizaje. Fuente: Conner; (2013).	61
Esquema 2.1.4.3.1	Principales objetivos de AENOR.	66
Esquema 2.1.4.4.1	Principales objetivos de AENOR. Fuente: Hodgins; (2001).	67

CAPÍTULO 1

Planteamiento del estudio

Índice del Capítulo 1

1.1.	Justificación del estudio	2
1.2.	Objetivos de la investigación	3
1.2.1.	Objetivos generales de la investigación	3
1.2.2.	Objetivos específicos de la investigación	3
1.3.	Estructura de la Tesis Doctoral	4

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

Desde un punto de vista histórico, los MOOCs son una evolución de anteriores experiencias en el ámbito de la Educación Abierta y el e-Learning. Entre sus antecedentes se encuentra el movimiento para los OER¹ y las iniciativas pioneras en la Educación a Distancia con tecnología digital. Es importante tener en cuenta estos antecedentes porque pueden dar pautas para valorar la innovación educativa de los MOOCs, si se apoyan en los conocimientos que aporta la investigación en educación digital y si superan las limitaciones que en el pasado manifestaron otras experiencias similares.

En este sentido, la actual Sociedad del Conocimiento demanda a personas desarrollar nuevas habilidades y competencias para adaptarse a un mundo en continuo cambio, para ello es necesario adquirir o fortalecer habilidades como: inteligencia social, pensamiento flexible, computacional y colaboración virtual entre otros (Sánchez, 2014). En este sentido, los cursos MOOCs se han considerado en la literatura divulgativa y científica como una revolución con un gran potencial en el mundo educativo y formativo (Vázquez-Cano y López, 2014).

Por tanto, los cursos MOOCs es un camino para aprender, idealmente son cursos abiertos, participativos, distribuidos y una red de aprendizaje para toda la vida, es un camino de conexión y de colaboración, es un trabajo compartido (Vizoso, 2013). Este movimiento ha acaparado un interés mundial debido a su gran potencial para ofrecer una formación gratuita, de calidad y accesible a cualquier usuario independientemente de su país de procedencia, su formación previa y sin la necesidad de pagar por su matrícula (Liyanagunawardena *et al.*, 2013)

En esta misma línea, con la llegada acelerada de los MOOCs hoy en día, se han considerado en la literatura divulgativa y científica como una revolución con un gran potencial en el mundo educativo y formativo (Bouchard, 2011; Aguaded *et al.*, 2013), y que se implantarán en nuestras instituciones de educación superior en un horizonte de cuatro a cinco años (Durall *et al.*, 2012).

Sin embargo, hay una serie de aspectos pedagógicos que se plantean en el desarrollo de un MOOC que deben ser considerados (McAuley *et al.*, 2010a). En primer lugar, hasta qué punto los cursos MOOCs pueden promover una investigación profunda y la creación de un conocimiento sofisticado, y cómo se puede articular la dicotomía amplitud frente a la profundidad de la participación de los estudiantes. En este sentido, cabría preguntarse cómo la participación puede extenderse más allá de las personas con acceso de banda ancha a Internet y avanzadas competencias en el uso de las redes sociales. De esta manera, debería ser cuestionado la identificación de los procesos y prácticas que podrían motivar a los usuarios merodeadores a ser más activos o adoptar roles más participativos. Por último, sería conveniente utilizar estrategias específicas para optimizar la contribución de los docentes y los participantes más avanzados.

¹ Acrónimo en inglés de Open Educational Resources, o en castellano, Recursos Educativos en Abierto.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En concordancia con los aspectos pedagógicos que deberían ser considerados en el diseño y desarrollo de los MOOCs, la presente investigación se justifica por la escasez de estudios de investigación relevantes en relación con el uso de la formación por muchas organizaciones educativas sin garantizar el cumplimiento del apartado 6.2 de la Norma UNE-EN ISO 9001 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad, donde se establece que se debe “proporcionar la demanda necesaria a sus empleados y garantizar su competencia”. En este sentido, la Norma UNE 66181:2012 sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual pretende servir como brújula orientadora para identificar las características de las acciones formativas virtuales, y por ende, que los usuarios de formación no presencial puedan seleccionar los cursos MOOCs que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y que las organizaciones educativas puedan mejorar su oferta y, con ello, la satisfacción de sus estudiantes.

Por otra parte, el profesorado constituye el recurso más importante de los centros educativos, esencial para la evolución y mejora de la calidad de la enseñanza no universitaria. Los informes internacionales coinciden en que una de las claves para un mejor rendimiento académico de los estudiantes es asegurar que el profesorado tenga las competencias profesionales necesarias para ser eficaces en el aula y fomentar el desarrollo y actualización continua de las mismas. Por tanto, la necesidad de asegurar una docencia de alta calidad se ha convertido en uno de los objetivos prioritarios del “*Marco estratégico europeo de Educación y Formación*”, cuyo principal reto consiste en garantizar que todas las personas puedan adquirir competencias clave, desarrollando al mismo tiempo la excelencia y el atractivo en todos los niveles de la educación y la formación.

En esta línea, el MEC², a través del INTEF³, realiza la segunda convocatoria de 2014 de cursos de Formación en Red mediante la *Resolución de 10 de febrero de 2014, de la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades, por la que se convocan plazas para la realización de cursos de formación en red para la formación permanente del profesorado que ejerce en niveles anteriores al universitario*. Estos cursos están destinados a profesores de niveles no universitarios de centros educativos sostenidos con fondos públicos de todo el territorio nacional y centros destinados a la acción educativa española en el exterior. Así pues, en el marco de desarrollo profesional docente del profesorado del Ministerio se establece la oferta de 5.145 plazas para la formación del profesorado no universitario en cursos MOOCs en el último trimestre de 2014. En este sentido, el mismo Ministerio de Educación, Cultura y Deporte se hace susceptible de garantizar a los usuarios de formación no presencial la selección de los cursos MOOCs certificados con una cierta valoración aceptable de nivel de calidad, que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y por ende, a la satisfacción de estos profesores.

² Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

³ Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado.

Asimismo, durante la carrera profesional y académica del doctorando sustentada desde una triple vertiente: como funcionario de carrera del Cuerpo de Educación Secundaria desde el año 1998; como profesor de Informática de Gestión y Sistemas de Información del Departamento de Dirección de Empresas de la Universidad Pablo de Olavide desde el año 2003; y como funcionario de carrera del Cuerpo de Inspección Educativa desde el año 2012, el profesor Miguel Baldomero Ramírez Fernández ha tenido la preocupación constante de investigar esta temática, que se recoge en los aspectos de la evaluación del alumnado y los instrumentos aplicados para dicha evaluación, según el art. 14.2.b e la *ORDEN de 13 de julio de 2007, por la que se desarrolla la organización y el funcionamiento de la inspección educativa de Andalucía*, cometidos competenciales de su profesión principal actual.

En última instancia, la importancia y la relevancia del presente estudio de investigación reside, bajo nuestro punto de vista, en indagar en el diseño y puesta en marcha de un estándar adaptado de calidad (denominado EduTool[®]) que intente disminuir el posible diferencial existente entre las expectativas de los alumnos y su nivel de satisfacción sobre los cursos MOOCs 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 mínima exigible. Y de esta forma, ofrecer un escenario valorativo, de carácter evaluador y constructivo (con propuestas de mejora), de la posible calidad ofertada por diferentes plataformas MOOC.

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se van a delinear los objetivos de esta investigación e implicará estar consciente de que son ellos los que orientan y ayudan a conducir la investigación por el camino más correcto, dependiendo su construcción de la naturaleza de los fenómenos (Almeida y Freire, 2007). En este sentido, no se establece ninguna hipótesis de trabajo de investigación debido al marco de referencia tomado y a los objetivos establecidos (Pons, 2000).

1.2.1. Objetivos generales de la investigación

1. Valorar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante un instrumento de evaluación de calidad de la formación virtual.
2. Diseñar un instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de la formación virtual en general, y de los MOOCs en particular, basado en los motores de inferencia y sistemas de reglas difusas.

1.2.2. Objetivos específicos de la investigación

Tomando como referencia los objetivos generales planteados se consideran los siguientes objetivos específicos:

1. Presentar una revisión bibliográfica acerca de los cursos online masivos y abiertos que ofrece la literatura científica y divulgativa, y las líneas de investigación sobre la

calidad de los MOOCs; sobre los sistemas difusos, los motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas y la aplicación de la lógica difusa en el contexto educativo; y mostrar una visión resumida de la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual.

2. Adaptar la norma UNE 66181:2012 a un sistema de valoración de indicadores de cursos MOOCs y compararlo con el instrumento de evaluación de la formación virtual ADECUR[®].

3. Diseñar la metodología de valoración cuantitativa y cualitativa de la calidad de la formación virtual del instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 mediante un sistema de inferencia y de reglas difusas.

4. Valorar y analizar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante el instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 y de forma cualitativa, cuantitativa y gráficamente, a través de la perspectiva isométrica adaptada.

1.3. ESTRUCTURA DE LA TESIS DOCTORAL

El presente trabajo de investigación se encuentra estructurado en cinco capítulos y un apartado correspondiente a los anexos y secciones del DVD. Por otra parte, el organigrama funcional de la Tesis Doctoral sigue el establecido por los estudios contemporáneos en los que el planteamiento del estudio precede al marco teórico de la investigación.

En el primer capítulo se describe la justificación, objetivos y estructura global del estudio de investigación. Entre los objetivos de la misma se destacan los objetivos generales y los específicos de la Tesis Doctoral.

En su capítulo segundo, se muestra la revisión de la literatura científica y divulgativa acerca de los cursos online masivos y abiertos, y las líneas de investigación sobre la calidad de los MOOCs. En esta misma línea, se presenta la visión resumida del marco conceptual, guía de uso, y la descripción de los factores de satisfacción y los niveles de calidad la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual. Y por último, se presenta una revisión bibliográfica acerca de los sistemas difusos, los motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas y la investigación actual en la aplicación de la lógica difusa en el contexto educativo.

En el ecuador del estudio se expone el contexto metodológico de la investigación resaltando la adaptación de la norma UNE 66181:2012 a un sistema de valoración de cursos MOOCs. De esta manera, se compara este estándar adaptado con otro instrumento de evaluación de la formación virtual: ADECUR[®], y se propone el diseño de nuevos instrumentos de evaluación de la calidad de cursos MOOCs.

Posteriormente, se diseña la metodología de evaluación cuantitativa del instrumento EduTool[®] mediante un sistema de inferencia difuso que establece la valoración de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012. En esta misma línea, se diseña la metodología de evaluación cualitativa del

instrumento EduTool® mediante un sistema de reglas difusos sobre los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012. Por último, se presenta el formato de la herramienta EduTool® como una propuesta del instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

En el capítulo cuarto se presentan, de forma exhaustiva y rigurosa, el análisis y discusión de los resultados obtenidos. Para ello se han seleccionado, por muestreo no probabilístico intencional, cinco cursos MOOCs de las plataformas más relevantes: Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera, 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, cuantitativa y cualitativamente, la calidad de los cursos seleccionados mediante el citado instrumento EduTool®. Esta valoración de la calidad se apoya con una representación gráfica de la calidad de las plataformas MOOC en perspectiva isométrica adaptada. En esta misma línea, se analiza pormenorizadamente los indicadores de calidad de los subfactores de las dimensiones de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”, “metodología de aprendizaje” y los “niveles de accesibilidad”.

En el ocaso del estudio, capítulo quinto, se presentan las reflexiones y conclusiones acerca de los tópicos objetos de estudio. En última instancia, se trazan con tenues pinceladas las limitaciones del estudio y se establecen las líneas futuras de investigación, junto con los anexos, referencias bibliográficas y normativas, y el sitio web de la Tesis Doctoral: <http://edutool.eu> (Figura 1.3.1).



Figura 1.3.1. Sitio web de la Tesis Doctoral.

Fuente: *Elaboración propia.*

<http://edutool.eu>

CAPÍTULO 2

Marco teórico del estudio

Índice del Capítulo 2

2.1.	Los cursos online masivos y abiertos como nuevos espacios de expansión y construcción del conocimiento	9
2.1.1.	Evolución histórica de los MOOCs	11
2.1.2.	MOOCs vs E-Learning	21
2.1.3.	Estado actual y tendencias de los MOOCs	30
2.1.3.1.	Los MOOCs en la Unión Europea	44
2.1.3.2.	Los MOOCs en España	47
2.1.3.2.1.	Temas clave sobre los MOOCs	52
2.1.3.2.2.	Tendencias futuras de los MOOCs	55
2.1.4.	La calidad de los MOOCs	58
2.1.4.1.	Antecedentes de la calidad de los MOOCs	60
2.1.4.2.	La medición de la calidad en entornos virtuales	64
2.1.4.3.	Organismos nacionales e internacionales para la medición de la calidad en entornos virtuales	65
2.1.4.4.	La estandarización de los entornos masivos	66
2.1.4.4.1.	Los consorcios para el desarrollo de la estandarización en entornos virtuales	70
2.1.4.5.	La investigación en calidad sobre los MOOCs	71
2.2.	La norma UNE 66181:2012. La calidad normativa de la formación virtual	77
2.2.1.	Marco conceptual de la norma UNE 66181:2012	78
2.2.1.1.	Objeto y campo de aplicación	78
2.2.1.2.	Términos y definiciones	78
2.2.2.	Guía de uso de la norma UNE 66181:2012	81
2.2.3.	Descripción de los factores de satisfacción y niveles de calidad de la norma UNE 66181:2012	82
2.3.	Lógica Difusa	100
2.3.1.	Sistemas difusos	103
2.3.1.1.	Estructura de los sistemas difusos	103
2.3.1.1.1.	Fuzzificación	104
2.3.1.1.2.	Mecanismo de inferencia difusa	105
2.3.1.1.3.	Defuzzificación	110
2.3.1.2.	Tipos de sistemas difusos	114
2.3.1.2.1.	Mamdani	114
2.3.1.2.2.	Takagi-Sugeno	116
2.3.2.	Sistemas basados en Reglas Difusas	118
2.3.2.1.	La base de conocimiento	118
2.3.2.2.	El motor de inferencia	121
2.3.2.3.	Los tipos de Sistemas Basados en Reglas Difusas	126
2.3.2.3.1.	Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Mamdani	127
2.3.2.3.2.	Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Takagi-Sugeno-Kang (TSK)	131
2.3.3.	La lógica difusa en el contexto educativo	133
2.3.3.1.	Aplicaciones de la lógica difusa en el ámbito educativo	135

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO DEL ESTUDIO

2.1. LOS CURSOS ONLINE MASIVOS Y ABIERTOS COMO NUEVOS ESPACIOS DE EXPANSIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

En consonancia con Cabero y Marín (2014), el cambio en las metodologías de aula viene de la mano, en muchos casos, de Internet y de las herramientas de la Web 2.0. Asimismo con el desarrollo de una perspectiva de corte constructivista apoyado en el trabajo en grupo, suponen que la formación de los estudiantes puede ser alimentada a través de este tipo de recursos, dado que potencia, entre otros aspectos la socialización, la búsqueda de información, el logro de una meta común, etc. En esta línea discursiva, si se suma la aparición de cursos gratuitos, en línea y con el respaldo de prestigiosas Universidades Internacionales puede implicar la metamorfosis y evolución del paradigma tradicional de formación de pago y presencial. En este sentido, 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).

La aparición de cursos gratuitos, online y con el respaldo de algunas de la Universidades más prestigiosas del mundo está cambiando el tradicional paradigma de enseñanza de pago y presencial. En este sentido, este impacto educativo y social alcanzado por los COMAs¹ o MOOCs² están cambiando las reglas del juego. Proyectos como Audacity, Coursera y EdX para el ámbito anglosajón y UNED Abierta, unX y Miríada X para el ámbito hispano y portugués, están creando un entorno donde pueden probar la génesis de nuevos desafíos educativos y oportunidades que la comunidad investigadora debe afrontar tanto desde el punto de vista pedagógico como técnico. Este fenómeno didáctico presenta un gran impacto actual a nivel mundial y de insospechables futuras consecuencias.

Así pues, la Fundación CSEV³ de España realiza su apuesta de plataformas MOOCs para el ámbito iberoamericano. Su propuesta está focalizada en la evolución del concepto MOOC a través de la interacción entre alumnos, la colaboración y el sentido de comunidad, que es el germen fundamental para entornos como el del emprendimiento en la comunidad UnX o WePrendo.

El Instituto Universitario de Educación a Distancia de la UNED establece una visión novedosa de los MOOC, la del rol de facilitador. Esta institución muestra las funciones que debe desempeñar un facilitador en un curso de estas características, las herramientas tecnológicas que puede utilizar y el perfil necesario para realizar este tipo de actividad.

La propia Fundación y el portal Universia (España) han realizado un trabajo donde explican el impacto y funcionalidades de la plataforma de MOOCs para Universidades Iberoamericanas, MiríadaX. En ella, en 2013, se han impartido 58 cursos de distinta temática

¹ Acrónimo en castellano de Cursos Online Masivos y Abiertos

² Acrónimo en inglés de Massive Open Online Courses

³ Acrónimo en castellano de Centro Superior para la Enseñanza Virtual

desde Universidades, principalmente españolas, consiguiendo en mayo de 2013 superar las 300.000 inscripciones. Los alumnos proceden tanto desde España (68,5%) como desde el continente americano (31,5%).

En Sudamérica, la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil) ha analizado la inclusión digital y las habilidades de aprendizaje de los alumnos a través de la adaptación de las características de los contenidos digitales a la ubicación geográfica de los alumnos. El objetivo es desarrollar las habilidades del alumno a través de actividades colaborativas para construir y compartir conocimiento en un contexto social. Este análisis realiza un importante aporte para la eliminación de barreras culturales en la implementación de MOOCs.

Y en Norteamérica, la propia Universidad de California de Estados Unidos ha analizado la transformación de la educación a través de la educación en abierto. Esta institución estudia los retos e implicaciones del paso de tener una educación superior para la élite a tener una educación de masas y de ahí cómo llegar a una educación universal.

Ante estos hechos actuales, como apuntan los investigadores Cabero y otros (2014), con el fenómeno MOOC se encuentra esta doble disyuntiva. Por un lado, los que creen que puede ser una tecnología, o mejor dicho, una aplicación educativa tecnológica, que facilita y garantiza que una formación de calidad pueda llegar a todas las personas - independientemente de su lugar y clase social-, y los que creen que este nuevo medio no es nada nuevo y simplemente supone un nuevo modelo de negocio para las Universidades y las Instituciones, pero que su calidad deja mucho que desear (Zapata, 2013; Vázquez *et al.*, 2013) y suponen un retroceso en la aplicación educativa de las TICs. En este sentido, este apartado tratará de analizar la evolución histórica de los MOOCs, y situar su estado actual y las tendencias futuras. No obstante, para tener una idea del crecimiento en popularidad de estos cursos, en la Figura 2.1.1 se observa las estadísticas que ofrece *Google Trends* en cuanto al comportamiento de búsqueda de los principales proveedores de MOOCs.

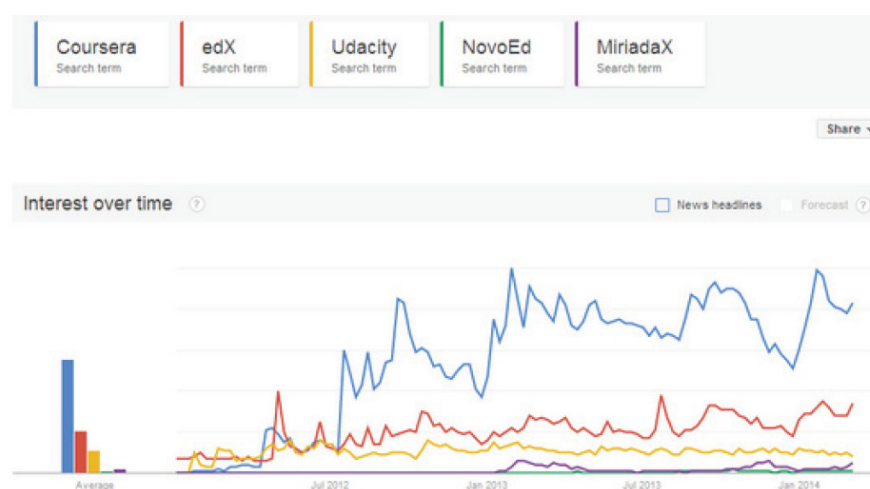


Figura 2.1.1. Comportamiento de búsqueda de las principales plataformas MOOCs desde julio de 2012 a enero de 2014.

Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: Adaptación de Google Trends, (2014).

2.1.1. Evolución histórica de los MOOCs

En la ponencia del Dr. Antonio Bartolomé Pina, titulada “4+2 años de expectativas y resultados”, del *III Workshop Internacional sobre Creación de MOOC con anotaciones multimedia* celebrado en marzo de 2014 en la Universidad de Málaga, se hizo referencia a la célebre frase “*conversar genera ideas, grandes ideas*”. Esto es lo que sucedió cuando Stephen Downes y George Siemens asistían a la conferencia Desire21Learn. Cansados de discutir sobre el Conectivismo, pensaron que experimentar el aprendizaje en red era la mejor manera de comprender el aprendizaje en red (Siemens, 2012a).

Así se diseñó su primer curso abierto, el CCK08, “*Connectivism and Connective Knowledge*”. Conforme el número de estudiantes inscritos llegó a 2300, Dave Cormier y Bryan Alexander lo acuñaron como “Massive Open Online Course” o MOOC (Siemens, 2012b). Aunque éste no fue el primer MOOC de la historia, ya que, el propio Siemens (2012a) señala que Alec Couros y David Wiley habían ofrecido cursos de este tipo en el año 2007, y añade que en los estudios sobre universidades abiertas, aprendizaje abierto y educación a distancia se encontrará fácilmente planteamientos similares.

Sin embargo, el caso más claro de MOOC se produjo años atrás, en concreto, en el 1922 (Bartolomé, 2013). La Universidad de Nueva York abrió sus cursos radiofónicos abiertos y masivos, seguida por las de Columbia, Harvard, Kansas State, Ohio State, NYU, Purdue, Rufts, y una docena más de instituciones. Aunque la línea tecnológica no era la misma, sí lo era la filosofía. Así pues, los estudiantes se matriculaban a través del correo ordinario, recibían un manual de estudio y enviaban las tareas por correo ordinario. Algunas Universidades reconocían y acreditaban los cursos. Este modelo es parecido al de los cursos xMOOC (sustituyendo los vídeos por emisiones radiofónicas, y los textos en Internet por textos en papel). En este sentido, se observa que entre la radio de hace 90 años y los MOOC tecnológicos (xMOOC) no se produce un cambio de modelo.

Actualmente los MOOCs son clases impartidas a través de plataformas tecnológicas que habilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje a miles de usuarios. Surgieron como respuesta a los retos que enfrentan instituciones educativas y organizaciones en tiempos de sobrecarga de información: hay una necesidad de capacitación de una población que busca educación de calidad a bajo costo (Cormier, 2010) y, a su vez, esperando lograr resultados a corto plazo y sin tener que aguardar un periodo escolar tradicional para tomar el curso. La flexibilidad que ofrece el modelo permite a Universidades y otras organizaciones llegar a la población que antes no era atendida para conectarla en una experiencia de aprendizaje unificado.

Por tanto, el origen de los MOOCs se puede ligar a dos fenómenos principales: el auge de los OER⁴ y el OSL⁵. En la primera década del siglo XXI fueron estas tendencias las que prepararon el terreno para que apareciera el primer MOOC hacia finales de la misma; esto fue

⁴ Acrónimo en inglés de Open Educational Resources, o en castellano, Recursos Educativos Abiertos.

⁵ Acrónimo en inglés de Open Social Learning, o en castellano, Aprendizaje Social Abierto.

resultado gracias a la existencia de una enorme cantidad de contenidos abiertos disponibles de manera organizada y de una cantidad masiva de usuarios dispuestos a tomarlos para cubrir sus necesidades de aprendizaje (Pernías y Luján, s. f.).

El modelo tiene propiamente sus raíces en la teoría pedagógica del conectivismo que desarrollaron George Siemens y Stephen Downes, es decir, un modelo que rompe con el esquema educativo tradicional en el que los alumnos aprenden de otros alumnos y, al mismo tiempo, fomenta que los alumnos participantes se desarrollen a sí mismos como un sistema interconectado que se inventa a sí mismo. De acuerdo a Wade (2012), –quien ha explorado ampliamente esta teoría de aprendizaje– el conectivismo puede ser visto como una teoría que provee guías para el desarrollo instruccional dentro de un contexto educativo debido a la noción de que el aprendizaje radica en construir y conectar el conocimiento que está distribuido en una red de conexiones. En esencia, se pueden sintetizar los principios de esta teoría de la siguiente manera:

- El aprendizaje es un proceso enfocado a conectar información o fuentes de información.
- La capacidad de adquirir nuevo conocimiento es más relevante que el conocimiento actual.
- Es necesario cuidar y mantener las conexiones creadas para facilitar el aprendizaje continuo.
- La capacidad de encontrar puntos comunes entre disciplinas, ideas y conceptos es una habilidad clave.

Esta relación de los MOOCs con el conectivismo demuestra el cambio de paradigma que está moldeando el ámbito educativo en línea y potencialmente el tradicional. Ya no existen barreras de tiempo y espacio: los estudiantes tienen acceso de manera abierta a recursos con los que construyen su aprendizaje.

Los MOOCs se presentan bajo una diversidad de organización y diseño, que no solo implican visiones diferentes sobre lo que debe ser el proceso formativo, sino también respecto a lo que en el mismo debe hacer el alumnado, las formas en que deben ser evaluados, lo que deben hacer en los mismos, y las maneras de diseñar los contenidos (Cabero *et al.*, 2014). Comenzando con el análisis de las propuestas, una de la más amplia que establece diferentes categorías de MOOC es la formulada por Clark (2013), que identifica siete tipos de MOOCs:

Sin embargo, el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey propone 6 tipos de MOOCs:

1. xMOOC (el modelo de MOOC más común). La “x” representa los MOOCs comerciales, es decir, que se ofrecen a través de plataformas comerciales o semicomerciales como Coursera, edX y Udacity. Estos MOOCs ponen su énfasis en un aprendizaje tradicional centrado en la visualización de videos y la realización de pequeños ejercicios de tipo examen. El curso se desarrolla alrededor de un docente titular y un plan de estudios básico.



Esquema 2.1.1.1. Tipos de MOOCs.

Fuente: Clark, (2013).

2. cMOOC (MOOC de Conectividad). La “c” representa los MOOCs conectivistas. Los cMOOCs fueron los primeros MOOC que surgieron. Estos cursos ponen su énfasis en la creación de conocimiento por parte de los usuarios, en la creatividad, la autonomía, y el aprendizaje social y colaborativo. Son cursos similares a un seminario de posgrado: los materiales son solo un punto de partida para entablar discusiones entre los participantes, de manera que la parte central del aprendizaje proviene de las interacciones entre ellos.

3. DOCC (Cursos Colaborativos Distribuidos en Línea). En estos cursos el material se distribuye entre alumnos de diferentes instituciones, pero la administración de dichos cursos varía pues el modelo DOCC no se basa en una pedagogía centralizada en un solo “experto” o institución en particular sino que por el contrario, los DOCC se construyen con la experiencia de participantes provenientes de diferentes contextos institucionales. Los alumnos pueden comunicarse en línea con sus compañeros de otras escuelas.

4. BOOC (Cursos Abiertos en Línea a Gran Escala). Son similares a los xMOOCs, pero el curso está limitado a un número de participantes (comúnmente no más de 50 alumnos).

5. SMOC (Cursos en Línea Masivos y Simultáneos). Lo que distingue a estos cursos es que las clases se transmiten en vivo, por lo que los usuarios están conectados en línea de manera simultánea.

6. SPOC (Pequeños Cursos en Línea y Privados). Los SPOCs utilizan la misma infraestructura que los MOOCs, aunque su alcance no es masivo y pueden incluir elementos cerrados en sus contenidos. Son cursos con un grupo limitado de participantes, similar a los BOOCs, pero con interacciones alumnado-profesorado basadas en el modelo convencional del aula. De hecho, son similares al modelo *Flipped Classroom*.

Independientemente de propuestas tan amplias como la citada, la tendencia es a considerar dos tipos básicos de MOOC, que suelen denominarse: xMOOC y cMOOC (Department for Business, Innovation and Skills, 2013; Scopeo, 2013; Vázquez *et al.*, 2013; Downes, 2012a; Siemens, 2012c; Hill, 2012). Los xMOOC tienden a ser cursos universitarios tradicionales de e-learning que se adaptan a las características de las plataformas de los MOOC, mientras que los cMOOC se apoyan en la filosofía del aprendizaje conectivista de George Siemens y Stephen Downes.

Distintos autores (Martí, 2012; Scopeo, 2013), amplían esta división con un modelo que se podría considerar como híbrido de los dos anteriores, y que tiende a apoyarse en la realización de tareas por parte del estudiante. Concretamente Martí (2012), enuncia tres grandes tipos de MOOC basados en diferentes aspectos como son: contenidos, aprendizaje distribuido en red y las tareas.

Según Cabero (2014), bajo la última propuesta señalada subyacen diferentes diseños claramente diferenciados en roles a desempeñar por los profesores y los estudiantes, en metodologías, en principios de diseño de materiales y en modelos de evaluación de los estudiantes.

Los xMOOC, son modelos de diseño de MOOC claramente apoyados en que los estudiantes adquieren una serie de contenidos; en cierta medida se podría decir que son las mismas versiones en línea de los formatos tradicionales de aprendizaje (lectura, instrucción, discusión, etc.) que las Universidades desarrollan en sus acciones de e-learning. En este sentido, son una traslación directa a las plataformas de MOOC de los materiales diseñados para el e-learning, y elaborados bajo la perspectiva de que “el contenido es el rey” (Cabero y Gisbert, 2005). Normalmente en su diseño las videoclases desempeñan un papel muy significativo como elemento de presentación de los contenidos, y más concretamente las videoclases consistentes en exposiciones de los profesores apoyadas en presentaciones en “power-point” o “prezzi”.

En esta propuesta de los xMOOC, la función del profesorado es la del experto que selecciona los contenidos que deben ser transmitidos a los estudiantes, y la de construir los ítems que conformarán las herramientas de evaluación, estandarizadas y automatizadas, que deberán superar los estudiantes para adquirir la certificación del curso. Como se puede observar, el modelo de evaluación que se utiliza es muy parecido al seguido en las clases tradicionales de formación virtual, donde de una amplia base de datos de preguntas, aleatoriamente se van construyendo exámenes diferentes para los estudiantes.

Estos xMOOC son de los que últimamente más se está hablando a nivel educativo y los que poseen el mayor número de alumnos matriculados (Martí, 2012). Son también los MOOC que se postulan como verdadero tipo de modelo de negocio, bien por favorecer la creación de una “*imagen de marca*” de la Universidad, ser fáciles de controlar, o bien por la certificación del curso a los estudiantes. Las acciones formativas de Edx, Coursera y Udacity se apoyan en este tipo de diseño.

En contrapartida los cMOOC no se centran tanto en la presentación de los contenidos de manera formalizada, sino más bien en comunidades discursivas que crean el conocimiento de forma conjunta (Lugton, 2012). Los MOOC diseñados bajo esta perspectiva están basados en el aprendizaje distribuido en red y se fundamentan en la teoría conectivista y en su modelo de aprendizaje (Siemens, 2007; Ravenscroft, 2011).

El conocimiento no se centra en los expertos, sino más bien en las conexiones que son capaces de establecer las personas que participan en estos entornos formativos (Moya, 2013), y es precisamente a partir de estas conexiones que establecen los alumnos como se llega a producir el aprendizaje. A diferencia del modelo anterior, los contenidos que se presentan en los mismos son mínimos, y una de las funciones que deben desempeñar los alumnos en ellos es el de la búsqueda, localización y mezcla de la información. Información que puede partir no solo de los documentos del entorno, sino también de los propios PLE⁶ de los estudiantes (Cabero y Marín, 2013; Adell, 2013; Ruiz-Palmero, Sánchez y Gómez, 2013).

De acuerdo con Peláez y Posada (2013, p. 180), se centran en obtener significado de la experiencia de aprendizaje con los demás. Por tanto, mientras en los xMOOC, el control está ubicado en el proceso de diseño de la acción formativa, y en los contenidos presentados, en los cMOOC, los estudiantes adquieren un papel plenamente significativo en su proceso de formación, y en ellos la interacción es un elemento clave para que se alcance el aprendizaje. Así pues, los estudiantes son cada vez más autodidactas que aprenden y desaprenden en la potenciación de la interacción y la colaboración con otros (Peláez y Posada; 2013, p. 181).

La significación que tienen las personas en este modelo de acción y diseño de los MOOC, lleva a señalar si en los xMOOC lo importante son las instituciones, en los cMOOC lo verdaderamente significativo son las personas, las contribuciones que efectúan respecto al tópico que se está analizando, y la discusión colaborativa que realizan con el resto de participantes para la construcción del conocimiento (Martí, 2012). Se basan por tanto, en la idea de que el aprendizaje se genera gracias al intercambio de información y la participación en una enseñanza conjunta y mediante la interacción intensa facilitada por la tecnología. En este sentido, se estaría hablando por tanto en este caso de un parecido a una red social de aprendizaje (Cabero *et al.*, 2014).

A diferencia de los xMOOC, los cMOOC son un nuevo espacio de aprendizaje, en algunos casos molesto e incómodo, que está entrando en las Universidades de una forma

⁶ Entornos Personales de Aprendizaje

disruptiva, que choca no sólo con la forma de enseñar sino incluso con el modelo de negocio de la propia Universidad (Vizoso, 2013).

Una vez vista su estructura, se percibe que es un modelo donde la evaluación tradicional se hace muy difícil y se suele asumir apoyado en evidencias. También se asume que el aprendizaje fundamentalmente se centra en la adquisición de habilidades por las conversaciones que se generan, subrayándose una evaluación a través de evidencias (Cabero *et al.*, 2014).

En este sentido, el diseño de estos cursos sigue planteamientos claramente diferentes a los anteriores, ya que la estructura se apoya en la presencia de facilitadores externos, utilización de una amplia gama de materiales, y la potenciación de altos niveles de control del aprendiz sobre los modos y lugares de interacción. Por lo general suelen existir sesiones sincrónicas semanales con facilitadores y ponentes invitados, intercambios de información a través de foros, blog y redes sociales, y la utilización de una diversidad de recursos como pueden ser mapas conceptuales, vídeos, presentaciones multimedia y podcasts.

Esta estructura ha llevado a algunos autores a considerar a los cMOOC como muy caóticos ya que no son prescriptivos, y los participantes establecen sus propias metas de aprendizaje y el tipo de compromiso, lo que repercutirá para que los alumnos no necesariamente adquieren un conocimiento fijo y las habilidades preconfiguradas en sus inicios (Lugton, 2012). Por ello, estos cursos MOOC resultan más complejos a la hora de establecer unas competencias fijas para todos los participantes, y la concepción de un certificado donde se especifiquen las competencias alcanzadas, ya que cada alumno determina su proceso y progreso en función de sus conexiones. El modelo de evaluación que se utiliza no es tan formalizado y reglado como los xMOOC, y en él la evaluación por pares, la evaluación por evidencias, y otros modelos más abiertos de evaluación adquieren mayor importancia (Cabero *et al.*, 2014).

Si para desempeñarse en los MOOC los participantes deben poseer una serie de competencias, como son: altas competencias tecnológicas e instrumentales, alta competencia digital, fuerte nivel de autonomía para el aprendizaje, y alta competencia en la autorregulación del aprendizaje (Vázquez y Sevillano, 2011; Cabero *et al.*, 2012). En los cMOOCs se debe incorporar la de querer trabajar de forma conjunta y colaborativa y en redes sociales, aspecto que como van poniendo de manifiesto diferentes investigaciones no siempre es bien percibido y admitido por parte de los estudiantes (Cabero y Marín, 2013).

Estos dos grandes tipos de MOOCs potencian la adquisición de diferentes competencias por partes de los participantes, y hacen que se puedan perfeccionar diferentes tipos de competencias y capacidades. Apoyándose en esta idea, Moya (2013) ha intentado establecer diferencias entre ambos tipos de diseños, y los cuatro pilares de la educación apuntados en el informe Delors (1996): aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a vivir con los demás, y aprender a ser. En el cuadro que se presenta a continuación se ofrece la visión que estos diferentes tipos de diseños de MOOC ofrecen al respecto (Tabla 2.1.1.1).

El último tipo de MOOC se centra en un modelo híbrido basado en tareas, que adopta planteamientos de las dos propuestas presentadas hasta el momento (Scopeo, 2013; Vázquez *et al.*, 2013). Desde esta posición, en el tMOOC se hace especial hincapié en la resolución de determinados tipos de tareas y actividades por parte de los usuarios, que debe ir realizando progresivamente para poder ir avanzando a lo largo del curso (Cabero *et al.*, 2014).

Tabla 2.1.1.1. Pilares de la Educación del Informe Delors y xMooc y cMOOC.

Fuente: Moya, M; 2013.

Pilares de la educación	xMOOC	cMOOC
Aprender a conocer	<ul style="list-style-type: none"> - El aprendizaje centrado en la información que transmite el docente. - Aprendizaje lineal y guiado 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizaje a partir de compartir el conocimiento con los demás. - Aprendizaje activo y participativo.
Aprender a hacer	<ul style="list-style-type: none"> - Las tareas que proponen son más de valorar si se han asumido los contenidos a partir de una autoevaluación. - El aprendizaje es pasivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las tareas dependen de la implicación de los participantes y de su relación con el resto. - Es un aprendizaje más activo, resaltando el aprender haciendo: “learning by doing”.
Aprender a vivir juntos	<ul style="list-style-type: none"> - Desde el planteamiento del modelo xMOOC no se contempla esta perspectiva de aprender a convivir, ya que el proceso de aprendizaje es totalmente individual. 	<ul style="list-style-type: none"> - La conexión que se establece en esta modalidad de cursos es un buen ejemplo del aprendizaje compartido, colaborativo, cooperativo y por tanto implica relación con el resto de la comunidad del curso.
Aprender a ser	<ul style="list-style-type: none"> - Los xMOOC proponen un aprendizaje totalmente individualizado, por lo que dependerá del propio participante que se desarrolle o no. - Carácter de formación y aprendizaje para toda la vida: “long life learning”. 	<ul style="list-style-type: none"> - La propuesta refleja claramente este aprendizaje, ya que implica en todo momento que la conexión con el resto de los participantes y las interacciones nos hacen crecer y desarrollarnos como personas. - Mantiene la esencia del aprendizaje para toda la vida: “long life learning”

Las tareas que se incorporan pueden ser de diferente tipo: resolución de casos, lectura y análisis de documentos, construcción de recursos en diferentes formatos, análisis de sitios web, elaboración de blog y wikis, elaboración de mapas conceptuales, resolución de problemas, configuración de crucigramas sobre términos científicos,... Actividades que pueden ser elaboradas tanto de forma individual como grupal o colaborativas. (Cabero y Román, 2005). Referente a la evaluación de los participantes, en estos MOOC se sigue el procedimiento del análisis de la calidad de las tareas efectuadas, evaluación que puede llevarse a cabo por un ayudante en el programa, o mediante evaluación por pares.

Cada uno de los tres modelos de MOOC señalados conlleva planteamientos para el diseño de los materiales desde perspectivas teóricas diferentes; así los xMOOC vienen marcados desde la posición objetivista, los tMOOC desde la visión constructivista, y los cMOOC desde la conectivista. Al mismo tiempo, los más formalizados y estructurados son los xMOOC, posteriormente se encuentran los tMOOC, y finalmente los cMOOC (Cabero *et al.*, 2014).

Por último y a modo de resumen para entender el reciente mundo MOOC en los últimos dos años, en la Tabla 2.1.1.2 se recogen los principales hitos históricos condensados en el periodo comprendido desde diciembre de 2011 hasta junio de 2014.

Tabla 2.1.1.2. Evolución de los MOOCs desde diciembre de 2012 a junio de 2014.

Fuente: Adaptación de los datos del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, 2014.

Fechas	Hitos
Diciembre 2011	MITx anuncia su programa de certificaciones a estudiantes matriculados del MIT, pero también a estudiantes externos en otras instituciones educativas a través de la plataforma EdX.
Enero 2012	Inicia el proyecto OER Research Hub y nace la plataforma MOOC Future Learn.
Febrero 2012	Sebastian Thrun y Peter Norving crean Udacity.
Abril 2012	Andrew Ng y Daphne Koller, profesores de Stanford crean Coursera.
Mayo 2012	La Universidad de Harvard y el MIT crean EdX.
Julio 2012	12 Universidades más se unen a Coursera, entre las que se encuentran: la Universidad de Edinburgo, Universidad de Virginia, la Escuela Instituto Politécnica Federal de Lausanne, el Instituto de Tecnología de California, Universidad de Duke, el Instituto Tecnológico de Georgia, Universidad Johns Hopkins, Universidad de Rice, Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, entre otras.
Julio 2012	La Universidad Berkeley se une a EdX.
10 de Agosto 2012	Coursera alcanza el millón de estudiantes registrados en sus cursos.
10 de Agosto 2012	Udacity anuncia que ya cuenta con más de 739.000 usuarios registrados.
21 de Agosto 2012	MIT OpenCourseWare, OpenStudy, Peer to Peer University y Codeacademy lanzan <i>Mechanical MOOC</i> , un curso introductorio al lenguaje de programación Python.
Agosto 2012	Coursera anuncia que pedirá a sus estudiantes firmar un código de honor, en respuesta a reportes de plagio.
Septiembre 2012	EdX ofrece a sus estudiantes la opinión de validar su aprendizaje a través de exámenes supervisados.
Septiembre 2012	Coursera anuncia expansión. La plataforma MOOC anuncia que 17 Universidades se unen al proyecto, entre las que se encuentran: la Universidad de Brown, Universidad de Columbia University en la ciudad de Nueva York, Universidad de Ciencia y Tecnología de Hong Kong, Universidad de Florida, Universidad de London, Universidad de Melbourne, Universidad de Pittsburg, Escuela de Medicina del Monte Sinai, entre otras.
Septiembre 2012	La Universidad de Stanford anuncia el lanzamiento de una nueva plataforma MOOC: <i>Class2go</i> .
Septiembre 2012	La Universidad de Colorado, a través de su campus en línea, anuncia que aceptará la transferencia de créditos académicos en su curso en Ciencias Computacionales.
Septiembre 2012	Google anuncia la creación de <i>Course Builder</i> , un software de código abierto para crear cursos en línea.
Octubre 2012	La Universidad de Texas se une a Harvard, MIT y Berkeley para ofrecer MOOC en la plataforma EdX.
Octubre 2012	El Estado de Minnesota prohíbe el uso de Coursera.
Octubre 2012	La Universidad Estatal de San José de California adopta el formato <i>Flipped Classroom</i> al reemplazar clases tradicionales por videos publicados en la plataforma EdX.
Diciembre 2012	Universidades británicas se unen al movimiento MOOC ofreciendo cursos en FutureLearn: Universidad de Birmingham, Universidad de Bristol, Universidad de Cardiff, Universidad de Exeter, Universidad de Lancaster, Universidad de Leeds, Universidad de Southampton, Universidad de Saint Andrews y Universidad de Warwick.
Febrero 2013	El Tecnológico de Monterrey se une Coursera para ofrecer cursos en línea en español e inglés.

Fechas	Hitos
Abril 2013	La Universidad Estatal de San José de California anuncia que ampliará su oferta MOOC en EdX.
Mayo 2013	Los profesores de la Facultad de Artes y Ciencias de la Universidad de Harvard reclaman la supervisión formal de los MOOCs ofrecidos por esta Universidad a través de la plataforma EdX.
Junio 2013	Bill Gates financia el proyecto <i>MOOC Research Initiative</i> con el objeto de evaluar la efectividad de los MOOCs.
Julio 2013	Blackboard anuncia el lanzamiento de una nueva plataforma MOOC.
Julio 2013	La Universidad Estatal de San José de California anuncia que cerrará sus cursos en línea ofrecidos en Udacity debido a que más de la mitad de los usuarios reprobaron sus exámenes finales.
10 de Septiembre 2013	Google anuncia alianza con EdX a un año de haber creado la plataforma <i>Course builder</i> y la migración de todos sus cursos publicados a una nueva plataforma llamada <i>MOOC.org</i> .
17 de Septiembre 2013	MITx presenta la iniciativa <i>XSeries</i> y anuncia que se pondrán cursos de programas completos del MIT en series de módulos. Además, quienes completen con éxito todos los módulos, podrán obtener un certificado de aprobación de esta institución.
Noviembre 2013	Sebastian Thrun de Udacity reenfoca el mercado MOOC hacia una oferta de educación continua y capacitación corporativa.
10 de Enero 2014	Tan solo unos meses después de que EdX anunciara sus <i>Xseries</i> , Coursera anuncia sus <i>Especializaciones</i> , cursos en serie que también ofrecerán certificados.
Enero 2014	El WEF ⁷ lanza su programa de capacitación en línea <i>Forum Academy</i> usando la plataforma EdX.
Enero 2014	Georgia Tech, en colaboración con Udacity y AT&T, inició la primera maestría en Ciencias Computacionales en la modalidad de MOOC. El costo por alumno es de 6.600 dólares, mientras que el mismo programa de manera tradicional tiene un costo de 45.000 dólares. En octubre de 2013 la Universidad recibió 2.360 solicitudes a lo largo de tres semanas, lo cual implica un 75% más de solicitudes de las que reciben normalmente de forma ordinaria durante todo el año. La primera clase inició con 375 alumnos inscritos siendo un 95% superior a la de una clase tradicional.
Febrero 2014	La primera Universidad en línea con matrícula gratuita auspiciada por las Naciones Unidas, <i>UOPeople</i> , ofrece acreditación de sus programas a estudiantes de todo el mundo con auspicio de la DETC ⁸ .
Marzo 2014	Un grupo de expertos del MIT inicia un curso MOOC en EdX sobre <i>¿Cómo enfrentar los retos de Big Data?</i> Este curso tendrá un costo de 495 dólares. A los alumnos que cumplan con los requisitos del curso se les otorgarán 2.0 CEU (<i>Continuing Education Unit</i>). Un CEU no es un crédito académico, sin embargo es un método reconocido a nivel nacional en Estados Unidos para cuantificar el tiempo dedicado a las actividades de desarrollo y de formación profesional en el aula.
Marzo 2014	El Consejo Americano de Educación anunció que evaluará diez MOOCs impartidos por Universidades de gran prestigio en Coursera y hará recomendaciones a otras para otorgar créditos académicos en su currículo.
Marzo 2014	La Escuela de Negocios de la Universidad de Harvard lanzó una plataforma para ofrecer este tipo de cursos. Planea ofrecer en junio de 2014 cursos de contabilidad, analíticas de negocio y economía.
Marzo 2014	La Televisión Educativa de la Secretaría de Educación Pública de México (SEP) se integró como miembro de EdX para llegar a poblaciones de difícil acceso y con mayor rezago educativo en el país.

⁷ Acrónimo en inglés de World Economic Forum, o en castellano, Foro Económico Mundial.

⁸ Acrónimo en inglés de Distance Education and Training Council, o en castellano, Educación a Distancia y Consejo de Formación.

Fechas	Hitos
Marzo 2014	El BID ⁹ incursiona en la capacitación MOOC usando la plataforma EdX. A este esfuerzo se suman otras Universidades corporativas y organizaciones como la Colgate University, el OpenCourseWare Consortium y el Smithsonian Institution.
Junio 2014	Se lanzó el proyecto MOOC.ORG, una iniciativa integrada por EdX y Google. Se dará hospedaje a cursos de Universidades, instituciones, negocios, gobiernos y educadores que no forman parte del consorcio EdX. El objetivo del proyecto es facilitar la educación e investigar cómo aprenden los usuarios, así como explorar cómo la tecnología puede cambiar la enseñanza dentro y fuera del salón de clase tradicional.

⁹ Acrónimo en castellano de Banco Interamericano de Desarrollo.

2.1.2. MOOC vs E-Learning

A finales del siglo XX e inicios del XXI, gracias principalmente a los avances científico-tecnológicos relacionados con la explosión de las TIC¹ (Castells, 1999), el eLearning acaba posicionándose como una alternativa a la enseñanza tradicional consistente y seria (Álvarez, 2003; De Nicola *et al.*, 2004), principalmente en el entorno de la educación superior y continua (Cheong, 2001; Schneckenberg, 2004). Desde entonces, hasta prácticamente nuestros días, la oferta y demanda de cursos de formación online no ha parado de crecer en el mundo (García, 2005; Allen y Seaman, 2007; García-Peñalvo, 2008; CrossKnowledge, 2011; Wolf, 2012; Martínez *et al.*, 2014).

Al mismo tiempo surge en el campo de la educación superior la iniciativa OCW², propuesta en sus inicios desde el MIT³. Dicho movimiento, surgido en 2001 y secundado rápidamente por la mayor parte de las universidades alrededor de todo el mundo, propone la publicación en abierto de los materiales docentes empleados en las materias que se imparten en las universidades (MIT news, 2001; Tovar *et al.*, 2012). Dado el éxito y potencial del movimiento OCW en el ámbito de la educación superior, la propia UNESCO resalta su valor en el informe final del “*Foro sobre las Incidencias de los Programas Educativos Informáticos Abiertos*” (2002), acuñando y consolidando el término REA⁴ para todo este tipo de materiales y recursos educativos abierto y de acceso libre (Martínez *et al.*, 2014).

En este contexto de partida se posicionan varios factores que favorecen el surgimiento y generalización de los MOOCs, ya que en el contexto de las TICs, se plantean estos cursos como apoyo al aprendizaje a lo largo de la vida e innovación en la educación (The European Commission, 2008). Por un lado, se une la madurez técnica y pedagógica alcanzada por los sistemas de formación e-learning (Álvarez, 2003; De Nicola *et al.*, 2004) con el entusiasmo general hacia la formación a distancia apoyada por el uso de las plataformas virtuales o Learning Management Systems (Marín *et al.*, 2011). Por otro, se observa la señalada imparable tendencia en el campo educativo hacia los movimientos en abierto, con la consecuente penetración de la filosofía 2.0 en la educación superior (Berlanga *et al.*, 2010), la diseminación del OCW y la producción de REA. A pesar de que es en 2008 cuando se oferta el primer MOOC con esta misma denominación (Daniel, 2012), su explosión definitiva no se inicia hasta el año 2011. Y desde esta fecha, la visibilidad e impacto de los MOOCs no ha parado de crecer (Yuan y Powell, 2013), hasta llegar a sus mayores cotas en la actualidad.

Bajo esta situación de partida, resulta llamativo observar cómo la oferta de este tipo de cursos ha ido aumentando de manera exponencial, al menos hasta el momento presente, iniciado el año 2014. Así pues, en 2008, 2009 y 2010 se ofertaron, respectivamente, 1, 2 y 1

¹ Tecnologías de la Información y la Comunicación

² Acrónimo en inglés de OpenCourseWare

³ Acrónimo en inglés de Massachusetts Institute of Technology

⁴ Acrónimo en castellano de Recursos Educativos Abiertos

MOOC. La oferta pasa a ser de 19 en 2011, 55 en 2012 y muy superior a 100 en 2013⁵. Surge así la cuestión de si los MOOCs son una moda pasajera enarbolada por un grupo de tecnófilos o si, por el contrario, constituye un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje robusto y auspiciado bajo un paradigma educativo sólido (Martínez *et al.*, 2014).

En este sentido, en el trabajo llevado a cabo por Liyanagunawardena y otros (2013a), en el que se lleva a cabo un análisis de las publicaciones científicas relacionadas con los MOOCs publicadas entre 2008 y 2012, la tendencia en cuanto al número de publicaciones por año parece confirmar este crecimiento exponencial. Sin embargo, dicho estudio no muestra información acerca del impacto científico del grupo de artículos analizados, ni incluye un análisis más en profundidad de la relación y cohesión entre los mismos. Tampoco, al no ser un objetivo de la citada investigación, se plantea una comparación entre el crecimiento a nivel científico del eLearning y los MOOCs (Martínez *et al.*, 2014).

Por el contrario, estas deficiencias las aclara el trabajo de Martínez y otros (2014), donde en un primer acercamiento al estudio de los MOOC a partir de su evolución temporal indica, como se establece en la Tabla 2.1.2.1, que desde el primer MOOC que se oferta a la sociedad en 2008, hasta la actualidad, ha ido ganando importancia en referencias de manera creciente y bastante considerable.

Así pues, desde 2008 hasta 2013, se observa un crecimiento importante en referencias en las bases de datos consideradas, principalmente desde 2011 a 2013. Se podría hacer una comparación del crecimiento relativo en estas bases de datos a partir del estudio de la Figura 2.1.2.1 que, por líneas, muestra los porcentajes de publicaciones de cada base de datos con respecto al total de las mismas.

Tabla 2.1.2.1. Cantidad de referencias acerca de los MOOCs (2008-2013).

Fuente: Martínez y otros; (2014).

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
GOOGLE	1890	3510	4720	12200	51000	112000	185320
SCHOLAR	3	14	22	68	355	1680	2142
EBSCO	0	1	2	7	148	540	698
WORLDCAT	0	2	1	8	35	100	146
WoS	0	1	1	4	3	42	51
SCOPUS	0	1	0	5	18	137	161
DIALNET	0	0	0	0	0	14	14
TOTAL	1893	3528	4746	12287	51541	114376	188371

Se observa la tendencia creciente en todas las bases de datos analizadas a medida que avanza el tiempo. Por otro lado, la línea general, que indica el porcentaje de publicaciones localizadas por año, teniendo en cuenta todas las bases de datos en común, muestra que el global ha sido muy similar durante los 6 periodos medidos en todas las bases de datos, ya que en ninguno de ellos alguna medida se aleja excesivamente. Llama la atención solamente la

⁵ Información extraída de infografía publicada en el enlace <http://visual.ly/rise-moocs>

desviación de la base de datos Dialnet, debida a que todas las publicaciones realizadas correspondieron al año 2013.

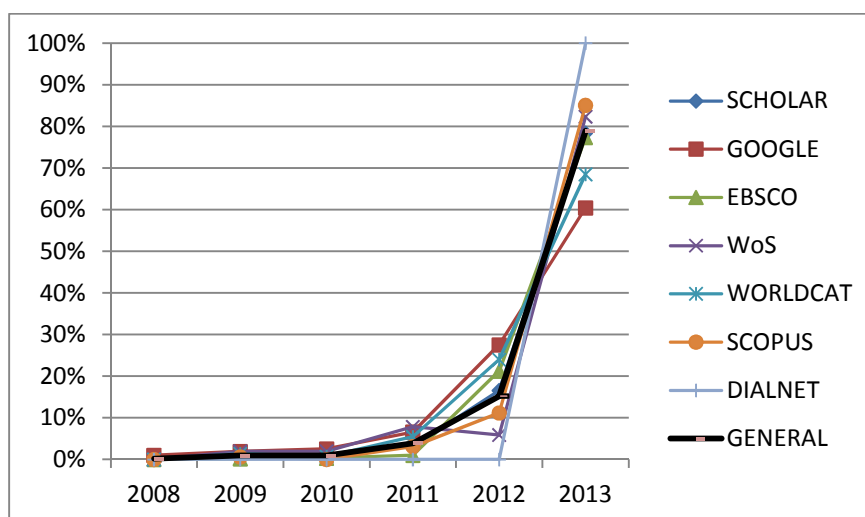


Figura 2.1.2.1. Proporción de referencias acerca de los MOOCs.
Fuente: Martínez y otros; (2014).

En esta misma línea, en la Tabla 2.1.2.2 se muestra el número de artículos relacionados con los MOOCs publicados en el intervalo 2010-2013 en las bases de datos de JCR y Scopus. Los artículos publicados en Scopus doblan en cantidad a los publicados en JCR; pero el número de artículos con respecto a otros conceptos como “e-learning” en el mismo periodo de tiempo (1.243 artículos) es significativamente mucho menor (López-Meneses *et al.*, 2014).

Tabla 2.1.2.2. Número de artículos en JCR y Scopus (2010-2013).
Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Año de Publicación	Número de Artículos	
	JCR	Scopus
2010	1	0
2011	4	4
2012	3	13
2013	40	94
Total	48	111
Total de artículos	159	

Así pues, si se comparan estos resultados con los que se observan para el eLearning en la Tabla 2.1.2.3, se pueden apreciar diferencias importantes.

En primer lugar, se observa que en 2008 ya se localiza una buena masa de estudios relacionados con el eLearning, cuestión que pone en cuestión la viabilidad de hacer una

comparación directa de ambos términos. A pesar de ello, sí que se observa un crecimiento sostenido desde 2008 hasta el año 2013, pero no tan grande en términos relativos como el que se registra en el caso de los MOOCs.

Tabla 2.1.2.3. Cantidad de referencias acerca del eLearning (2008-2013).

Fuente: Martínez y otros; 2014.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
GOOGLE	351000	650000	1060000	1650000	3670000	7690000	15071000
SCHOLAR	37300	38600	39500	37200	37000	54500	244100
EBSCO	1856	1938	1832	1908	1791	1165	10490
WORLDCAT	5539	5818	5877	5899	5780	3772	32865
WoS	412	466	399	464	471	327	2539
SCOPUS	3068	3022	3446	3663	3393	2238	18830
DIALNET	151	131	176	127	76	53	740
TOTAL	399326	699975	1111230	1699261	3718511	7752055	

En todo caso, se puede realizar el análisis desde la fecha en la que se sitúa el inicio del interés a gran escala por el eLearning, alrededor de 1998, para evidenciar si la evolución inicial de este concepto fue similar a la que se observa en el caso de los MOOCs. La Tabla 2.1.2.4 muestra la existencia entre 1998 y 2003 de un crecimiento elevado en algunas bases de datos.

Tabla 2.1.2.4. Cantidad de referencias acerca del eLearning (1998-2003).

Fuente: Martínez y otros; (2014).

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	TOTAL
SCHOLAR	1060	1200	2310	5110	9840	15100	34620
GOOGLE	121000	122000	121000	182000	123000	91900	760900
EBSCO	0	10	453	1062	1405	1353	4283
WoS*	-	-	-	-	65	140	205
WORLDCAT	196	221	586	1323	2207	2812	7345
SCOPUS	9	16	29	105	192	376	727
DIALNET	0	0	1	12	60	82	155
TOTAL	122265	123447	124379	189612	136769	111763	

*La base de datos de la WoS no dispone de datos previos al año 2002

Sin embargo, si se analiza la Figura 2.1.2.2, que muestra la evolución en estos primeros 6 años, se observa una tendencia de crecimiento más moderada a lo largo del tiempo que en el caso de los MOOCs.

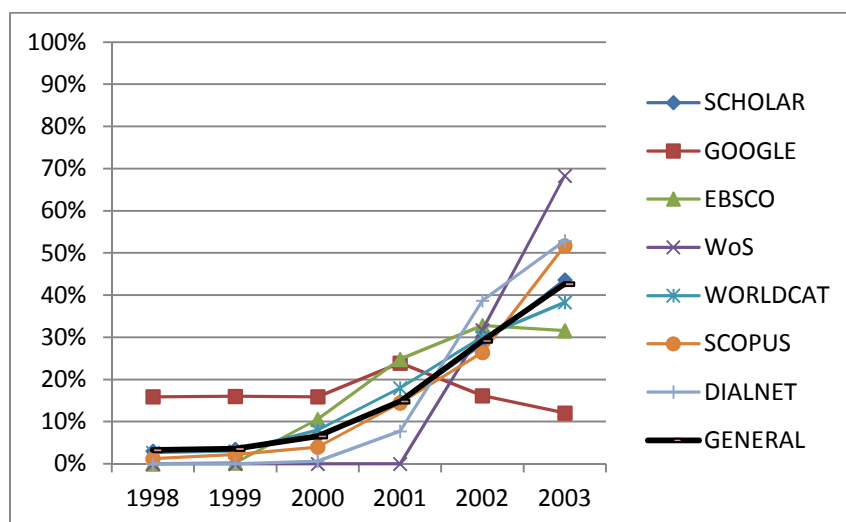


Figura 2.1.2.2. Proporción de referencias acerca del e-Learning (1998-2003).

Fuente: Martínez y otros; (2014).

Por otra parte, la evolución de las diferentes bases de datos también parece menos sistemática y clara. De hecho, si se analiza en la Figura 2.1.2.3 el cambio completo durante todo este periodo, es decir, desde 1998 hasta el año 2013, se puede observar como el crecimiento en las bases de datos académicas es más bien lineal. A excepción de Google, por tanto, todas ellas muestran esta tendencia.

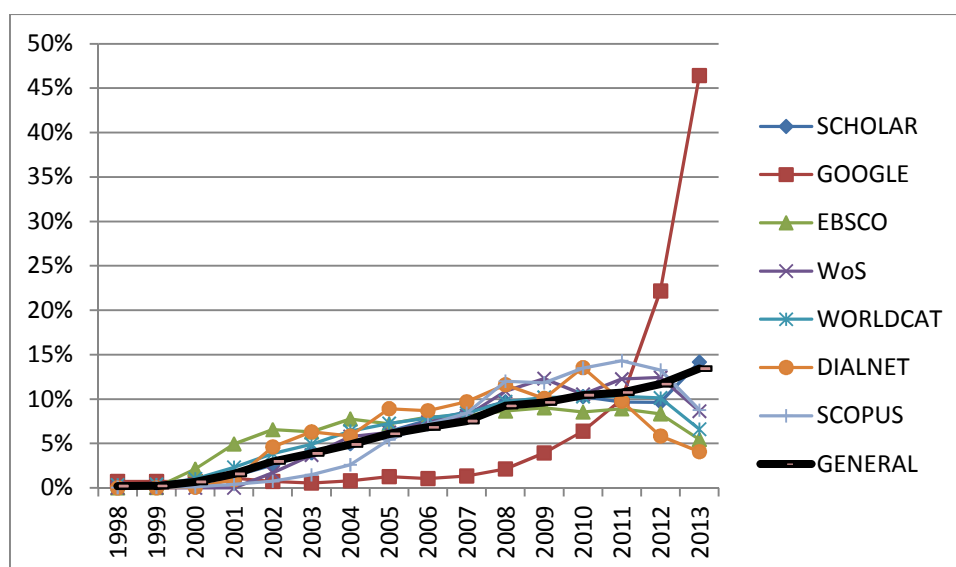


Figura 2.1.2.3. Proporción de referencias acerca del e-Learning (1998-2013).

Fuente: Martínez y otros; (2014).

De todo lo anteriormente expuesto, y en base a un ajuste a modelos de regresión lineal y exponencial, la tendencia de ambas variables indica que de mantenerse esta evolución en el

El grado medio de este grafo es de 2.651 y la densidad de 0.042, valores inferiores a los registrados antes, con lo que se confirman las observaciones, y se puede señalar que en lo que respecta a las palabras clave los artículos seleccionados relacionados con el eLearning son más dispersos y parecen apuntar a un tronco común de conocimientos menos estable (Martínez *et al.*, 2014).

Por otro lado, la producción científica de alto impacto en el movimiento MOOC en el periodo de estudio 2010-2013 se encuentra todavía en una fase incipiente y poco desarrollada. El número de artículos publicados en revistas indexadas en JCR y Scopus es muy bajo con respecto a otros conceptos y campos emergentes de investigación. Es significativamente mayor el impacto en Scopus con 111 artículos que en JCR con 48. Asimismo, los trabajos publicados presentan un índice medio-bajo de cita (JCR 3,33 y Scopus 7,83) lo que implica que estas publicaciones no están siendo el referente de reflexión y análisis del movimiento. Esto representa un problema para la investigación en MOOC; principalmente porque la visión del movimiento desde el mundo académico se está enfocando desde el interés particular de determinadas plataformas que usan sus datos para hacer publicidad o vender las bondades de este tipo de formación sin contrastar ni analizar los datos de una manera crítica. Asimismo, el análisis en blogs y revistas de divulgación enriquece la percepción del movimiento MOOC pero no se suelen complementar con métodos de investigación rigurosos que permitan entender las fortalezas y debilidades sobre las que se asienta el movimiento (López-Meneses *et al.*, 2015).

El enfoque metodológico de los diez artículos con mayor índice de cita en las dos bases de datos anteriores presenta una aproximación eminentemente teórica; por el contrario los enfoques cuantitativos y cualitativos no superan el 9% de los artículos publicados; lo que dificulta la realización de una crítica desde postulados más empíricos. Las Universidades y países, que hasta el momento, están teniendo una mayor repercusión científica son Estados Unidos, Australia, Canadá, Reino Unido y España. Asimismo, las revistas con mayor índice de cita se concentran en Estados Unidos (80%) y en menor medida en Canadá, Australia y España (López-Meneses *et al.*, 2015).

El análisis mediante redes de los “abstract” y palabras clave muestra que las relaciones del movimiento MOOC se están vinculando temáticamente con la experiencia educativa de aprendizaje, el entorno, el diseño y la evaluación de los mismos. Estas relaciones no están en directa consonancia con las principales críticas vertidas hasta el momento y que se concentran en los principios pedagógicos conectivistas, la monetización, la acreditación y la arquitectura tecnológica de las plataformas y de los recursos en ellas integrados (Hill, 2012; Daniel 2012, Vázquez-Cano *et al.*, 2013).

Por último, es reseñable que algunos de los grandes nombres de la investigación MOOC, como pueden ser: George Siemens, Stephen Downes y Sir John Daniel no hayan publicado en ambas bases de datos y desarrollen sus reflexiones en revistas de menor impacto y en sus propias páginas web, blogs, periódicos temáticos, redes sociales, etc. Estos medios

digitales de divulgación informativa sí están sirviendo a la comunidad académica y científica de reflexión y crítica; lo que debe hacer reflexionar a la revistas de corte más científico sobre su papel en la identificación de las campos emergentes de investigación y en su aproximación mediante “*call for papers*” a una reflexión más profunda y científica de los mismos (López-Meneses *et al.*, 2015).

2.1.3. Estado actual y tendencias de los MOOCs

En noviembre de 2012, The New York Times declaró que el 2013 sería el año del MOOC (The Year of the MOOC) debido al lanzamiento de la plataforma EdX –producto de la alianza entre la Universidad de Harvard y el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)–, así como del rápido crecimiento de otros proveedores como Coursera y Udacity. Los MOOCs se habían convertido rápidamente en una tendencia de mucho interés para algunas de las mejores universidades las cuales, a través de diversas plataformas, comenzaron a ofrecer educación de calidad al mundo. Dicha oferta de cursos permitió a los participantes interactuar con profesores o expertos de renombre, así como con otras personas interesadas en los mismos temas, contribuyendo al aprendizaje colaborativo.

Según el informe de SCOPEO “*MOOC: estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro*” que emitió en 27 de junio de 2013, el MIT anunció públicamente en 2001 que daría acceso libre y gratuito a los materiales de todos sus cursos oficiales, tanto fue así, que en 2009 alcanzó la cifra de 1900 cursos publicados de grado y posgrado. Aunque esta corriente de abrir los contenidos al mundo, OCW, se encontró con pocos detractores al principio, comenzó a generar cierto recelo en la sociedad. Había investigadores que consideraban que únicamente con abrir los documentos y asignaturas en una plataforma, no se generaba conocimiento.

En este sentido, fue entonces cuando el profesor de la Universidad de Stanford, llamado Thrun, ofreció su curso y decidió salirse de la misma afirmando que durante todos los años que había estado en ella no compartía su conocimiento con más de 500 personas al año y la experiencia del curso de saber que han aprendido con él más alumnos que los que podría dar clase durante su vida, le había motivado a abandonar Stanford y fundar Udacity, el primer agregador de cursos MOOC conocido.

Actualmente las plataformas agregadoras de cursos MOOC han ido creciendo. Las principales plataformas anglosajonas son Coursera, EdX y Udacity, y en el ámbito Iberoamericano destacan Miriada X y RedunX (Figura 2.1.3.1).



Figura 2.1.3.1. Principales Plataformas MOOCs.

Fuente: Elaboración propia.

http://www.wordle.net/show/wrdl/8222840/Plataformas_MOOCs

La plataforma Coursera fue creada en octubre de 2011 por Andrew Ng y Daphne Koller, y desarrollada por académicos de la Universidad de Stanford con el fin de brindar oferta de educación masiva a la población mundial, con cursos en inglés y otros idiomas como el español, francés, italiano y chino. Coursera ofrece cursos gratis de temas variados a niveles universitarios pero abiertos a todos los sectores de la población.

EdX-4 es una plataforma fundada por el MIT y la Universidad de Harvard, contribuyendo cada una con 30 millones de dólares los recursos para la organización no lucrativa del proyecto. EdX se puso en marcha en otoño de 2012 y se basa en MITX, un proyecto similar lanzado por el MIT, en diciembre de 2011. Se desarrolla en software de código abierto.

Udacity es una organización educativa privada fundada por Sebastian Thrun, David Stavens y Mike Sokolsky. Según Thrun, el origen del nombre Udacity proviene del deseo de la compañía de ser "*audaz para ti, el estudiante*". La plataforma se lanzó en Febrero de 2012 y la iniciativa es el resultado de las clases de informática que se ofrecían en el año 2011 a través de la Universidad de Stanford.

La plataforma Miríada X cuenta con 57 cursos producidos por 19 universidades. Es un proyecto que nace por iniciativa de Universia, la mayor red de universidades de habla hispana y portuguesa, promovida por Banco Santander y Telefónica (a través de Telefónica Learning Services), con la colaboración de la Fundación CSEV¹, por el que se pone a disposición de los docentes de las 1.232 universidades iberoamericanas que integran la red Universia una plataforma en la que crear e impartir MOOC sin coste alguno. Es la iniciativa más relevante en el ámbito Iberoamericano. Se distingue dos plataformas importantes a nivel iberoamericano orientadas al emprendimiento: UniMOOC y Red Unx.

UniMOOC es un proyecto colaborativo que fue impulsado desde el Instituto de Economía Internacional de la Universidad de Alicante con la participación de las siguientes organizaciones y empresas: Santander Universidades, Google, Conferencia de Rectores de Universidades Españolas, Universidad Internacional Menéndez Pelayo, Red Emprendia, Orbyt, Escuela de Organización Industrial, UNED-Csev, Universia, Fundación de la Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, UNIA, Universidad de Murcia, Universidad de Cantabria, CISE, Universidad de Alicante y CertiUNI.

Red UnX8 es la primera comunidad iberoamericana de emprendimiento digital que ofrece un entorno de colaboración y aprendizaje enteramente abierto. Actualmente cuenta sólo con 3 cursos pero tienen previsto introducir más y traducir algunos de ellos al portugués.

Según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, este nuevo panorama se presentaba como una amenaza significativa para la educación tradicional. Y es que Universidades de prestigio podían ofrecer educación de calidad sin costo en un

¹ Centro Superior para la Enseñanza Virtual

modelo escalable capaz de atender a miles de participantes en una sola sesión, sin estrictos procesos de admisión o restricción a periodos escolares y con opciones de certificación o acreditación formal.

Ejemplos de casos destacados como el de *StraighterLine* que ofrece cursos con créditos universitarios transferibles a precios accesibles (99 dólares al mes y una tarifa por curso de 49 dólares), y aún más disruptivo el caso de Georgia Tech que se asoció con Udacity y AT&T para ofrecer la “Maestría en Ciencias Computacionales” a través de MOOC por menos de 7000 dólares, en comparación con el programa tradicional en el campus por más de 40.000 dólares (para los no residentes de Georgia). Georgia Tech recibió 2.360 solicitudes a lo largo de tres semanas, es decir, 75% más de solicitudes de las que normalmente se reciben en el campus durante todo un año. De esta manera, la primera clase inició con 375 alumnos, grupo con un 95% superior al de una clase en el campus.

Estos casos demostraron que, al reunirse currículo y contenido tradicional con pedagogía habilitada por tecnología, se puede promover educación de calidad, escalable y accesible.

Sin embargo, esta tendencia educativa tomó una dirección diferente a la que auguraba The New York Times. En la curva de adopción de tendencias tecnológicas de 2013, el grupo consultor Gartner ubicó a los MOOCs entre la etapa final del *Pico de expectativas sobredimensionadas* y el *Inicio del abismo de desilusión* (Figura 2.1.3.2), y que pone claramente de manifiesto que la admisión de cualquier tecnología no es nada estable y pasa por diversas fases y momentos (Cabero *et al.*, 2014).

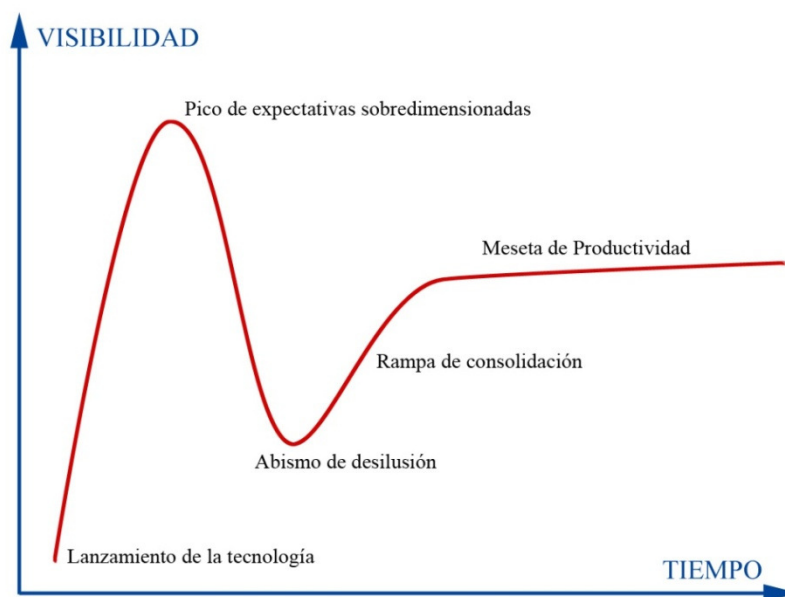


Figura 2.1.3.2. Ciclo de sobreexplotación de las tecnologías según Gartner.
Fuente: Cabero y otros; (2014).

En este ciclo se aclara que la adopción de cualquier tecnología atraviesa por diferentes fases: lanzamiento de la tecnología, pico de expectativas sobredimensionadas de la misma, abismo de desilusión, rampa de consolidación y meseta de productividad. En la actualidad, los MOOCs se encuentran en la fase de sobredimensión y todas las Universidades quieren tener el suyo (Fenn y Raskino, 2008). En este sentido, la CRUE² organiza Jornadas sobre "Experiencias MOOC en Universidades españolas. Tendencias y Plataformas", las revistas publican monográficos sobre su impacto, la prensa se refiere a ellos con una tecnología salvadora de la educación, e incluso el The New York Times llamó al año 2012 "El Año del MOOC" (Figura 2.1.3.3), y Brooks en un artículo publicado en el citado periódico el 3 de mayo del 2012 indicaba que los MOOC se convertirían en un tsunami que barrería las Universidades tradicionales; y como las plataformas donde se ubican proliferan constantemente (Coursera, EdX, Udacity, Miriadax, RedunX, UniMOOC,...). Esto último se evidencia en la Figura 2.1.3.4.



Figura 2.1.3.3. Noticia “El año de los MOOCs” en The New York Times.
Fuente: <http://nyti.ms/1iyaCQS>.

² Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas

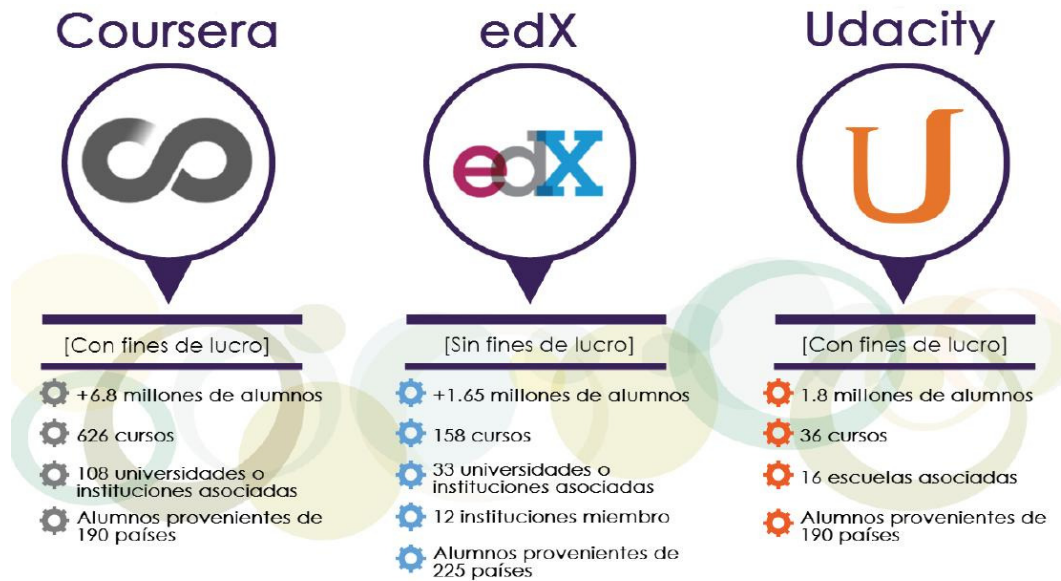


Figura 2.1.3.4. Principales plataformas MOOCs.

Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: mooc.com; edx.org; coursera.org y udacity.com; (2014).

Según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, esta posición entre ambas etapas describe la desilusión que generalmente resulta de un entusiasmo y expectativas poco realistas sobre una tendencia, tal como fue el caso de este modelo; en el 2012, se establecía que los MOOCs comprometerían a la educación tradicional, que representarían un “tsunami” que impactaría directo a las Universidades e incluso se dijo que muchas de ellas llegarían a desaparecer. Pero pronto, en la implementación, el modelo enfrentó críticas y dificultades importantes respecto a sostenibilidad económica, acreditación y calidad académica y eficiencia terminal que cuestionaban su viabilidad. La tendencia inició su descenso en la curva.

Por otro lado, el potencial de éxito para los pioneros de esta tendencia de MOOC fue muy alto debido a la experiencia acumulada y, a la par, se crearon las barreras de entrada para quienes posteriormente se sumaban en la ola de adopción. Sin embargo, aunque las iniciativas con poco éxito son las que suelen generar el abismo de la desilusión, no significa que quienes tienen experiencias positivas logren avanzar hacia la pendiente de la iluminación (claridad de enfoque) y se consoliden en la meseta de productividad.

En el caso del Horizon Report 2013, NMC³ consideró que la adopción o cambio en las instituciones educativas sobre los MOOCs podría ocurrir en un año o menos, en el Horizon Report 2014 se observa que los MOOCs siguen dominando la discusión en cuanto a formas alternativas de educación. Considerando los datos demográficos recabados durante el 2013 (principalmente en cursos de Coursera, como se muestra en la Figura 2.1.3.5), se estima un

³ New Media Consortium

impacto a corto plazo en los programas de educación continua y extensión corporativa para adecuarse a las necesidades de un mercado cambiante.

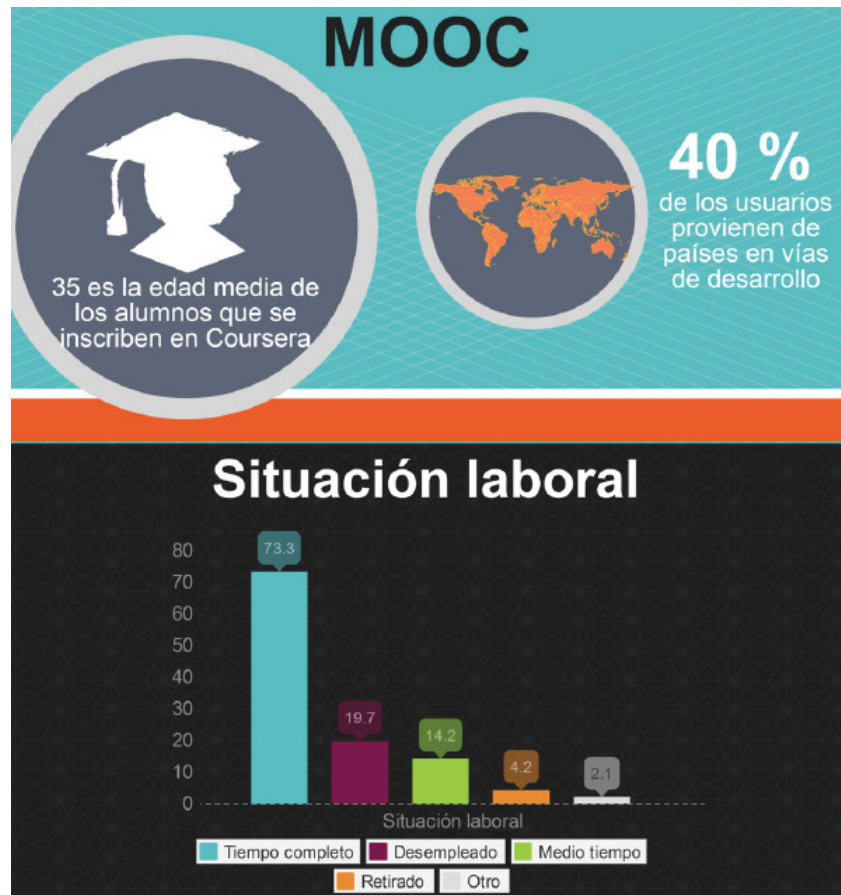


Figura 2.1.3.5. Datos demográficos de alumnos de Coursera.

Fuente: Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, a través de: Adaptación de Cusack, MOOC Infographic; (2013).

1. La diferencia de la idea original de MOOC frente a la idea MOOC de hoy

Según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2014), en 2008, George Siemens lanzó el primer MOOC junto con el investigador Stephen Downes y el tecnólogo instruccional David Cormier. Ese curso, *Connectivism and Connectivist Knowledge*, distaba del tipo de MOOC actual: no fue “masivo” como se entiende actualmente (aunque atrajo a un poco más de 2300 participantes); sin embargo, Siemens no estaba especialmente interesado en la escala, sino en conexiones. Es decir, este grupo de tecnólogos canadienses más que enseñar, facilitaban el curso con la idea primordial de proveer a los estudiantes con el marco básico de trabajo mientras ellos lideraban desde atrás. No limitaban a los participantes a emplear una sola plataforma de aprendizaje, al contrario, se les instaba a buscar otros medios que enriquecieran sus conocimientos. Con esta propuesta, Siemens intentó revolucionar la manera en cómo actualmente se impartía este modelo.

La propuesta del conectivismo se basa en que el conocimiento es algo que no reside en la mente de una persona, sino que se distribuye a través de redes. Es decir, el conocimiento no solo es el contenido que una persona adquiere a través del aprendizaje, sino también el que obtiene de apps, contactos de la libreta de direcciones, sitios web, o cualquier otro medio que le de acceso a información. La educación es por lo tanto un proceso de formación de conexiones con el que se aumenta la capacidad de saber más, al añadir nodos a nuestras redes personales y aprender a usarlos. En este sentido, el aprendizaje no es solo sobre el contenido de una lección, sino se trata de la pertenencia a una comunidad. Por lo tanto, desarrollar en los estudiantes las competencias para interactuar con contextos ambiguos y cambiantes de manera colaborativa hace sentido en estos espacios (Siemens, 2004).

Por su parte, Gianpiero Petriglieri (2013) analizó el esquema de los MOOCs actuales en su artículo *Let Them Eat MOOCs*, en el que expuso una fuerte crítica hacia ellos, pero desde un interesante punto de vista. Para él, este tipo de cursos pueden ser utilizados para la reducción de costos en aquellas instituciones académicas con problemas financieros, por lo que pueden convertirse en un arma contra los mismos docentes. Incluso, podrían empeorar la desigualdad educativa, en lugar de eliminarla, al proporcionar credenciales vacías en significado y en conexiones (lo que los hace valiosos).

Lo más grave para este investigador de la situación actual es que los MOOCs podrían convertirse en una excusa conveniente para renunciar a las reformas necesarias para proporcionar un amplio acceso a la educación superior; educación que, a pesar de la propuesta idealista con la que surgieron los MOOCs, está orientada únicamente a la obtención de empleo y beneficios económicos a largo plazo. Desde esta perspectiva, la esperada tecnodemocratización de la educación se ve más bien como una aristocratización encubierta. Por lo tanto, los MOOCs no son la clave y solo hacen que el trabajo de los profesores cobre menor relevancia.

Aunque en esencia estos cursos continúan teniendo un docente titular, según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey, los MOOCs están diseñados estratégicamente para potenciar la autogestión del proceso de aprendizaje del participante y desarrollar el aprendizaje colectivo en una red social; esto da lugar a muchas variaciones en los cursos, dependiendo de la institución que los ofrezca y la plataforma que utilice para ello.

Los atributos clave de estos cursos son la gran flexibilidad que ofrecen a sus participantes, comparados con un curso tradicional, el bajo costo de operación para las Universidades por su alta escalabilidad (el número de estudiantes inscritos en el curso no incrementa el costo de operación) y la emisión de certificados a bajo costo. Los servicios de tutoría durante el curso generalmente son limitados, pero se podrían ofrecer como un servicio adicional con costo por parte de las Universidades para satisfacer necesidades específicas de los participantes.

En esta misma línea, el resultado principal del estudio de Mohamed y otros (2014) es que la visión inicial de MOOCs como un nuevo entorno de aprendizaje que tiene como

objetivo romper los obstáculos al aprendizaje para cualquier persona, en cualquier lugar y en cualquier momento para todo el mundo, está muy lejos de la realidad. De hecho, la mayoría de las implementaciones MOOCs hasta ahora todavía siguen una línea de trabajo de arriba hacia abajo, controlado, centrado en el maestro y con un modelo de aprendizaje centralizado. Los intentos de aplicar modelos de abajo hacia arriba, es decir, las formas de MOOCs centrados en el estudiante, muy abierta, y distribuidos, son más bien la excepción y no la regla.

En general, los MOOCs requieren más actores clave para hacer frente a una serie de desafíos, incluyendo preguntas sobre la educación híbrida, el papel de la Universidad y el profesorado, el plagio, la certificación, las tasas de finalización, y la innovación más allá de los modelos tradicionales de aprendizaje. Estos desafíos tendrán que ser abordados como la comprensión de los aspectos técnicos y pedagógicos que rodean las evoluciones de los MOOCs (Mohamed *et al.*, 2014).

2. Recomendaciones para explorar el potencial de los MOOCs

Los MOOCs pueden constituirse en una nueva tendencia tecno-social, especialmente orientada en el panorama de la Educación superior para la estimulación de la innovación universitaria y la promoción de escenarios de aprendizajes masivos, abiertos e interactivos para la génesis de investigación colectiva (Vázquez-Cano *et al.*, 2014). Sin embargo, actualmente es reseñable que algunos de los grandes nombres de la investigación MOOC, como pueden ser: George Siemens, Stephen Downes y Sir John Daniel no hayan publicado en las bases de datos JCR y Scopus, y en contradicción, desarrollen sus reflexiones y recomendaciones en revistas de menor impacto y en sus propias páginas web, blogs, periódicos temáticos, redes sociales, etc.

En este sentido, estos medios digitales de divulgación informativa están sirviendo a la comunidad académica y científica de reflexión y crítica; lo que debe hacer reflexionar a la revistas de corte más científico sobre su papel en la identificación de las campos emergentes de investigación y en su aproximación mediante “*call for papers*” a una reflexión más profunda y científica de los mismos (López-Meneses *et al.*, 2015).

En esta línea, según el Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2014), las acciones recomendadas para explorar el potencial de los MOOCs son las siguientes:

1. Los profesores deberían inscribirse a cursos específicos en las áreas de interés que permitan agregar valor a la disciplina que imparten. Esto permitirá conocer el modelo educativo y la dinámica instruccional para aprovechar las mejores prácticas.
2. Se sugiere usar contenidos de MOOCs para diseñar estrategias de enseñanza innovadoras que potencien los aprendizajes de los usuarios (por ejemplo, para implementar cursos híbridos y aula invertida). Se recomienda considerar los términos de

uso de derechos de autor de cada curso, ya que la falta de licencias de uso en general inhibe su uso para fines de crédito académico; además, hay que mantener la consistencia con el discurso ético de uso responsable de información y atribución de créditos de los recursos disponibles en Internet.

3. Existe la oportunidad de incentivar el aprendizaje creativo considerando la incorporación de videos interactivos al curso. Por ejemplo, los estudiantes pueden ver un video, alternándolo con ejercicios relacionados; la premisa es que los alumnos aprenden mejor cuando interactúan con el material de aprendizaje.

4. Se pueden explorar estrategias de enseñanza que permitan detonar un proceso de aprendizaje flexible e interactivo, por ejemplo, la grabación de clases para posterior consulta. Los alumnos pueden poner plena atención en clase y posteriormente consultar las grabaciones, evitando tomar notas para enfocarse en prestar atención al profesorado, participar e interactuar con sus compañeros.

5. Se recomienda implementar exámenes de control de lectura con retroalimentación inmediata. Esto le permitirá al usuario evaluar su aprendizaje y evitará la descontextualización de esos conocimientos.

6. Se sugiere implementar grupos de autoestudio a través de redes de aprendizaje autogestionando e incluso favorecer la coevaluación (evaluación cruzada) que permita el aprendizaje social y colaborativo.

No obstante, en el estudio realizado por Mohamed y otros (2014) se analiza el estado del arte de la investigación MOOC y se sugieren los contextos más adecuados para nuevas oportunidades de investigación relacionadas con las dimensiones claves de clasificación de una muestra de MOOCs seleccionados en dicha investigación (Figura 2.1.3.6). En este sentido, a continuación se señalan dichas recomendaciones:

Classification Map of MOOCs

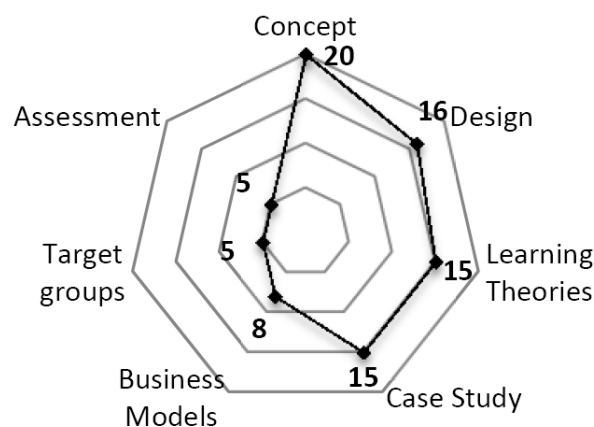


Figura 2.1.3.6. Mapa de clasificación de los MOOCs.

Fuente: Mohamed; (2014).

1. Concepto. Se necesita un trabajo más teórico para lograr un entendimiento común del concepto MOOC, así como un mapeo sistemático entre los objetivos del curso y el tipo MOOC a ser implementado.
2. Diseño. Se hace necesario llevar a cabo investigaciones sobre la forma de mejorar los entornos MOOCs mediante la investigación de nuevos modelos de aprendizaje (por ejemplo, el aprendizaje personalizado, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en el juego, el aprendizaje basado en la investigación) y herramientas (por ejemplo, análisis de aprendizaje).
3. Teorías de aprendizaje. Es fundamental que las futuras implementaciones MOOCs estén respaldadas por una sólida base teórica. Debería realizarse un enfoque más intenso en cMOOCs y bMOOCs, ya que tienen el potencial idóneo para soportar diferentes modelos de aprendizaje más allá del aprendizaje institucional formal. Estos incluyen el aprendizaje informal, aprendizaje personalizado, aprendizaje profesional y el aprendizaje permanente. En este estudio se considera a los cursos híbridos bMOOCs (blended-MOOCs) como un tipo de cMOOCs, donde los estudiantes pueden interactuar en tiempo real que se ajustan a su motivación y fomentar un mayor compromiso en la realización de los cursos (Coates, 2013; Gaebel, 2013; Daniel, 2012). En otros estudios, la integración de las redes sociales en bMOOCs añade nuevo valor en las interacciones y actividades del alumnado (Morris, 2013; Calter, 2013).
4. Estudios de casos. El campo de MOOCs está emergiendo y se hace necesario conducir y compartir más estudios experimentales con diferentes formatos y variaciones MOOC.
5. Modelos de Negocio. Se necesita identificar nuevas maneras de pensar acerca de los modelos de negocio que preservan la calidad de la experiencia de aprendizaje en MOOCs.
6. Grupos de objetivo. Se hace necesario investigar en nuevos métodos para aumentar la motivación de los usuarios pasivos en MOOCs (por ejemplo, a través de analíticas de aprendizaje).
7. Evaluación. Se sugiere ir más allá de los métodos tradicionales de evaluación y aplicar métodos de evaluación abiertos que se adapten mejor a los entornos MOOC caracterizados por la apertura, las redes y la autoorganización.

3. Artículos, autores, revistas, Universidades y países más activos en investigación MOOC

En la Tabla 2.1.3.1 se presenta el impacto de los autores más citados en las bases de datos JCR y Scopus durante el periodo de tiempo 2010-2013. En este sentido, se evidencia que hay un impacto muy bajo. Por ejemplo, la profesora Rita Kop (Yorkville University, Canadá) con su artículo “*The Challenges to Connectivist Learning on Open Online Networks:*

Learning Experiences during a Massive Open Online Course” sólo recibe dos citas en cada una de las bases de datos, mientras que en Google Scholar recibe 98 citas de este mismo artículo. Lo que implica que la repercusión en bases de datos de alto impacto es todavía muy poco significativa (López-Meneses *et al.*, 2015).

Tabla 2.1.3.1. Autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Autores más citados	JCR	Scopus
Skiba D.J.	0	3
DeSilets, Lynore D.	2	2
Kop, Rita	2	2
Abajian, Sean	1	2
Barbera, Elena	1	2
Clara, Marc	1	2
deWaard, Inge	1	2
Forsey, Martin	1	2
Gallagher, Michael Sean	1	2
Glance, David	1	2
Hogue, Rebecca	1	2
Keskin, Nilgun	1	2
Koutropoulos, Apostolos	1	2
Mackness, Jenny	1	2
Rodriguez, Osvaldo C.	1	2

En esta misma línea, en la Tabla 2.1.3.2 se reseña los países que se han mostrado más activos durante el mismo periodo y en las mismas bases de datos. Destaca Estados Unidos que acapara la mitad de citas de todas las recibidas en ambas bases de datos. El segundo país a bastante distancia es Reino Unido; Australia, Canadá y España ocupan los siguientes puestos (López-Meneses *et al.*, 2015).

Tabla 2.1.3.2. Países de procedencia de los autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Países	Porcentaje de Países	
	JCR	Scopus
Alemania	1,19	0,55
Argentina	1,19	0,55
Australia	10,71	8,84
Canadá	11,90	4,97
China	1,19	0,00
España	4,76	7,18
Estados Unidos	44,05	50,83
Fidji Islands	1,19	0,55
Finlandia	0,00	1,10
Francia	1,19	0,55
Grecia	0,00	1,10
India	2,38	1,10
Israel	0,00	0,55
Italia	0,00	1,10
Malasia	0,00	2,76
Nueva Zelanda	0,00	0,55
Portugal	1,19	0,00

Países	JCR	Scopus
Reino Unido	10,71	11,05
Rumanía	0,00	0,55
Sudáfrica	0,00	1,10
Taiwan	2,38	1,10

Las universidades con mayor representación son las estadounidenses, seguidas de las europeas y las canadienses, como se muestra en la Tabla 2.1.3.3. En este sentido, el estudio realizado por Hollands y Tirthali (2014), entre 29 instituciones de Norteamérica que han ofrecido MOOCs, indica que las principales razones institucionales para participar de este tipo de innovación están asociadas a la búsqueda de mayor visibilidad y captación de estudiantes. Del mismo modo, Allen y Seaman (2014), en el 11° reporte anual del estado del aprendizaje online en la educación superior en EEUU, concluyen que cerca del 70% de las instituciones analizadas consideran crítica la educación online en su estrategia de largo plazo, mientras que en 2002 cuando hicieron el primer informe lo consideraban así menos de la mitad de las instituciones. No obstante, no existe ningún estudio que revele las características de las Universidades del mundo que ofrecen MOOCs.

Tabla 2.1.3.3. Países de procedencia de los autores más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Filiación institucional	JCR	Scopus
Universidades Europeas	12,50	9,91
Universidades Canadienses	12,50	6,31
Universidades Españolas	6,25	8,11
Universidades Estadounidenses	35,42	40,54
Universidades de Oceanía	8,33	7,21
Universidades Africanas	0,00	0,90
Universidades Asiáticas	6,25	3,60
Otras instituciones	18,75	23,42

El enfoque metodológico de los artículos es un valor que proporciona una perspectiva general de cómo se está afrontando la investigación y reflexión sobre el movimiento MOOC en esta fase inicial y de expansión (2010-2013). En este sentido, los resultados obtenidos en las citadas bases de datos muestran que hasta la actualidad el grueso de la investigación se ha centrado en los artículos teóricos de reflexión y ensayo. Así pues, representan más del 80%, como se muestra en la Tabla 2.1.3.4, y se evidencia que los diez artículos con más citas en ambas bases de datos tienen un enfoque eminentemente teórico, como se muestra en la Tabla 2.1.3.5 (López-Meneses *et al.*, 2015).

Tabla 2.1.3.4. Enfoque metodológico de los artículos más citados en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Año	METODOLOGÍA (%)							
	Teóricos		Cuantitativos		Cualitativos		Mixtos	
	JCR	Scopus	JCR	Scopus	JCR	Scopus	JCR	Scopus
2010	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Año	JCR	Scopus	JCR	Scopus	JCR	Scopus	JCR	Scopus
2011	6,25	2,70	0,00	0,90	2,08	0,00	0,00	0,00
2012	4,17	8,11	0,00	0,90	0,00	1,80	2,08	0,90
2013	72,92	75,68	4,17	6,31	0,00	2,70	6,25	0,00
Total	83,33	86,49	6,25	8,11	2,08	4,50	8,33	0,90

Este enfoque teórico de los artículos con mayor índice de cita en ambas bases de datos muestra que la investigación sobre los MOOCs está aún en una fase inicial, y los esfuerzos que se han realizado hasta la fecha, se centran más en el ámbito divulgativo que en el científico-académico. Es reseñable que algunos de los grandes nombres de la investigación MOOC, como pueden ser: George Siemens, Stephen Downes y Sir John Daniel, que acumulan entre los tres más de 200.000 resultados de búsqueda en Google sobre MOOC, no hayan publicado artículos de alto impacto en estas dos bases de datos (López-Meneses *et al.*, 2015).

Tabla 2.1.3.5. Artículos más citados en el movimiento MOOC en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

Título Artículo	Autores	Revista	Año	Citas JCR	Citas Scopus
The Challenges to Connectivist Learning on Open Online Networks: Learning Experiences during a Massive Open Online Course	Kop, Rita	International Review of Research in Open and Distance Learning	2011	7	20
Connectivism: Its Place in Theory-Informed Research and Innovation in Technology-Enabled Learning	Bell, Frances	International Review of Research in Open and Distance Learning	2011	6	12
A Pedagogy of Abundance or a Pedagogy to Support Human Beings? Participant Support on Massive Open Online Courses	Kop, Rita; Fournier, Helene; Mak, John Sui Fai	International Review of Research in Open and Distance Learning	2011	6	15
A Revolutionary Journey Into Learning/Education	DeSilets, Lynore D.	Journal of Continuing Education in Nursing	2013	3	4
Connectivism and Dimensions of Individual Experience	Tschofen, Carmen; Mackness, Jenny	International Review of Research in Open and Distance Learning	2012	2	
Using mLearning and MOOCs to Understand Chaos, Emergence, and Complexity in Education	deWaard, Inge; Abajian, Sean; Gallagher, Michael Sean; Hogue, Rebecca; Keskin, Nilgun; Koutropoulos, Apostolos; Rodriguez, Osvaldo C.	International Review of Research in Open and Distance Learning	2011	2	4

Título Artículo	Autores	Revista	Año	Citas JCR	Citas Scopus
Navigating the changing learning landscape: perspective from bioinformatics.ca	Brazas, Michelle D.; Ouellette, B. F. Francis	Briefings in Bioinformatics	2013	1	No Indexado
Are MOOCs the future of medical education?	Harder, Ben	British Medical Journal	2013	1	No Indexado
MOOCs: An Opportunity for Innovation and Research	Pritchard, Sarah M.	Portal-Libraries and the Academy	2013	1	No Indexado
Reflections on Stanford's MOOCs	Cooper, Steve; Sahami, Mehran	Communications of the ACM	2013	1	No Indexado
Education will massive open online courses change how we teach	Martin F.G.	International Review of Research in Open and Distance Learning	2012	No Indexado	16
Will MOOCs destroy academia?	Vardi M.Y.	Communications of the ACM	2012	No Indexado	4
Disruption in higher education: Massively open online courses (MOOCs)	Skiba, D.J.	Nursing Education Perspectives	2012	No Indexado	4

En cuanto a las diez revistas con mayor índice de cita, son las editadas en su mayor parte en instituciones estadounidenses (80%), como figura en la Figura 2.1.3.7. En este sentido, Canadá aparece representado por la revista “*International Review of Research in Open and Distance Learning*” una de las más productivas en el movimiento MOOC, Australia por “*Distance Education*” y la única europea es la española “*Comunicar*”.

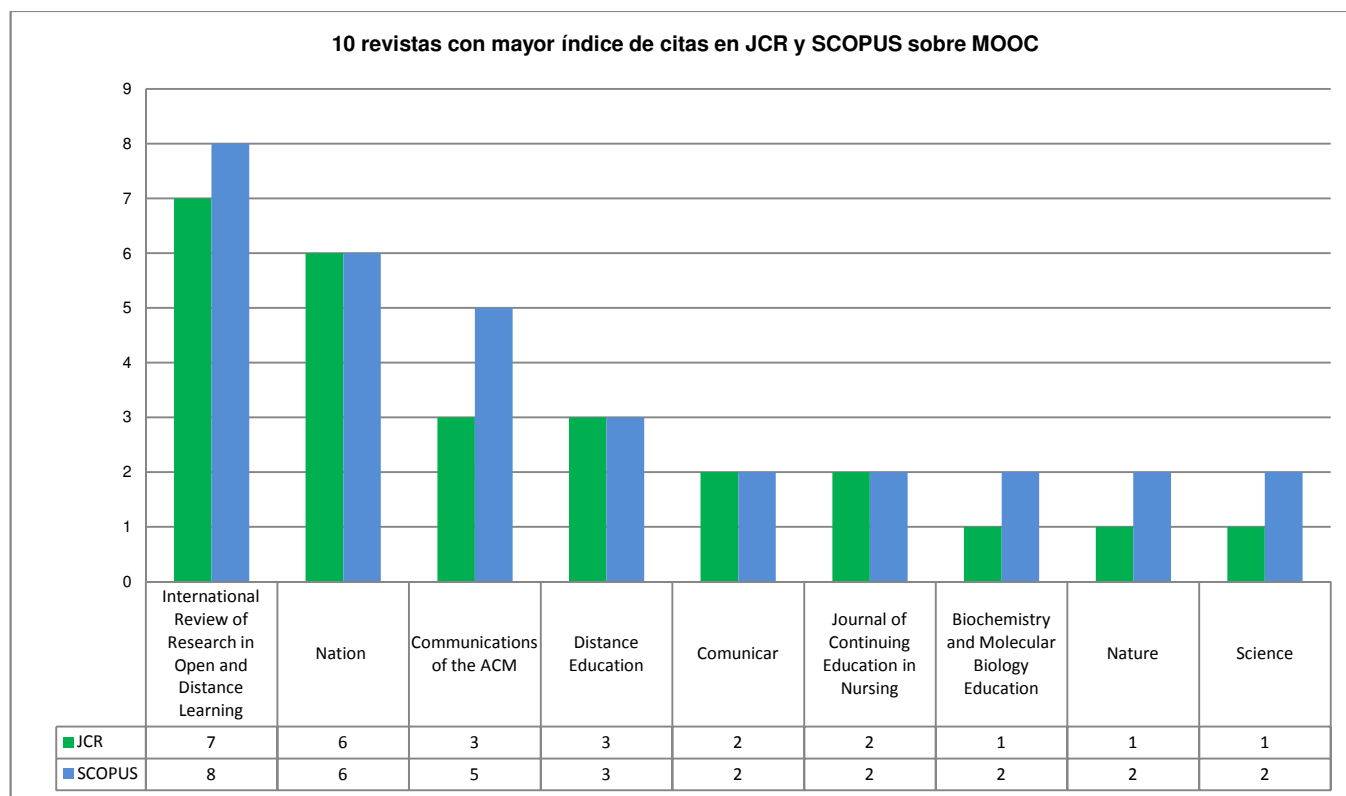


Figura 2.1.3.7. Revistas con mayor cita MOOC en JCR y Scopus durante el periodo 2010-2013.

Fuente: López-Meneses y otros; (2015).

2.1.3.1. Los MOOCs en la Unión Europea

Algunos investigadores (Flores *et al.*, 2013) plantean que los MOOCs presentan grandes ventajas en los países en desarrollo, sobre todo en las regiones con escaso acceso a la educación, en donde jóvenes y adultos de pequeñas comunidades o pueblos, han sido marginados por falta de opciones educativas y recursos. En estos países la oferta educativa se concentra en las grandes ciudades; sin embargo, en la actualidad, el número de MOOCs en idiomas diferentes al inglés es bajo y el acceso a Internet no es suficiente (Liyanagunawardena *et al.*, 2013b).

El auge que han venido presentando los MOOCs en los últimos cinco años en el mundo los ha puesto en el centro de debate en el ámbito educativo y pedagógico. Algunas corrientes los describen como una práctica innovadora que conlleva implícita una transformación de la relación educativa (Waldrop, 2013; Downes, 2012b) y otras, como un formato o aplicación que debe ser analizado como un nuevo recurso tecnológico (Castañeda y Adell, 2013).

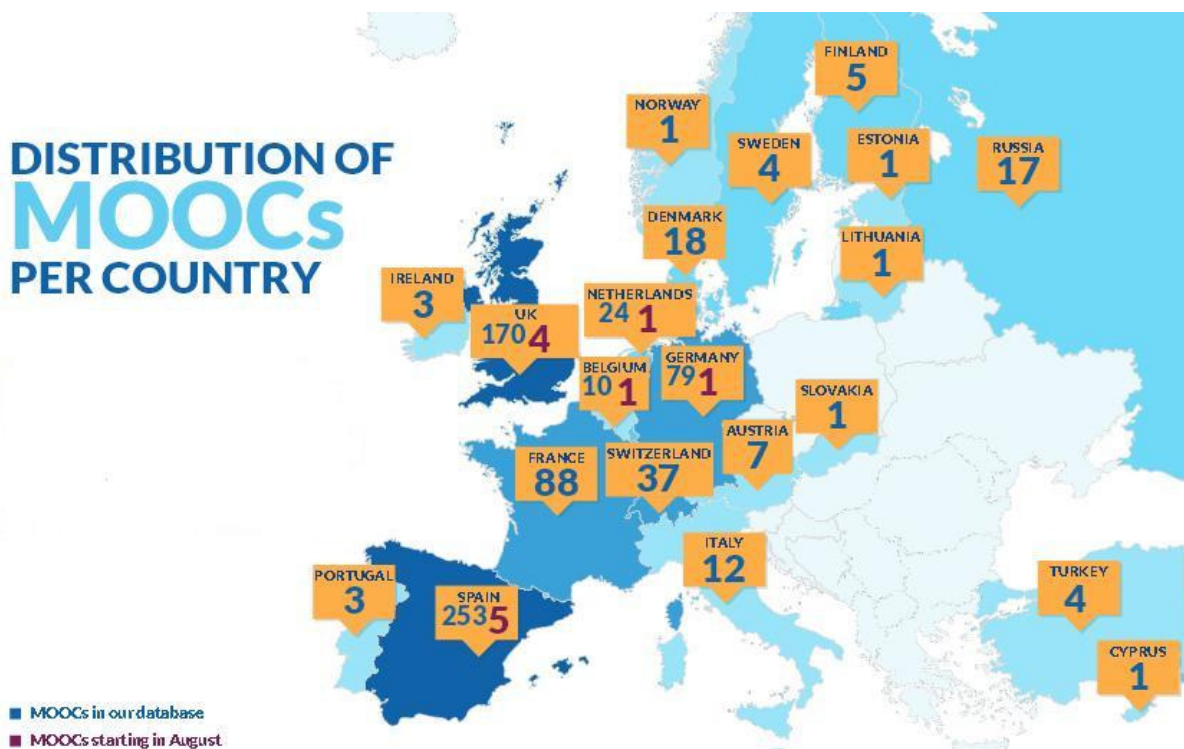


Figura 2.1.3.1.1. Distribución de MOOCs en los países comunitarios (agosto de 2014).

Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.

En este sentido, el organismo Open Education Europa, de la Comisión Europea, muestra en la Figura 2.1.3.1.1 el enorme potencial que las instituciones europeas tienen en el mundo de MOOCs y ayuda a examinarlo mediante la agrupación de los MOOCs europeos existentes disponibles en diferentes sitios web abiertos. Estos cursos europeos incluidos son proporcionados por las siguientes instituciones: Alison, First Business MOOC, FUN, FutureLearn, Iversity, Miriada X, Open Classrooms, Open Course World, openHPI,

openSAP, Unow, UnX, Océan, Coursera, EDX, Canvas, CnMOOC, CourseSites, Edraak, Novoed, Standford University, P2PU, Open Learning, Open2Study, Education MongoDB, Janux, JMOOC, High Tech High, Complexity Explorer, Rwaq, OER University, Google, Kaikeba, REL2014 y Udemy.

Los cursos tienen situaciones diferentes, es decir, algunos estaban recientemente empezados, o bien estaban en pleno curso, y otros fueron analizados como terminados, pero sus recursos estaban disponibles para este estudio. Así pues, como se muestra en la tabla 21312, se visualizan 739 cursos en su base de datos y 12 añadidos que empezarán durante el mes de agosto de 2014, es decir, 751 MOOCs en total. Estas cifras sitúan a España como la primera potencia en oferta de MOOCs a nivel europeo, como se muestra en la Tabla 2.1.3.1.1, con un total de 258 MOOCs. Esta cifra es muy superior a la del resto de países, donde Reino Unido aparece en segundo lugar con 174, Francia el tercero con 88, Alemania el cuarto con 80 y el resto de países están a una distancia muy notable. Esta comparativa permite afirmar que el fenómeno MOOC ha empezado en España con más fuerza que en países de nuestro entorno, tanto en oferta de cursos como en demanda.

Se debe reseñar que España, Reino Unido, Francia y Alemania imparten casi el 80% del total de MOOCs analizados de los países comunitarios. Y dentro de estos países, España lidera el ranking con casi el 35% del total del resto de países vecinos.

Tabla 2.1.3.1.1. Ranking de países comunitarios que han impartido MOOCs según Open Education Europa (agosto de 2014).

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Open Education Europa.

	MOOCs impartidos	MOOCs apunto de impartirse	Total
España	253	5	258
Reino Unido	170	4	174
Francia	88	0	88
Alemania	79	1	80
Suiza	37	0	37
Países Bajos	24	1	25
Dinamarca	18	0	18
Rusia	17	0	17
Italia	12	0	12
Bélgica	10	1	11
Austria	7	0	7
Finlandia	5	0	5
Suecia, Turquía	4	0	4
Irlanda, Portugal	3	0	3
Eslovaquia, Chipre, Noruega, Estonia, Lituania	1	0	1
TOTAL	739	12	751

En este sentido, se puede apreciar en la Figura 2.1.3.1.2 que la distribución de MOOCs por áreas temáticas tiene grandes desniveles. Por un lado, se encuentra un primer bloque predominante de áreas relacionados con la Ciencia y Tecnología (20,84%), Ciencias Sociales (17,19%), Ciencias Aplicadas (16,10%) y el área relacionada con la gestión de empresas y negocio (14,86%). Luego, se aprecia un segundo bloque de áreas temáticas intermedias relacionadas con las Humanidades (13,53%), Matemáticas y Estadística (8,13%), y las Ciencias Naturales y de la Salud (7,72%). Y por último, un tercer bloque no significativo relacionado con las Artes (1,63%).

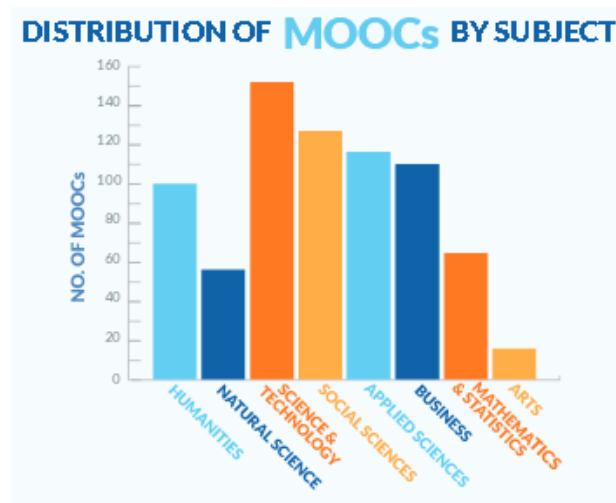


Figura 2.1.3.1.2. Distribución temática de MOOCs en los países comunitarios (agosto de 2014).
Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.

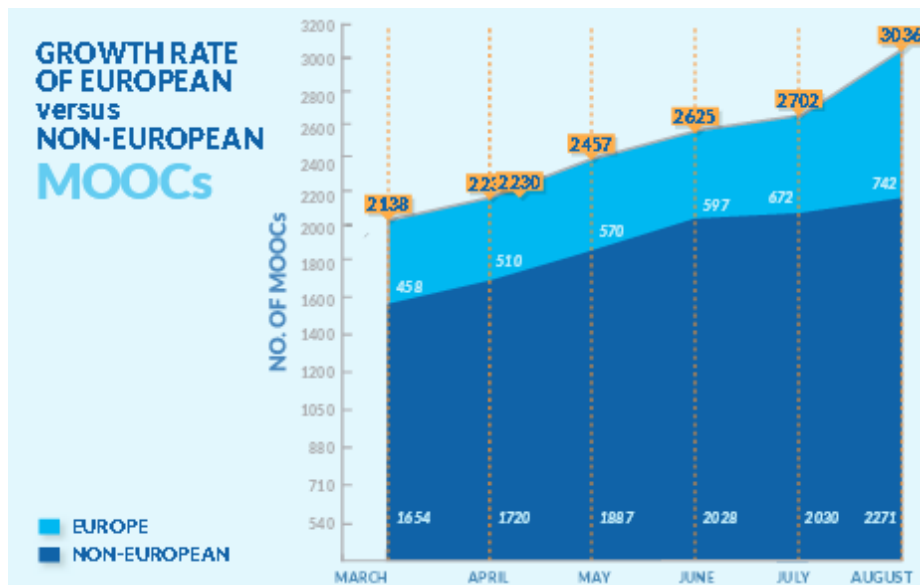


Figura 2.1.3.1.3. Comparativa de los ritmos de crecimiento de MOOCs entre países comunitarios y no comunitarios (desde marzo a agosto de 2014).
Fuente: Open Education Europa. Comisión Europea.

Mientras que la mayoría de la información de esta Comisión hace referencia a MOOCs de las instituciones europeas, se han realizado estudios adicionales sobre MOOCs no comunitarios con el fin de proporcionar una base fiable comparativa, como se muestra en la Figura 2.1.3.1.3. Se evidencia que el ritmo de crecimiento de los países comunitarios es mayor en los últimos meses frente a los no comunitarios. En este sentido, en el mes de marzo de 2014 la cuota de los cursos MOOCs impartidos en los países comunitarios era de un 21,42% con respecto al total mundial y en el mes de agosto del mismo año había crecido a un 24,44% (tasa de crecimiento del 3,02%).

2.1.3.2. Los MOOCs en España

España se ha situado, en muy poco tiempo, dentro del grupo de países con más actividad alrededor de los MOOC, convirtiéndose en líder en Europa en cuanto a oferta de cursos. En este sentido, se destaca que más de un tercio de las universidades españolas disponen de oferta en MOOC y, aunque la dispersión es grande, tres Universidades (UNED⁴, UPV⁵ y UC⁶) concentran la mitad de la oferta de cursos. En cuanto a las plataformas de este tipo de cursos, Miríada X es la más utilizada (Oliver *et al.*, 2014).

De las 80 universidades activas registradas en el espacio web del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España, 28 tienen al menos un MOOC, lo que representa un 35% del total de universidades españolas. De ellas, 7 disponen de un MOOC en segunda edición, es decir un 8,8% del total de universidades en España, como se muestra en la Figura 2.1.3.2.1.

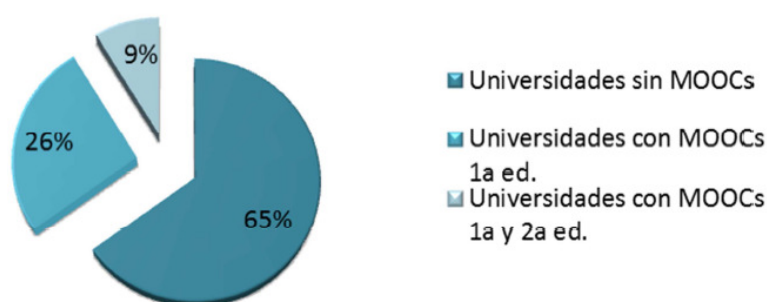


Figura 2.1.3.2.1. Distribución de los MOOCs en las Universidades Españolas.

Fuente: Oliver y otros; (2014).

Discriminando entre pública y privadas, se encuentra que dentro de las 50 Universidades Públicas, 20 (40%) disponen de algún tipo de oferta MOOC, mientras que en las Universidades Privadas, sólo 8 (27%) de las 30 tienen oferta. En cuanto a la presencialidad, se observa una cierta diferencia entre Universidades tradicionales y a

⁴ Universidad Nacional de Educación a Distancia

⁵ Universitat Politècnica de València

⁶ Universidad de Cantabria

distancia. España cuenta actualmente con 6 universidades a distancia de las que un 17% tiene oferta MOOC. En cambio, el porcentaje de universidades presenciales con MOOC es de un 36%.

El fenómeno MOOC en las Universidades españolas es tan reciente que la más longeva consta únicamente de dos ediciones. En diciembre de 2013, el total de MOOCs ofrecidos por Universidades Españolas impartidos en primera edición ascendía a 111, en la Figura 2.1.3.2.2 se puede apreciar su distribución geográfica por Comunidades Autónomas. En dicho periodo, los MOOCs en segunda edición sumaban un total de 31. Así pues, se evidencia que la Comunidad Autónoma con más oferta MOOCs es la de Madrid con 42, seguida por la Comunidad Valenciana con 20.



Figura 2.1.3.2.2. Distribución de los MOOCs por Comunidades Autónomas. Se cuentan 114 debido a que 3 de ellos pertenecen a más de una Universidad de Comunidades Autónomas distintas (diciembre de 2013).

Fuente: Oliver y otros; (2014).

En cuanto a la distribución por centros, se evidencia en la Figura 2.1.3.2.3 como UNED es la que cuenta con una oferta más amplia, con 21 cursos en primera impartición y 18 en segunda. En la misma gráfica también destaca la UPV con 17 (primera edición) y 6 (segunda), así como la UC con 12 (primera) y 2 (segunda).

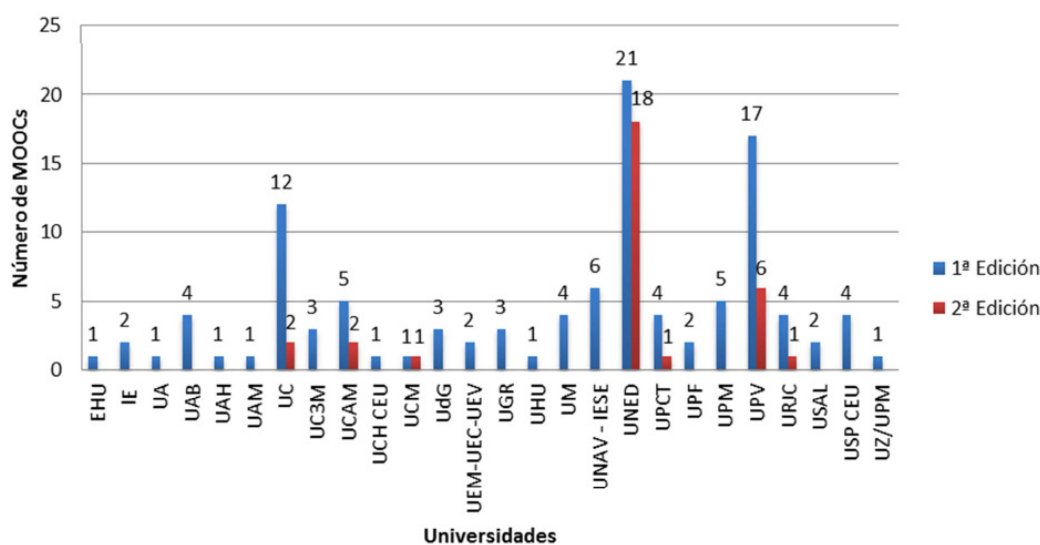


Figura 2.1.3.2.3. Distribución de los MOOCs de primera y segunda edición por Universidades españolas (diciembre de 2013).

Fuente: Oliver y otros; (2014).

Por tanto, no solamente España es el país comunitario europeo con una oferta en MOOC más elevada, y a una gran distancia del segundo, Reino Unido, sino que, más de un tercio de las universidades españolas tienen como mínimo un MOOC, donde las Universidades Públicas son las que más cursos están generando. Además, los MOOCs no aparecen como una metodología exclusiva de Universidades no presenciales, siendo las universidades tradicionales las que más cursos generan. Y por último, tres Universidades (UNED, UPV y UC) aglutinan aproximadamente la mitad de la oferta MOOCs de todas las Universidades Españolas.

Por otro lado, la duración promedio de los MOOCs de las Universidades en España es de 7 semanas, con un esfuerzo estimado medio por parte del participante de 4 horas a la semana. En un estudio reciente publicado en Reino Unido⁷, la duración de los MOOCs se contabilizó entre 4 y 10 semanas con una dedicación aproximada de 2 a 6 horas a la semana. En este sentido se observa que no hay grandes diferencias entre ambos países. Y en los extremos, la UGR⁸ es la que tiene una duración menor, con 4 semanas, mientras que, tanto la UA⁹ como la UAM¹⁰ disponen de cursos más largos con 12 semanas de duración media.

En algunos casos, como sucede con los MOOCs ofrecidos a través de la plataforma Miríada X, la duración de los cursos ha venido condicionada por la propia plataforma. En este caso concreto se han definido unas temporizaciones determinadas (duración y horas de dedicación de los cursos) a los cuales se debía ajustar el curso para poder ser impartido. La

⁷ *The Maturing of MOOC* (2013), realizado por el *Department for Business, Innovation and Skills*. Londres.

⁸ Universidad de Granada

⁹ Universidad de Alicante

¹⁰ Universidad Autónoma de Madrid

mayoría de las Universidades participantes adaptaron sus cursos a la temporización recomendada.

En la Figura 2.1.3.2.4 se presentan las áreas temáticas en las que se ubican los MOOC ofrecidos por las Universidades en España. Se evidencia que el área que aglutina más oferta MOOC es la de Ciencia y Tecnología (con un 22%), seguida por la de Ciencias Sociales y Jurídicas (21%). Acto seguido aparece la de Empresa (13%) y Humanidades (13%). La temática con menos oferta es la de Artes con poco más de un 3%.

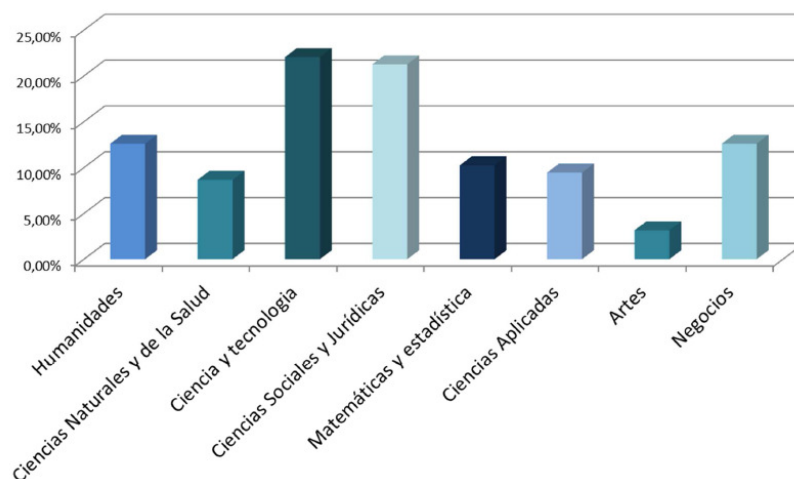


Figura 2.1.3.2.4. Áreas temáticas de la oferta MOOC de las Universidades Españolas (diciembre de 2013).
Fuente: Oliver y otros; (2014).

Comparando estos resultados con sus análogos a nivel comunitario, figura 2.1.3.1.4, se evidencia una cierta correlación, aunque no una total coincidencia, en las áreas de Humanidades, Ciencias Naturales y de la Salud, Ciencias y Tecnología, y Empresa. Sin embargo, en España, el área de Ciencias Sociales, Ciencias Aplicadas, Matemáticas y Estadística, y Artes, que representaba un 21%, 10%, 12% y 3%, respectivamente, a nivel comunitario se sitúa en un 17,19%, 16,10%, 8,13% y 1,63%, respectivamente.

La plataforma de MOOCs más utilizada actualmente por las Universidades Españolas en 2013 ha sido Miriada X, como se evidencia en la tabla 2.1.3.2.4. Así pues, 20 de las 26 Universidades la han utilizado. En un segundo lugar aparece la plataforma Coursera, usada por parte de la UAB¹¹, la IE¹² y UNAV-IESE¹³. En tercer lugar se encuentra otras plataformas como Iversity, utilizada por la UAM y CourseSites por la UNAV¹⁴.

¹¹ Universidad Autónoma de Barcelona

¹² IE Business School

¹³ IESE Business School de la Universidad de Navarra

¹⁴ Universidad de Navarra

Tabla 2.1.3.2.4. Plataformas MOOCs utilizadas por las Universidades Españolas (diciembre de 2013).
Fuente: Oliver y otros; (2014).

UNIVERSIDAD	PLATAFORMAS MOOCs
Universidad de Granada	AbiertaUGR
IE Universidad	
Universitat Autònoma de Barcelona	Coursera
IESE Business School de la Universidad de Navarra	CourseSites / Coursera
Universidad del País Vasco	Ehusfera-Metauniversidad
Universidad Autónoma de Madrid	Iversity
Universidad de Alicante	
Universidad de Alcalá	
Universidad de Cantabria	
Universidad Carlos III de Madrid	
Universitat CEU Cardenal Herrera	
Universidad Complutense de Madrid	
Universitat de Girona	
Universidad Europea de Canarias	
Universidad Europea de Madrid	
Universidad Europea de Valencia	Miríada X
Universidad de Huelva	
Universidad Politécnica de Cartagena	
Universitat Pompeu Fabra	
Universidad Politécnica de Madrid	
Universidad Rey Juan Carlos	
Universidad de Salamanca	
Universidad de San Pablo-CEU	
Universidad de Zaragoza	
Universidad Nacional de Educación a Distancia	Miríada X / UNED COMA
Universitat Politècnica de València	Miríada X / UPV[X]
Universidad de Murcia	Miríada X
Universidad Católica de San Antonio	Miríada X / UCAM unidad MOOC

Se destaca el caso de la UNED, la UPV y la UCAM¹⁵. En estas tres Universidades se empezó utilizando los primeros MOOCs en la plataforma Miríada X y en ediciones posteriores o en nueva oferta de MOOCs se ha migrado hacia una plataforma propia.

Las plataformas de impartición representan un elemento central en la articulación de cualquier estrategia en cuanto a la oferta MOOC. Así, representan un instrumento fundamental para arbitrar los modelos de negocio que permitan dotar de cierta sostenibilidad al ecosistema MOOC. Algunas plataformas apuntan hacia modelos basados en la emisión de certificados docentes como herramienta de monetización.

Un primer ejemplo de plataforma en España que sigue esta tendencia es la plataforma COMA de la UNED. A partir del mes de mayo de 2013 comienza a ofrecer dos posibilidades

¹⁵ Universidad Católica de San Antonio

de certificación académica. La primera opción es el Certificado de Aprovechamiento, para el que hay que abonar una tasa que oscila entre 10 y 15 euros además de realizar un examen no presencial. La segunda opción se trata de la obtención del diploma del curso, para el que hay que abonar una tasa superior que oscila entre 40 y 60 euros además de realizar un examen desde un ordenador presencial. Se trata siempre de certificados con carácter de título propio, incluyendo su contabilización en ECTS¹⁶.

Un segundo ejemplo acontecido también en España es el de la plataforma Miríada X. En octubre del mismo año ofrece certificados si se termina un MOOC en su plataforma. El certificado es de superación del curso, emitido por la Universidad que lo imparte además de la firma del docente o responsable del equipo educativo.

Por lo tanto, aunque Miríada X es la plataforma más utilizada en 2013 por parte de las Universidades Españolas para ofrecer los MOOCs, algunas instituciones tienden a crear una plataforma propia para centralizar su oferta formativa en MOOCs a partir de un cierto volumen de cursos, como la UNED, la UGR¹⁷, la EHU¹⁸ y la UCAM. En este sentido, las grandes plataformas de MOOCs de organizaciones anglosajonas (Coursera, EdX) tienen poca presencia en España.

También hay que reseñar que no hay un modelo de negocio asentado para los MOOCs aunque la tendencia actual de las plataformas en España se inclina por la emisión de certificados como vía de ingreso.

Así pues, en el ámbito de la educación superior, 2013 ha sido el año de la consolidación de los MOOCs en España. Aunque las principales características que distinguen esta modalidad de la formación online tradicional son, por un lado, la gratuidad de los cursos que cuentan con el aval de prestigiosas instituciones educativas, y que se soportan en una tecnología que permite su difusión masiva (más de 100.000 alumnos en algunos casos), sin embargo, el gran debate se centra en su viabilidad económica y los retornos de la inversión necesarios para su puesta en marcha (Fundación Telefónica, 2014).

2.1.3.2.1. Temas clave sobre los MOOCs

Según el informe del panorama actual de los MOOCs en las Universidades Españolas de la Cátedra Telefónica realizado por la Universitat Pompeu Fabra (Oliver *et al.*, 2014), la compañía Telefónica organizó el pasado 24 de enero de 2014 la jornada “*Las tecnologías de la Educación en la nueva era digital*”, un debate presencial donde participaron diferentes Universidades e instituciones españolas para hablar del estado actual de los MOOCs en España. En este sentido, participaron COIT¹⁹, CSEV²⁰, de3²¹, UD²², EOI²³, Telefónica,

¹⁶ Acrónimo en inglés de European Credit Transfer System o Sistema Europeo de Transferencia de Créditos

¹⁷ Universidad de Granada

¹⁸ Universidad del País Vasco

¹⁹ Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación

²⁰ Centro Superior para la Enseñanza Virtual

²¹ Empresa de formación especializada en diseño técnico

²² Universidad de Deusto

²³ Escuela de Organización Industrial

UAB²⁴, UAH²⁵, UAM²⁶, UC3M²⁷, UCM²⁸, UdG²⁹, ULE³⁰, ULPGC³¹, UNED, UNIR³², UOC³³, UOV³⁴, UPC³⁵, UPCT³⁶, UPF³⁷, UPM³⁸, UPV³⁹, URJC⁴⁰ y UVa⁴¹.

En la Jornada se identificaron 5 temas clave alrededor de los MOOCs: Tecnología, Negocio, Semi-presencialidad, Contenidos y Análisis de los datos. A continuación se presentan las conclusiones de cada tema.

1. Tecnología

Se destacaron los siguientes indicadores:

- Los LMS⁴² actuales tienen limitaciones importantes para servir como soporte para los MOOCs.
- Aunque los vídeos se consideran esenciales en los MOOCs, también cabe considerar el audio como tecnología a tener en cuenta.
- Es necesario dotar a los generadores de contenidos de tecnologías auxiliares para generar los materiales audiovisuales, y si es posible, de un equipo técnico especializado.

En este último indicador se hacía referencia a que la calidad técnica de los vídeos influirá directamente en la publicidad del MOOC (4 de los 5 participantes en la mesa de trabajo contaban con la externalización del proceso de implementación de sus MOOCs).

Y, aunque no está tan relacionado con este tema, se reseñó que el factor humano es clave debido a que las competencias de los profesores tradicionales o presenciales no tienen por qué coincidir con las que requieren los cursos on-line.

²⁴ Universitat Autònoma de Barcelona

²⁵ Universidad de Alcalá

²⁶ Universidad Autónoma de Madrid

²⁷ Universidad Carlos III de Madrid

²⁸ Universidad Complutense de Madrid

²⁹ Universitat de Girona

³⁰ Universidad de León

³¹ Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

³² Universidad Internacional de la Rioja

³³ Universitat Oberta de Catalunya

³⁴ Universidad de Oviedo

³⁵ Universitat Politècnica de Catalunya

³⁶ Universidad Politécnica de Cartagena

³⁷ Universitat Pompeu Fabra

³⁸ Universidad Politécnica de Madrid

³⁹ Universitat Politècnica de València

⁴⁰ Universidad Rey Juan Carlos

⁴¹ Universidad de Valladolid

⁴² Acrónimo en inglés de Learning Managing Systems

2. Modelos de Negocio

En este tema se destacaron los siguientes indicadores:

- La diferenciación. En este sentido, para la Universidad significa que debería centrarse en aquellos contenidos en los que se dispone de una fuerte especialidad, lo cual fundamenta la creación de un modelo de negocio y de comercialización diferencial.
- Los intereses. Así pues, se debatió sobre la importancia de distinguir entre los MOOCs que ofrecen las Universidades (orientados a formación y cuya financiación sólo perseguiría la sostenibilidad del propio curso), y los que ofrecen las empresas (mucho más enfocados a monetizar y rentabilizar la inversión).
- Captación de talentos. Se observa una cierta convergencia de modelos, es decir, se están planteando cursos para captación de talentos, bien sea para atraer los mejores alumnos hacia la Universidad o hacia la empresa implicada en el MOOC.
- Modelos de financiación. En este sentido, se adoptaron algunos modelos de financiación basados en el Crowdfunding, el Freemium, la publicidad, los patrocinios, ofrecer teoría de forma gratuita y talleres o prácticas de pago, y finalmente, negocios relacionados con el Big Data⁴³.

3. Semi-presencialidad

En este aspecto se detectan los siguientes indicadores:

- Modelos mixtos. Se evidencia una cierta tendencia entre las Universidades a decantarse por modelos mixtos, donde los MOOCs están a caballo entre una herramienta de “marketing” y una aproximación que puede tener cierto impacto en la formación convencional. Sin embargo, este impacto es todavía bajo. La mayoría de las Universidades están todavía estudiando posibles planteamientos de modelos híbridos (10 de las 13 participantes en la mesa de trabajo), mientras que el resto ya cuentan con él.
- El tiempo y el espacio. En este sentido, existen opciones de coincidencia en tiempo y espacio (físico), pero también de no coincidencia en espacio y sí en tiempo, etc. Se reseñan que se deben entender las preferencias de los usuarios en cada espacio-tiempo; la importancia de los espacios informales (pasillos, cafeterías,...), los seminarios en pequeño grupo y los laboratorios instrumentales; y por último, no descuidar el aspecto social como el sentimiento de pertenencia a una institución.
- Público objetivo. A este respecto, se señala, por ejemplo, que los grados de presencialidad/no-presencialidad pueden depender del público objetivo del MOOC

⁴³ Tratamiento de los datos masivos

(adolescentes, universitarios, desempleados, profesionales, ...) así como del tipo de contenido del curso.

4. *Contenidos de los cursos*

En este tema se destacaron los siguientes indicadores:

- Existen competencias difíciles de trabajar mediante un MOOC.
- La calidad y eficacia formadora. Así pues, se señaló el control de la calidad educativa y la importancia de contar con metodologías para conseguir producir algo que tenga alta eficacia formadora. Este aspecto deriva en la necesidad de crear un indicador de eficacia formadora de los contenidos.
- Contenidos abiertos. Se subrayó la producción de unos contenidos en abierto pero con reservas (5 de los 7 participantes en la mesa de trabajo defendieron unos contenidos abiertos con restricciones y los 2 restantes apuntaron a unos contenidos totalmente abiertos).
- Contenidos visuales. Se destaca la tendencia a utilizar contenidos visuales con poca información en cada uno. Sin embargo, en algunas ocasiones esa tendencia se vuelve entorno a una sobresimplificación del mismo. Así pues, para evitar este aspecto se recomendaba reforzar los vídeos con lecturas.

5. *Análisis de los datos*

En este apartado se valoró positivamente la oportunidad que ofrece el análisis de grandes cantidades de datos para mejorar la educación con las suficientes garantías legales de su uso. En este sentido, los indicadores tratados fueron:

- La necesidad de realizar el análisis de datos educativos. Así pues, actualmente se dispone de información detallada sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, gracias al *Learning Analytics*, pero aún hay plataformas que no proporcionan suficientes datos para su análisis.
- La legislación de la propiedad y custodia de los datos para evitar que se comercie con la información de manera inadecuada. No obstante, aunque sería conveniente la anonimización de los datos como solución al problema ético, esta solución no sirve en el caso de la personalización del aprendizaje, emisión de información al profesor y al alumno sobre su actividad y progreso en el curso, personalización de contenidos, etc.

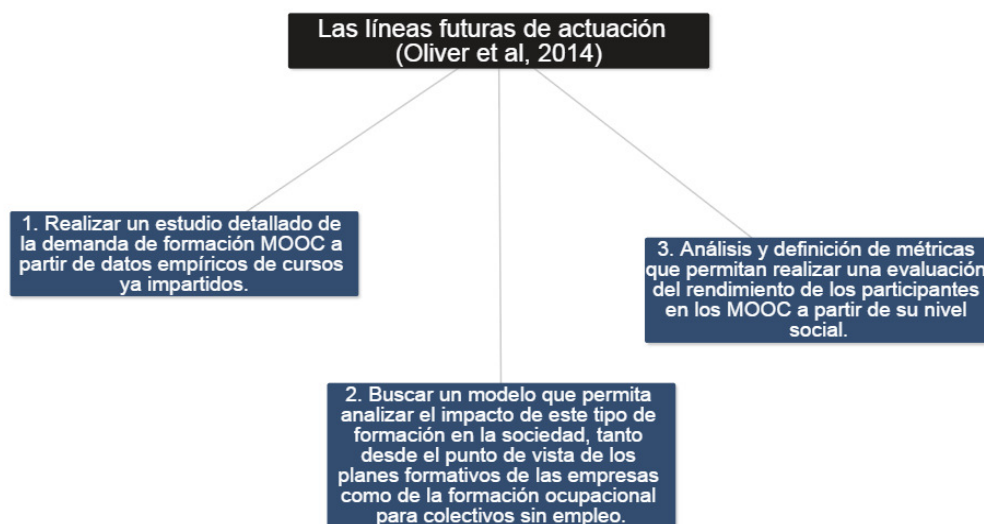
2.1.3.2.2. Tendencias futuras de los MOOCs

El fenómeno de los MOOCs ha arrancado con fuerza en España con una participación de más de un tercio de las Universidades Españolas. Aunque las Universidades privadas

también han participado en la creación de este tipo de cursos, las Universidades públicas son las que más cursos han generado. Cabe añadir también que los MOOCs no son una estrategia exclusiva de las universidades no presenciales, un claro ejemplo es la UNED siendo la Universidad con más MOOCs en España.

La dispersión de estos cursos en las distintas universidades es alta, tres de ellas (UNED, UPV y UC) aglutinan aproximadamente la mitad de la oferta de MOOCs de las Universidades en el conjunto español. Sin embargo, las características de este tipo de cursos respecto a la duración y a las horas de dedicación estimadas no difieren de la media de los MOOCs internacionales. La duración de los MOOCs en España es muy homogénea, en torno a las 7 semanas, y las horas de dedicación estimadas están en torno a las 4 horas por semana. Por último, los contenidos en cambio siguen un patrón común diferente a los MOOC europeos, la mayoría de cursos ofrecen formación en Ciencia y Tecnología, seguido de Ciencias Sociales y Jurídicas (Oliver *et al.*, 2014).

Aunque la plataforma Miríada X es la más utilizada por las Universidades en España, algunas instituciones tienden a crear una plataforma propia para centralizar su oferta formativa en MOOCs (UNED, UGR, EHU, UCAM, etc.) a partir de un cierto volumen de cursos. Se ha de reseñar que las grandes plataformas MOOCs de organizaciones anglosajonas tienen poca presencia en España.



Esquema 2.1.3.2.2.1. Tendencias futuras de actuación sobre el ámbito de los MOOCs.

<https://www.text2mindmap.com/NMjyUS?controller=frontpage&method=index&map=NMjyUS>

Por otro lado, no hay un modelo de negocio universal para los MOOCs españoles, pero la tendencia de las plataformas es la oferta de certificados oficiales de los cursos a cambio de

un coste económico. En este sentido, se está considerando el modelo de exámenes presenciales para evaluar los cursos y poder obtener, a cambio de su superación, créditos ECTS (Oliver *et al.*, 2014).

Las líneas futuras que se pretenden abordar desde el informe del panorama actual de los MOOCs en las Universidades Españolas de la Cátedra Telefónica realizado por la Universitat Pompeu Fabra son las que se muestran en el Esquema 2.1.3.2.2.1.

Los resultados obtenidos en estas líneas de trabajo futuro darán lugar a nuevas investigaciones sobre los MOOCs en España para dar una visión de este movimiento que está entrando con gran fuerza en nuestro país. En este sentido, se hace necesario analizar este fenómeno más a fondo y desde diferentes perspectivas para poder estudiar su impacto en nuestra sociedad actual.

2.1.4. La calidad de los MOOCs

La llegada del Homo Sapiens a Europa borró del mapa al Homo Neanderthalensis quien, a pesar de ser nativo, desapareció por carecer de la capacidad de adaptación que requerían los nuevos tiempos. Frente a la incompetencia manifiesta del neandertal ante las nuevas exigencias, se erigió la figura del Homo Sapiens, quien resultó ser todo un modelo de adaptación. Durante el largo periplo, que le llevó desde el Gran Valle del Rift a Europa Occidental pasando por Asia, se enfrentó a constantes vicisitudes que no solo le enseñaron a aclimatarse en tiempo récord para sobrevivir, sino que también fueron alimentando su espiral de conocimiento. Frente a la figura del neandertal aferrado a su territorio y entorno, la inquietud del Homo sapiens por superar las adversidades, le hizo fuerte y adaptativo (Leaky, 1994).

En este sentido, la calidad de la formación en los nuevos tiempos debe ser el epicentro del progreso social y el desarrollo humano para adaptarse a los nuevos desafíos de la Sociedad del Conocimiento y la Comunicación. Actualmente el fenómeno MOOC está encontrando una doble disyuntiva; por un lado, los que creen que puede ser una tecnología que facilite y garantice que una formación de calidad pueda llegar a todas las personas independientemente de su lugar y clase social, y por otro, los que creen que este nuevo medio no es nada nuevo y simplemente supone un nuevo modelo de negocio para las Universidades y las Instituciones, pero que su calidad deja mucho que desear (Zapata, 2013; Vázquez *et al.*, 2013).

Diferentes informes Horizon presentan a los MOOC como una tecnología que en un horizonte no muy alejado penetrará fuertemente en las instituciones de formación superior. Así pues, en las instituciones de formación superior en Iberoamérica se implantarán en un horizonte de cuatro a cinco años (Durall *et al.*, 2012). En dicho informe se justifica su relevancia para la educación en tres aspectos fundamentales:

1. Los MOOC van un paso más allá de los contenidos educativos en abierto al hacer libres no solo los materiales, sino también los procesos de interacción, los cuales se convierten en el centro del aprendizaje.
2. El potencial de los MOOC se basa en que utilizan la red como estructura al tiempo que adoptan una concepción abierta del aprendizaje.
3. Los MOOC amplían el acceso a la formación al ofrecer oportunidades de aprendizaje con independencia de la afiliación a una institución en particular.

En esta misma línea se encuentra la propuesta de “The Open University” respecto a las pedagogías innovadoras que impactarán en las Universidades en los próximos años. En este informe se presentan a los MOOC como una tecnología que tendrá una fuerte penetración en las Universidades (Sharples *et al.* 2013).

Frente a este panorama, ya empiezan a aparecer datos que llaman la atención respecto a que ni como modelo educativo, ni como modelo de negocio, su posicionamiento no está nada claro, y que se dan bastantes fracasos en su puesta en acción y abandonos por parte de los

usuarios. Hechos que debe hacer reflexionar sobre algunas de las decisiones adoptadas (Chamberlin y Parish, 2011; Scopeo, 2013).

Así pues, en el informe del Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (2014), se refleja que las personas que se inscriben en un MOOC lo hacen por motivaciones como interés general, curiosidad, apoyo académico o profesional, para establecer contactos, entre otras y no necesariamente buscan una carta de acreditación. Aunado a esto, las barreras de entrada y salida en estos cursos son muy bajas, pues los participantes se pueden registrar en el momento que deseen y de la misma manera pueden abandonarlos. En este sentido, el éxito de los MOOCs no se puede calcular de la misma manera que un curso tradicional, basarse únicamente en el número de estudiantes que terminan el curso respecto de los que se inscribieron, ya que aún no existe una acreditación ni costo significativo.

Por tanto, no se puede aplicar la eficiencia terminal¹ a los cursos MOOCs. Sin embargo, en los MOOCs, hay usuarios que se registran sin intención de terminarlos y profesores que no tienen como prioridad que los terminen (Kolowich, 2014). Es más relevante para ellos clasificar de acuerdo a las razones para inscribirse y juzgar en términos de las expectativas de los propios estudiantes, es decir, sobre lo que esperan obtener al tomar un MOOC.

Luego, en base a lo anterior, 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), éstos comparten rasgos comunes con los cursos online.

La calidad de la enseñanza de los entornos virtuales es una de las tareas de investigación y reflexión que los facilitadores, diseñadores y grandes empresas tecnológicas de cursos MOOCs deben afrontar. La medición de la calidad interna mediante instrumentos y análisis de los datos podrá servir para mejorar sustancialmente el desarrollo de los diferentes elementos caracterizadores de los entornos masivos. Asimismo, se deberá seguir realizando encuestas más elaboradas y críticas a los usuarios y profesores que realizan estos cursos para, de esta manera, poder identificar y arbitrar nuevas fórmulas que mejoren los procesos de enseñanza-aprendizaje en estos contextos.

Junto a la medición de la calidad, los procesos de investigación son necesarios para seguir midiendo y analizando el impacto del movimiento MOOC en el panorama formativo. Para ello, surgen nuevas formas de analizar la información y nuevas propuestas de métodos para afrontar el impacto de los cursos masivos.

En este apartado se muestran los principales indicadores que se pueden tomar para medir la calidad de los cursos MOOCs y se analizarán las diferentes investigaciones

¹ métrica para cursos tradicionales en los que objetivos son claros y todos los entienden: los estudiantes y profesores quieren completar el curso y obtener crédito.

publicadas para comprobar qué tipo de análisis y resultados se están obteniendo en la investigación en MOOC.

2.1.4.1. Antecedentes de la calidad de los MOOCs

Los MOOC reconocen la importancia que el aprendizaje informal tiene en nuestra sociedad actual, ya que cada vez es más importante en el mercado laboral "*la capacidad para hacer nuevas cosas*" que "*las cosas que se es capaz de acreditar*" (De la Torre, 2013). Y ese tipo de aprendizaje, que ocurre en lugares diversos y de maneras distintas, no está bajo el control de las instituciones. Así pues, los MOOCs tienen la percepción ante la sociedad que el aprendizaje informal existe y es bueno, pero solo si está acreditado de alguna forma por determinadas Universidades o instituciones (Cabero *et al.*, 2014).

En la Figura 2.1.4.1.1 se muestra que el aprendizaje en la sociedad del conocimiento se produce en una diversidad de contextos, que van desde los formales a los informales, y desde los intencionales a los inesperados (Conner, 2013).

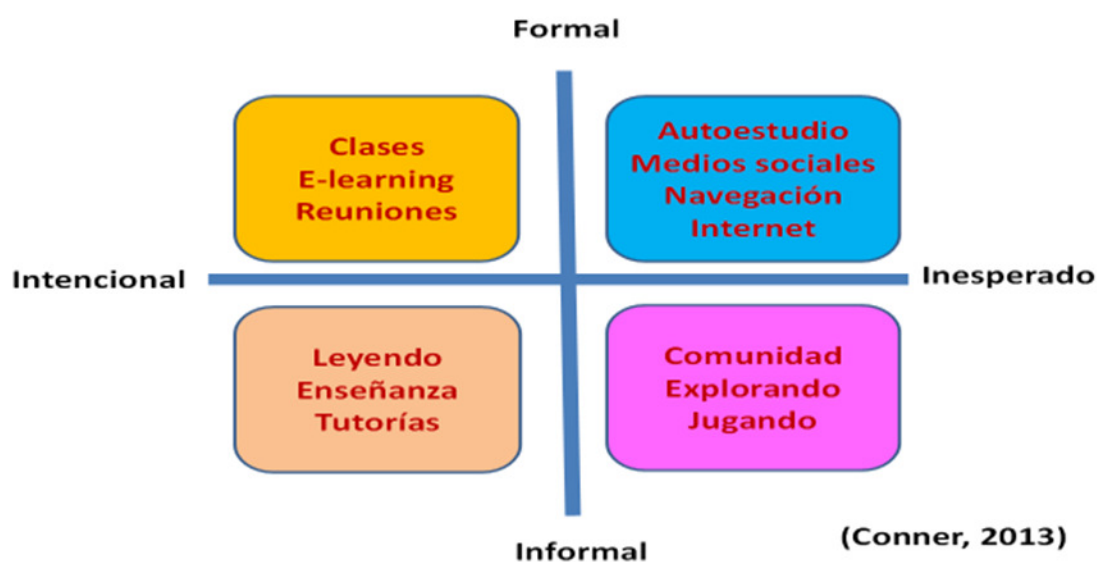
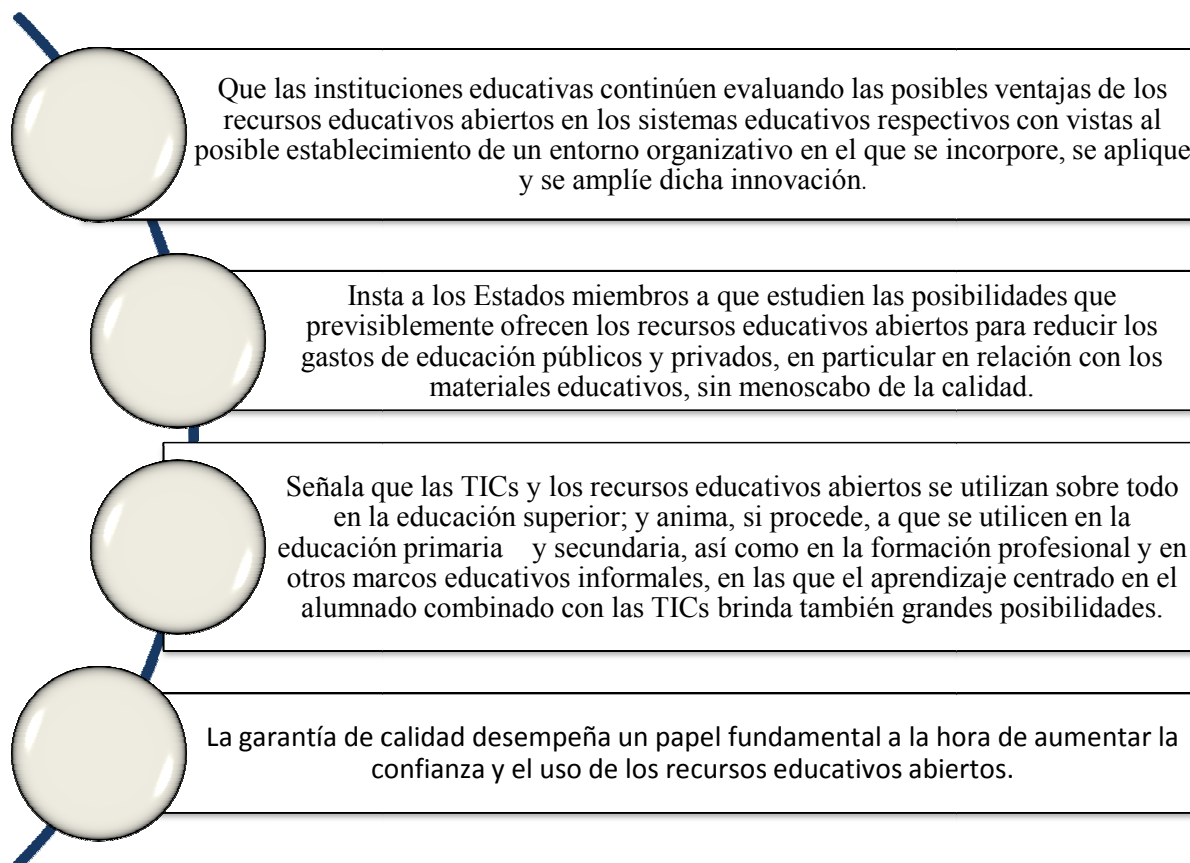


Figura 2.1.4.1.1. Contextos de aprendizaje.
Fuente: Conner; (2013).

En este sentido, aunque los MOOCs poseen tres características básicas: calidad, certificación y accesibilidad económica (Scopeo, 2013), se justifica su calidad por el hecho de que los contenidos son normalmente ubicados por las Universidades y seleccionados por profesionales de reconocido prestigio en los contenidos que se presentan (Cabero *et al.*, 2014).

Por otro lado, según el informe de la Comisión de Cultura y Educación del Parlamento Europeo sobre nuevas tecnologías y recursos educativos abiertos (2013/2182(INI)), considera que la UE aún no es lo suficientemente consciente del potencial del que disponen las

tecnologías de la información y la comunicación en términos de riqueza y diversidad cultural y educativa, de acceso a la información y de intercambios de buenas prácticas, y establece las oportunidades y retos que se muestran en el Esquema 2.1.4.1.1.



Esquema 2.1.4.1.1. Contextos de aprendizaje.

Fuente: Conner; (2013).

En dicho informe se acoge con satisfacción el lanzamiento del portal Open Education Europa en todas las lenguas oficiales de la UE², que ofrece una única pasarela a los recursos educativos abiertos europeos y solicita que dicho portal se desarrolle de manera importante así como que sea objeto de una promoción intensa en los Estados miembros, y establece entre la ampliación del alcance:

1. Que es importante mantener un justo equilibrio entre la calidad y la accesibilidad de la educación, y pone de relieve que las nuevas tecnologías pueden utilizarse para garantizar que una educación más accesible no implique una reducción de la calidad de la educación.

² Unión Europea

2. Reitera que unas estrategias eficaces en materia de recursos educativos abiertos y de MOOCs pueden servir de apoyo a las estrategias de internacionalización mediante el aumento de la calidad y la visibilidad de las instituciones europeas de enseñanza (superior) y la capacidad de atraer estudiantes e investigadores en un contexto de competencia cada vez mayor a nivel mundial en la búsqueda de talentos.

Por lo tanto, un aspecto importante en todo este proceso (sobre todo para su aceptación por los organismos académicos) son los procedimientos de reconocimiento y certificación del aprendizaje. El proyecto europeo OERtest³, liderado por la Universidad de Granada, es un claro exponente de este análisis reflexivo que expone la necesidad de afrontar con garantías modelos de reconocimiento y certificación basados en criterios de calidad (Gea, M. y Montes, R., 2013). Así pues, son muchos los autores, expertos y académicos que han sugerido en qué dirección debería trabajarse con los MOOCs. Un profesor de la Florida International University recoge algunas sugerencias en una carta al editor de *The Chronicle of Higher Education* y establece, entre otros, del concepto de la calidad de cursos para ayudar a un reconocimiento de los MOOCs como parte del currículum universitario (Thirunarayanan, 2014).

Por otro lado, uno de los pilares de la calidad de los MOOCs es la presencia dominante del trabajo colaborativo en la formación apoyada en tecnologías, de ahí la importancia de las prácticas que se están desarrollando bajo las siglas CSCL⁴. Así pues, resulta esencial planificar adecuadamente el CSCL en un MOOC de calidad para garantizar el aprendizaje y entender que las decisiones organizativas, pedagógicas y tecnológicas deberían confluir en el objetivo de sustentar tanto los aspectos cognitivos como sociales que configuran el aprendizaje individual y grupal.

La interacción social contribuye al aprendizaje eficaz (Hiltz *et al.*, 2001) y, según reseña Rodríguez-Illera (2001), son varios los enfoques psicológicos y antropológicos que dan cobertura a esta concepción no individualista del aprendizaje: la cognición situada, compartida o distribuida, el constructivismo social, la teoría de la actividad o el enfoque sociocultural (Vygotski, 2000). En esta línea, hay que diferenciar entre la visión tradicional de trabajo en grupo frente a la perspectiva actual del trabajo colaborativo en el que se pone el énfasis en la idea de conocimiento construido (Scardamalia y Bereiter, 1994) como fruto de un proceso de interacción y reflexión que permite al grupo ir configurando significados de forma conjunta (Johnson y Johnson, 1999; Harasim *et al.*, 2000; Guitert, 2011).

Las ventajas del trabajo colaborativo para el aprendizaje, tanto a nivel académico, psicológico como social, están ampliamente recogidas en multitud de estudios (Slavin, 1985; Johnson *et al.* 1993; Roberts, 2005). Sus beneficios repercuten también en la mejora de las competencias transversales del trabajo en equipo (Guitert, 2011; Hernández-Sellés y Muñoz-

³ Testing an Open Education Resource Framework for Europe

⁴ Acrónimo in inglés de Computer Supported Collaborative Learning

Carril, 2012), remarcando su doble efecto de “*colaborar para aprender y aprender a colaborar*” (Rodríguez-Illera, 2001).

La colaboración se contempla como una de las características distintivas y necesarias en el aprendizaje en entornos virtuales (Palloff y Pratt, 1999; Harasim *et al.*, 2000; Kirschner, 2002; Román, 2002; Garrison, 2006). En este sentido, el trabajo colaborativo es una de las presencias dominantes en la formación apoyada en tecnologías (Dillenbourg, 2003).

En cualquier caso, la propuesta de actividades de carácter grupal no garantiza que se produzca un trabajo colaborativo (Brush, 1998; Dillenbourg, 2002). Se debe asumir el riesgo de que los alumnos conozcan por sí mismos el modo de trabajar en grupos y que colaboren de forma espontánea (Stahl *et al.*, 2006). En otro sentido, la tecnología, por sofisticada que sea, tampoco es suficiente ya que las herramientas por sí solas no proponen ningún modelo ni potencian dinámicas determinadas (Onrubia y Engel, 2012). Por lo tanto, para elaborar una propuesta de enseñanza colaborativa en línea se requiere considerar aspectos tanto tecnológicos como pedagógicos y sociales (Hernández *et al.*, 2014).

Así pues, para garantizar un diseño eficaz en CSCL es necesario contar con una planificación cuidada y una implementación curricular y pedagógica que aproveche el uso de las tecnologías y favorezca los intercambios y el aprendizaje en comunidad (Guitert *et al.*, 2003; Medina y Suthers, 2008; Oakley *et al.*, 2004; Rubia, 2010). En este sentido, una mala planificación provocará una pérdida de tiempo para los alumnos y el detrimento de la actividad académica (Guitert, 2011). De hecho, los estudiantes cuyo trabajo colaborativo es planificado y monitorizado se muestran más satisfechos con su proceso de aprendizaje (Felder y Brent, 2001).

De toda la revisión anterior, se identifican los siguientes aspectos importantes en el CSCL (Hernández *et al.*, 2014) que podrían mejorar la calidad de los MOOCs:

1. Tomar como punto de partida la reflexión inicial en torno a competencias y objetivos para, a partir de ahí, afrontar las decisiones metodológicas (Rubia, 2010).
2. Seleccionar con coherencia la metodología y tipo de tarea.
3. Generar los recursos adecuados para comunicar a los alumnos el modelo de colaboración, sus fases de trabajo y sus objetivos pedagógicos.
4. Decidir acerca de las características de los grupos de trabajo y definir el proceso de formación de los grupos, contemplando la redacción de unos acuerdos grupales.

El binomio colaboración-aprendizaje, al tiempo que puede suscitar interesantes oportunidades, a nivel personal, grupal y social, también genera repercusiones profundas que reclaman una reconsideración de los elementos pedagógicos, organizativos y tecnológicos que configuran un entorno virtual de aprendizaje tanto a nivel institucional (Bates y Sangrà, 2011) como en el ámbito del diseño y desarrollo curricular de una materia. Los procesos de enseñanza-aprendizaje en línea acontecen en la confluencia de dos niveles decisionales. Por

un lado, son deudores del marco curricular en el que se inserta la materia y, por tanto, de las condiciones organizativas establecidas, de las líneas pedagógicas o del modelo educativo elegido, y de la tecnología disponible en una determinada institución. Pero también, a nivel micro de cada aula, de los roles que va a desarrollar tanto el docente como los discentes y de las actividades específicas que se proponen. Las interrelaciones entre todos estos factores condicionan irremediabilmente las posibilidades de enseñar y aprender y, más aún, de que esto sea posible a través de la colaboración. En la Figura 2.1.4.1.2 se plasma la complejidad de estas interrelaciones (Hernández *et al.*, 2014).



Figura 2.1.4.1.2. Elementos pedagógicos, organizativos y tecnológicos que interrelacionan en el CSCL.
Fuente: Hernández y otros; (2014).

La fuerte inversión en tecnología que están realizando las instituciones de educación superior debería servir para apoyar la innovación y propiciar la mejora de los aprendizajes superando los modelos transmisivos tradicionales (Sangrà, 2010). Una de las formas de impulsar los procesos de innovación en la educación superior vinculando la tecnología, la pedagogía y la organización es haciendo posible las diversas opciones de trabajo colaborativo que permiten la formación en línea (Hernández *et al.*, 2014).

En base a lo anterior, un elemento clave en la configuración del CSCL es la atención a los aspectos sociales del aprendizaje colaborativo y, por consiguiente, una pieza clave en la calidad de los MOOCs.

2.1.4.2. La medición de la calidad en los entornos virtuales

La medición de la calidad es un campo emergente que viene propiciado por el avance significativo que las tecnologías tienen en nuestras vidas diarias y la incitación a nuevos modelos pedagógicos en consonancia con la Sociedad de la Información y la Comunicación. La formación virtual es una necesidad que da respuesta a un contexto social, personal, académico y profesional inmerso en tecnología.

Sin embargo, la proliferación de enseñanza virtual comenzó su desarrollo desafortunadamente sin un marco común en cuanto a metodologías técnicas, documentales y psicopedagógicas se refiere, que garantice los objetivos de accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y reutilización de los materiales curriculares disponibles en las diferentes redes de comunicación. Por todo esto, los grandes organismos de estandarización como el IEEE⁵ o la ISO⁶, y algunas organizaciones centradas en mejorar y regular la calidad en el campo del e-learning como el "*Global Learning Consortium*" se hicieron eco de esta necesidad, y comenzaron a elaborar diferentes estándares y normativas que regularan la situación de la industria.

En la actualidad hay una gran cantidad de estándares, normas y recomendaciones que tratan de ofrecer un marco común que regule los diferentes aspectos relacionados con el desarrollo y utilización de entornos y productos de enseñanza virtual, desde el inicio de su creación hasta que ésta es accesible y operativa para cualquier usuario. El problema surge porque cada organización ha desarrollado sus propios estándares sobre cada uno de estos aspectos, creando un marco demasiado heterogéneo en el que son muchas, tanto las partes implicadas, como las normativas a seguir.

En base a lo anterior, el incremento de la oferta no ha venido acompañado de la mejora de los sistemas de identificación que faciliten el que los potenciales usuarios puedan valorar adecuadamente el grado de satisfacción esperado con relación a las necesidades detectadas. En este sentido, las organizaciones que desarrollan acciones formativas virtuales no disponían de un sistema público y normalizado que sirviera para identificar las características de sus cursos formativos virtuales y, con ello, mejorar la percepción por los potenciales alumnos.

Por último, el desarrollo o aplicación de una norma específica para los entornos virtuales masivos podrá 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.

2.1.4.3. Organismos nacionales e internacionales para la medición de la calidad en entornos virtuales

Los organismos nacionales de estandarización son aquellos que se encargan de redactar o aprobar normas que serán de aplicación en el ámbito de un país. En este sentido, algunas de los principales organismos dedicados a la estandarización son las siguientes: ANSI⁷ en Estados Unidos, BS⁸ en Reino Unido, DIN⁹ en Alemania, AFNOR¹⁰ en Francia y AENOR¹¹ en España.

⁵ Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

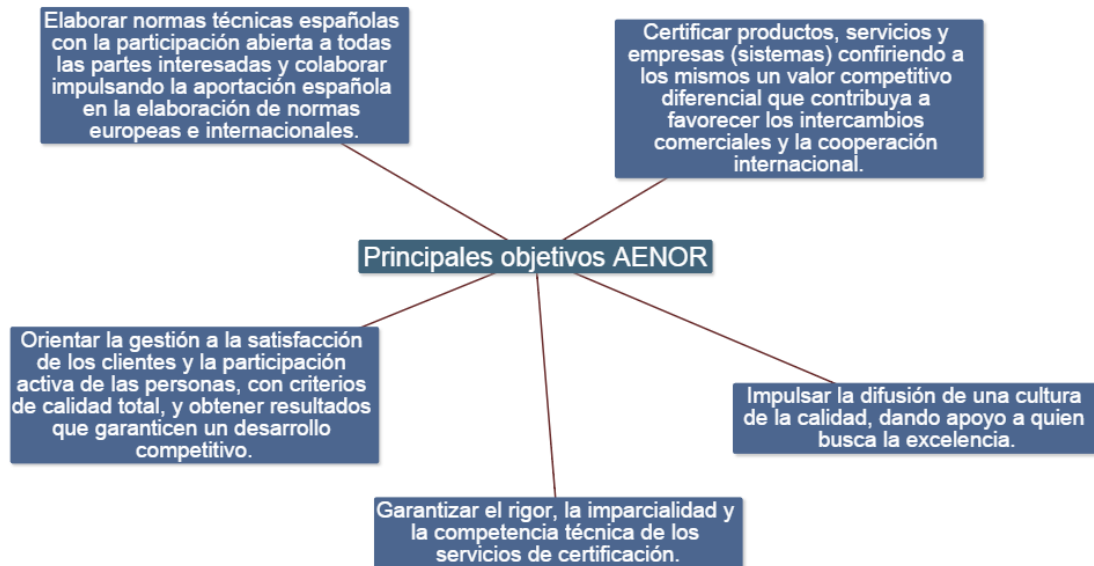
⁶ Organización Internacional de Normalización

⁷ American National Standards Institute

⁸ British Standard Institution

⁹ Deutsches Institut für Normung

En España, AENOR es una entidad española, privada, independiente, sin ánimo de lucro, reconocida en los ámbitos nacional, comunitario e internacional, que contribuye, mediante el desarrollo de las actividades de normalización y certificación, a mejorar la calidad en las empresas, sus productos y servicios, así como proteger el medio ambiente y, con ello, el bienestar de la sociedad. Además de estas funciones, delegadas por el Gobierno de España, sus principales objetivos se muestran en el Esquema 2.1.4.3.1.



Esquema 2.1.4.3.1. Principales objetivos de AENOR.

Los organismos internacionales de estandarización están formados por la unión de diferentes organismos nacionales que son miembros de los mismos, y se encargan de elaborar las diferentes normativas que serán de aplicación en un contexto mundial. Actualmente hay cuatro organismos internacionales de estandarización, y entre ellos se encuentran la "International Telecommunication Union", encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas organizaciones y empresas; y la IATA¹², responsable entre otras cosas del código de aeropuertos que nombra a todos los aeropuertos del mundo con un código de tres letras, entre otras.

2.1.4.4. La estandarización de los entornos masivos

Según AENOR, la Formación Virtual se puede definir de la siguiente manera:

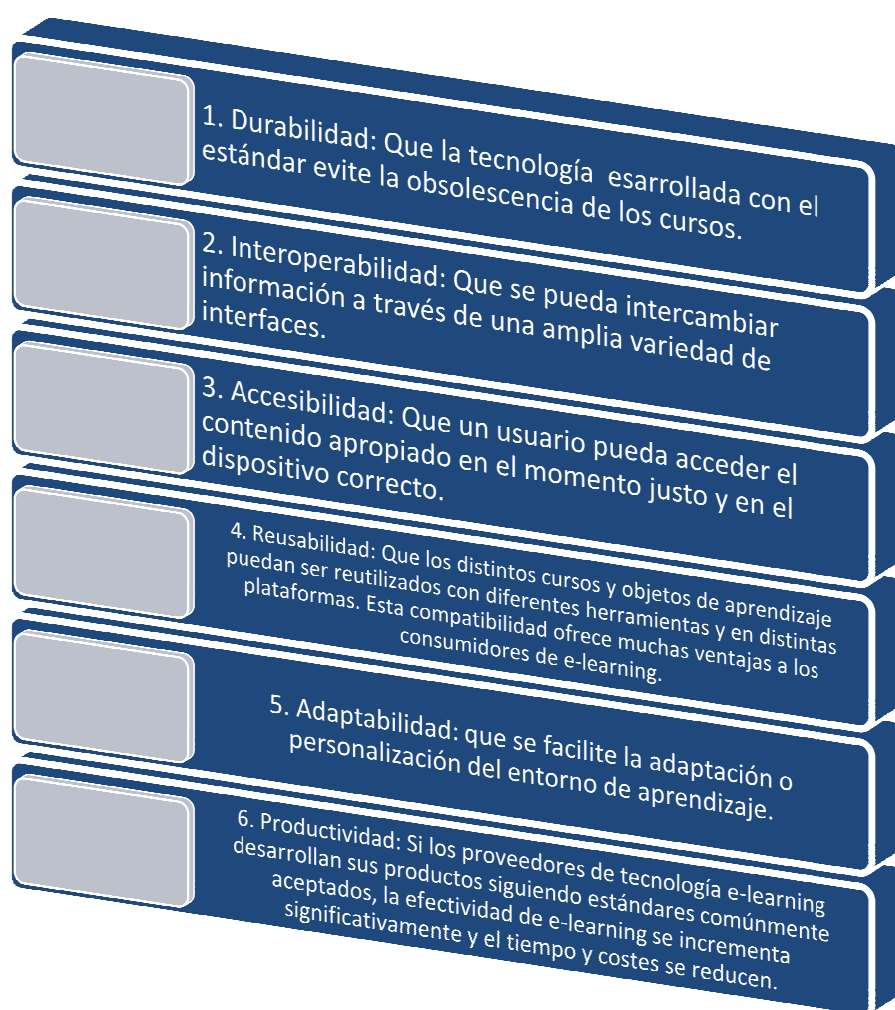
¹⁰ Association Française de Normalisation

¹¹ Asociación Española de Normalización y Certificación

¹² International Air Transport Association

“E-learning o formación virtual es la formación basada en el uso de las TICs y que generalmente no es presencial. Los tipos de formación virtual son: autoformación (formación virtual sin tutorías, basada en el autoaprendizaje), teleformación o formación en línea (formación virtual con tutorización) y formación mixta o blended-learning (formación virtual que contiene sesiones presenciales)”.

Uno de los grandes problemas aún sin resolver de las nuevas TICs aplicadas a la educación, es la falta de una metodología común que garantice los objetivos de accesibilidad, interoperabilidad, durabilidad y reutilización de los materiales didácticos basados en web.



Esquema 2.1.4.4.1. Principales objetivos de AENOR.

Fuente: Hodgins; (2001).

Los entornos masivos deberían arbitrar un conjunto de reglas en común para las compañías e instituciones dedicadas a la tecnología MOOC. Estas reglas especifican cómo los fabricantes pueden construir cursos y las plataformas sobre las cuales son impartidos estos cursos de tal manera que puedan interactuar unas con otras. Estas reglas, además, definen un

modelo de "empaquetamiento" estándar para los contenidos. Los contenidos pueden ser empaquetados como "objetos de aprendizaje" (learning objects), de tal forma que permiten a los desarrolladores crear contenidos que puedan ser fácilmente reutilizados e integrados en distintos cursos. Finalmente, los estándares permiten crear tecnologías de aprendizaje más poderosas, "personalizar" el aprendizaje basándose en las necesidades individuales de los alumnos. Así pues, los principales objetivos que persigue la aplicación de un estándar para el e-learning se muestran en el Esquema 2.1.4.4.1.

La estandarización en el contexto MOOC es beneficiosa por numerosas razones. En primer lugar, los estándares garantizan la viabilidad futura de la inversión, impidiendo que éstos sean dependientes de una única tecnología, de modo que en caso de cambiar, la inversión realizada en cursos no se pierde. Esto aumenta la oferta de cursos disponibles en el mercado, reduciendo, de este modo, los costes de adquisición y evitando costosos desarrollos a medida y en muchos casos posibilitando el intercambio y compraventa de cursos, permitiendo incluso que las organizaciones obtengan rendimientos extraordinarios sobre sus inversiones. Por otro lado, facilita la aparición de herramientas estándar para la creación de contenidos, permitiendo que las propias organizaciones puedan desarrollar sus contenidos sin recurrir a especialistas en e-learning.

Una norma unificada MOOC debería tomar en consideración una serie de variables estándar entre las que habría que tener en cuenta 12 categorías: accesibilidad, arquitectura, calidad, competencias, contenidos y evaluación, derechos digitales, información del alumnado, interoperabilidad, metadatos, proceso de aprendizaje, repositorios, y vocabulario y lenguajes.

1. Accesibilidad: quedarán incluidos en esta categoría todos aquellos estándares, normativas o recomendaciones que faciliten el acceso a los recursos educativos virtuales a cualquier tipo de persona (ya sea acceso HW, SW o a los contenidos), y aquellos que sean capaces de adaptar la interfaz de usuario a sus necesidades.

2. Arquitectura: Abierta. Debe soportar la interoperabilidad entre distintos proveedores de soluciones y basada en los estándares de organizaciones como AICC, IMS, ADL e IEEE. Escalable. Sus funciones deben poder ser ampliadas cuando sea necesario. Global. Debe poder ser utilizada en cualquier lugar del mundo y en cualquier momento con igual facilidad. Integrada. Debe integrarse con distintas infraestructuras de red y otras aplicaciones de seguridad, recursos humanos, etc. Flexible. Debe poder adaptarse a nuevos requisitos y procesos, nuevas tecnologías y nuevos proveedores de soluciones. Adaptable. En un mundo en constante desarrollo, debe ser de rápida y fácil implantación en organismos, empresas y entidades educativas.

3. Calidad. Categoría aplicable tanto a los contenidos, como a las diferentes plataformas y a los recursos de aprendizaje, y afecta a usuarios y desarrolladores de plataformas o contenidos e-learning.

4. Competencias. Esta categoría abarcará todos aquellos estándares, recomendaciones o normas dedicadas a la creación de un modelo útil de competencias de los alumnos, así como aquellos estándares que traten de distribuir las mismas entre diferentes sistemas.

5. Contenidos y evaluación. Se incluirán en esta categoría todos aquellos estándares creados para la gestión de contenidos e-learning, abarcando desde los modelos de agregación, intercambio, y empaquetamiento de contenidos; hasta los estándares enfocados a la evaluación de dichos contenidos.

6. Derechos digitales. Se engloban todos aquellos estándares, normativas o recomendaciones encargados de la expresión, gestión y entrega, o autorización de contenidos mediante derechos digitales.

7. Información del alumno. A esta categoría pertenecerán todas aquellas especificaciones que traten sobre el almacenamiento y gestión de información sobre un alumno o un grupo de ellos, en un entorno de teleformación o e-learning.

8. Interoperabilidad (colaboración). Estarán incluidos en esta categoría todos aquellos estándares, normas o recomendaciones que pretendan facilitar el intercambio de información en tiempo de ejecución, y aquellos estándares cuyo objetivo sea el de resolver las incompatibilidades hardware o software que este intercambio de información pueda presentar a priori.

9. Metadatos. Permiten crear una serie de etiquetas que describan las características más importantes de recursos educativos a los que se apliquen, haciendo más eficiente su búsqueda y utilización. Todo esto hace imprescindible la aparición de metadatos en e-learning, y con ella, la aparición de estándares que normalicen el modo de definirlos y gestionarlos.

10. Proceso de aprendizaje. Es un proceso que trata de definir de algún modo teorías pedagógicas o de secuenciación de contenidos y las adaptan a cada usuario en función de su interacción con el entorno digital.

11. Repositorios. Son aquellos estándares, normas o especificaciones encargados de describir los contenidos y desarrollos de los repositorios digitales, y aquellos encargados de proporcionar modelos de información y protocolos para habilitar la interoperabilidad entre diferentes repositorios, tanto para las operaciones de búsqueda como en las de publicación y almacenamiento a través de la red.

12. Vocabulario y lenguajes. Son aquellos estándares, normas y recomendaciones que definen vocabularios o lenguajes que favorezcan el entendimiento e intercambio de información a lo largo del proceso de enseñanza virtual, y aquellos que traten de minimizar el impacto que la aplicación de un lenguaje o vocabulario pueda tener en diferentes áreas geográficas debido a las diferencias lingüísticas o culturales que esta pueda introducir.

Parece un hecho aceptado que la estandarización de la enseñanza virtual es un proceso necesario si se pretende llegar a conseguir una educación de calidad a través de la red. Esto se

debe a que, al igual que las instituciones de estandarización están iniciando cooperaciones cada vez más frecuentes, los creadores de sistemas de enseñanza y de contenidos necesitan unas pautas de trabajo que les permitan aunar sus esfuerzos. Gracias a ello, se hará posible, por ejemplo, que los autores puedan mejorar los contenidos en lugar de emplear su tiempo creándolos desde cero, y que se puedan definir mecanismos que permitan reutilización/autoría de los contenidos educativos y la posibilidad de adaptar el proceso de aprendizaje a las necesidades específicas de los alumnos.

2.1.4.4.1. Los consorcios para el desarrollo de la estandarización en entornos virtuales

Los MOOCs aparecen como el último estadio actual en la evolución del e-learning y su calidad es un campo emergente para investigadores y profesores universitarios preocupados por medir cualitativa y cuantitativamente este tipo de formación. Así pues, se deben centrar los estudios 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 base a ello, los principales estándares y consorcios que han desarrollado la calidad y que pueden utilizarse para la estandarización de los cursos son los siguientes (Hilera y Hoya, 2010):

1. IMS Global Learning Consortium. Es la asociación que más estándares de e-learning ha desarrollado, pues se trata de un consorcio sin ánimo de lucro con más de 300 miembros de todo el mundo (entre organizaciones educativas, empresas, etc.) interesados en el e-learning, cuya misión concreta es desarrollar especificaciones abiertas para el aprendizaje mediante herramientas TIC. IMS ha desarrollado, entre otros:

- LOM¹³: especificación para el etiquetado de contenidos y la información que se ofrece al alumnado usuario.

- IMS CP¹⁴: especificaciones sobre empaquetado de contenidos para que puedan ser cargados en cualquier LMS¹⁵.

- IMS DALA, que son directrices sobre soluciones de accesibilidad para personas con cualquier tipo de diversidad funcional.

- IMS GWS¹⁶: especificación de interoperabilidad de servicios web.

- IMS QTI¹⁷: permite crear test y pruebas online utilizables en distintas plataformas LMS.

¹³ Learning Object Metadata

¹⁴ Content Packaging

¹⁵ Learning Management System

¹⁶ General Web Services

¹⁷ Question and Test Interoperability

2. IEEE/LTSC¹⁸. Este comité del IEEE ha creado, entre otros, los siguientes estándares relacionados con el e-learning:

- IEEE 1484.1 LTSA¹⁹.
- IEEE 1484.4 DREL²⁰.
- IEEE 1484.12.1 LOM²¹.

3. AICC²². Fue el primer organismo en crear estándares para la formación TIC, sobre todo encaminados a lograr la interoperabilidad entre sistemas.

4. AENOR²³. Su principal aportación en el campo de estándares e-learning es la norma UNE²⁴ 66181 de calidad de formación virtual dirigida a desarrolladores y proveedores de formación TIC. Actualmente AENOR es miembro de la ISO²⁵. Para obtener esta certificación sobre un producto o servicio es necesario ponerse en contacto con AENOR para que realicen la auditoría correspondiente. La norma UNE 66181 se actualizó en julio de 2012, tras una primera versión que databa de 2008. Establece una rúbrica de indicadores de calidad con cinco niveles para cada uno de ellos.

5. ADL²⁶. Es una asociación, auspiciada por el Departamento de Defensa de EEUU y la Casa Blanca, que ha desarrollado la norma SCORM²⁷, conjunto de especificaciones que garantizan en los productos de formación TIC accesibilidad, adaptabilidad, durabilidad, interoperabilidad y reusabilidad. SCORM abarca tres dimensiones diferenciadas:

- Modelo de Agregación de Contenidos (Content Aggregation Model).
- Entorno de Ejecución (Run-Time Environment).
- Secuenciación y Navegación (Sequencing and Navigation).

2.1.4.5. La investigación en calidad sobre los MOOCs

La investigación sobre la calidad MOOC es un campo emergente para investigadores y profesores universitarios preocupados por medir este aspecto en este tipo de formación. En este apartado se tratarán algunas investigaciones recientemente publicadas en revistas de alto impacto.

En el estudio de evaluación de la calidad pedagógica de los MOOCs (Roig *et al.*, 2014) se mide la calidad pedagógica de estos cursos mediante 129 evaluaciones pedagógicas que 5

¹⁸ Institute of Electrical and Electronics Engineers/Learning Technology Standards Committee

¹⁹ Learning Technology System Architecture

²⁰ Digital Rights Expression Language

²¹ Learning Object Metadata

²² Aviation Industry Computer Based Training Committee

²³ Asociación Española de Normalización y Certificación

²⁴ Una Norma Española

²⁵ International Organization for Standardization

²⁶ Advanced Distributed Learning

²⁷ Sharable Content Object Referente Model

jueces expertos realizaron a 52 cursos ofertados por 10 plataformas, tanto nacionales como internacionales (Tabla 2.1.4.5.1). En dicho sentido, se aprecia que el 35,4% (n=17) de los cursos en lengua hispana provienen de las plataformas UNED COMA y MiríadaX, así mismo un 36,6% (n=18) de los mismos en habla inglesa están alojados en Coursera y Udacity.

Tabla 2.1.4.5.1. Porcentaje de cursos y evaluaciones analizadas por plataforma.

Fuente: Roig y otros; (2014).

Plataforma	Cursos		Evaluaciones pedagógicas	
	n	%	n	%
MiríadaX	8	15,4	25	19,4
Coursera	12	23,1	24	18,6
Udacity	7	13,5	10	7,8
Unimooc	1	1,9	12	9,3
Openlearning	2	3,8	6	4,7
OpenHPI	1	1,9	7	5,4
UNED COMA	9	17,3	22	17,1
Class2Go	4	7,7	8	6,2
Canvas Network	4	7,7	8	6,2
EdX	4	7,7	7	5,4

Este proceso de evaluación de calidad se llevó a cabo mediante el instrumento “*Cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales*” (Arias, 2007). La herramienta se compone de 36 ítems distribuidos en 10 dimensiones distintas; a excepción de la primera dimensión, las nueve restantes contenían ítems expresados en una escala Likert de 5 puntos (1=nunca; 2=casi nunca, 3 = a veces, 4 = casi siempre, 5 = siempre):

1. Guía didáctica: 4 ítems dicotómicos (sí/no) que medían la claridad de las pretensiones del curso, objetivos y actividades de refuerzo.
2. Metodología: 4 ítems que medían la adecuación de los contenidos a los objetivos, la coherencia metodológica y la coherencia de las actividades de refuerzo.
3. Organización de los contenidos: 3 ítems que valoraban la estructura de los contenidos.
4. Calidad de los contenidos: 7 ítems evaluadores del grado de adecuación de los conocimientos que se explican dentro del curso.
5. Recursos didácticos: 4 ítems alusivos a la versatilidad del curso para enseñar el contenido de formas distintas.
6. Capacidad de motivación: 1 ítem evaluador del grado de motivación del curso.
7. Elementos multimedia: 7 ítems alusivos a la calidad multimedia y gráfica del curso y sus recursos.
8. Estilo del lenguaje: 2 ítems que analizan la sintaxis y semántica de los contenidos.
9. Discriminación y valores: 2 ítems alusivos a la adecuación de los contenidos a unas normas éticas y valores aceptados universalmente.

10. Singularidad del usuario: 2 ítems evaluadores del grado de adaptación del MOOC a las particulares del usuario.

De forma general, este proceso permite atender a cuatro exigencias. La primera consiste en estimar la calidad de los MOOCs a partir de una caracterización pedagógica, en este caso definida por las 10 dimensiones. La segunda es conocer, a partir de la caracterización anterior, si existe alguna diferencia pedagógica significativa entre las distintas plataformas que ofertan MOOC. La tercera es conocer cuáles son las dimensiones pedagógicas que juegan un papel singular en la calidad de las plataformas MOOC evaluadas. Y finalmente, la cuarta, conocer qué diferencias se puede establecer entre las plataformas MOOC si se analizan de forma específica sus principales rasgos pedagógicos.

El estudio revela dos afirmaciones complementarias. De forma general, se puede afirmar que la calidad pedagógica de los MOOC analizados no sólo está por encima de la puntuación media estimada en este estudio, sino que éstos presentan en ello una puntuación promedio ligeramente superior a la media. En este sentido, los autores toman también como referencia que los MOOCs tienen una base pedagógica sólida en sus formatos (Glance *et al.*, 2013).

Según lo anterior, y al menos en lo que respecta a las 10 dimensiones pedagógicas analizadas, los MOOC exhiben una robustez pedagógica destacable. Visto así, es posible que una parte del debate sobre si los MOOCs satisfacen exigencias pedagógicas quede resuelto. No obstante, las dimensiones que aquí se tienen en cuenta para el examen de la calidad pedagógica de los MOOC, como para cualquier otro modelo pedagógico, no son sino formas concretas de una visión pedagógica. Es decir, la calidad es un concepto lleno de dificultades y es necesario definirla (Downes, 2013), así como caracterizar lo que se considera un buen aprendizaje (Conole, 2013). Por lo tanto, la aportación que hace este estudio es afirmar que, según un modelo estándar de concepción pedagógica propio del e-learning, los MOOCs comparten con este tipo de cursos online rasgos comunes y, por ello, no contradictorios. Si estos cursos, al menos bajo estas 10 dimensiones, presentan características pedagógicas propias de cualquier curso virtual, queda abierta la tarea pedagógica de caracterizar los campos y dimensiones que definen una nueva pedagogía, si existe, bajo el modelo MOOC.

En este sentido, hay diez aspectos relevantes que deberían estar presentes en dicho modelo de MOOC y que se definen a partir de las consideraciones hechas por parte de los estudiantes de diversos cursos (Guàrdia *et al.*, 2013). Se centran en la capacitación de los alumnos en entornos de red para fomentar el pensamiento crítico y la colaboración, el desarrollo de los resultados basados en competencias, fomentando la asistencia entre pares y la evaluación a través de la evaluación social, la realización de estrategias y herramientas para la autorregulación, y, finalmente, el uso de una variedad de medios de comunicación y las TIC para crear y publicar los recursos de aprendizaje.

En la misma línea, se destaca que el modelo MOOC deberá: ser lo más abierto posible, estar respaldado por las pedagogías modernas de aprendizaje en línea, utilizar pedagogías de

tipo peer-to-peer más que de auto-estudio; estar basado en el aprendizaje social (blogs, chat, foros de discusión, wikis, etc.); y que se abandone la participación masiva para dar paso a una participación del alumnado con la idea de que contribuya a la mejora del curso en general (Stacey, 2013). Al respecto, el aprendizaje cooperativo/colaborativo se perfila como una línea de desarrollo a atender en los diseños MOOC (Suárez y Gros, 2013).

Respecto a las plataformas MOOC, y buscando una respuesta a si la calidad pedagógica de los MOOC está condicionada por la plataforma que los contiene, cabe decir que en este estudio se constata una evidencia angular: no existe una diferencia significativa en términos pedagógicos entre las distintas plataformas MOOC estudiadas. Por un lado, al analizar si el idioma podría ser un aspecto relevante para estimar la calidad pedagógica de los MOOC, el estudio no encontró diferencia estadística en las puntuaciones pedagógicas alcanzadas por los MOOC en inglés y en español.

Obviamente, aunque los datos que arroja el estudio al comparar las plataformas MOOC no son idénticos, no existe singularidad ni a favor ni en contra sobre el modelo pedagógico que desarrollan. Entre lo reseñable, sin que por ello exista diferencia significativa, las plataformas OpenHPI, Udacity, MiriadaX y UnimooC son plataformas que destacan muy levemente del resto en la valoración pedagógica; tampoco resulta destacable saber que la plataforma MOOC Openlearning ofrece puntuaciones más bajas que otras, porque estas puntuaciones no están por debajo de la calidad media en términos pedagógicos. Por tanto, reforzando la primera parte de las conclusiones, ninguna plataforma MOOC estudiada posee rasgos pedagógicos nítidos que puedan marcar una diferencia destacable. No hay mayor singularidad pedagógica ni por idioma, ni por plataforma MOOC. Esto resulta relevante para la teoría educativa ya que pone en evidencia que, por lo menos en lo que respecta a las 10 dimensiones analizadas, ninguna plataforma se ha atrevido a ir más allá de la noción estándar de formación virtual.

Se considera interesante analizar esta cuestión ya que no se debe olvidar que de forma genérica se tiende a categorizar los MOOC en dos tipos –xMOOC y cMOOC—, los cuales se asocian a determinadas plataformas. Los xMOOC son aquellos que se basan en la adquisición de contenidos y en un modelo de evaluación muy parecido a las clases tradicionales (pruebas estandarizadas), mientras que los cMOOC están basados en el aprendizaje conectivista de George Siemens (Stevens, 2012), según el cual el aprendizaje se genera gracias al intercambio de información, interacción y participación del alumnado que, gracias a la tecnología, conforman comunidades virtuales que crean conocimiento colectivo. Pues bien, cabe apuntar dos cuestiones: en primer lugar, recordar que no existe consenso con respecto a esta clasificación y que, de hecho, han aparecido otras propuestas que no restringen la clasificación de los MOOC a estas dos categorías. Así por ejemplo, algunas investigaciones clasifican a los MOOC en: transferMOOC, madeMOOC, synchMOOC, asynchMOOC, adaptiveMOOC, groupMOOC, connectivistMOOC y miniMOOC (Clark, 2013).

Por otro lado, y aun admitiendo que existen estos dos tipos de MOOC, ello no ha delimitado los resultados obtenidos. En este sentido, cabe decir que Rodríguez (2012) analizó

dos cursos de cada tipología (el denominado AI, de perfil conductista con "algún matiz de constructivismo social" y el cMOOC, basado en un modelo pedagógico participativo). Los resultados obtenidos indicaban que había una tasa de abandono más alta en el AI que en el cMOOC, aunque era mucho más masivo el AI, pero estas características no eran las diferenciadoras. Cuestiones como las interacciones de uno a muchos, centralización de la plataforma como espacio de trabajo y modelo de cubo y radios eran propias del AI, frente a la existencia de interacciones muchos-muchos, espacios múltiples, interacciones, sincronización, motivación y modelo de red que resultaron propias del cMOOC. Dichas características son bastante coincidentes con los resultados obtenidos en otra investigación, que evaluaron un MOOC basado en m-learning (MobiMOOC) y concluyeron que se trataba de un ejemplo de sistema abierto, adaptativo y complejo (DeWaard *et al.*, 2011). Además, los diálogos fueron fundamentales para la creación de conocimiento. En el mismo sentido, en otro estudio se evaluaron cursos cMOOCs, y aunque se llegó a resultados muy similares, se hacían constar la imposibilidad de generalizar los mismos (Mackness *et al.*, 2010).

En base a lo anterior, esto complementa el principio que se está exponiendo en este apartado en el sentido que los MOOC tienen unas características específicas las cuales deberán ser evaluadas a partir de indicadores también específicos. Ahora bien, no se debe caer en el error de simplificar la tipología de MOOC en cMOOC y xMOOC, ya que ello supondrá que no tiene solución el principio planteado.

De esta manera, y buscando una respuesta a la pregunta "*¿en qué medida la existencia de una guía didáctica, objetivos y actividades de refuerzo específico condicionan la calidad pedagógica de los MOOC?*", los datos del estudio han permitido poner en evidencia alguna diferencia destacable sobre qué dimensiones juegan un papel singular en la calidad pedagógica de los MOOC. Para empezar, los cursos MOOCs que presentan una guía didáctica obtienen mejores puntuaciones en la calidad pedagógica que los cursos sin guía didáctica. En este sentido, las guías didácticas están relacionadas con mejores puntuaciones en la metodología, en la calidad de contenidos, en los recursos y en la singularidad. Por otro lado, la existencia de unos objetivos de aprendizaje explícitamente planteados tiene relación con una alta puntuación en la calidad pedagógica de los MOOC. Las actividades de refuerzo resultaron ser también un elemento significativo ya que, al comparar las puntuaciones, los cursos que ofrecían actividades de refuerzo presentaban mejor calidad pedagógica que aquellos que no lo ofrecían.

Como ni se puede, ni se intenta, establecer relaciones causa-efecto entre las dimensiones pedagógicas analizadas, lo que el estudio afirma es que la existencia de una guía didáctica, unos objetivos específicos y un plan de actividades de refuerzo sesgan positivamente los resultados sobre la calidad pedagógica de los MOOC. En términos de diseño didáctico, la presencia de las metas a alcanzar, una ruta de aprendizaje y el feedback siguen siendo elementos estándar a los que se vincula, por lo menos para este estudio, la calidad pedagógica en estos cursos. Los futuros diseños deben revisar en qué aspectos los MOOCs (Kleiman *et al.*, 2013), en el supuesto que mejoran las condiciones pedagógicas de los cursos virtuales,

reinventan o superan estos elementos en su carrera por romper con los paradigmas educativos anteriores. En este sentido, Chamberlin y Parish (2011) apunta algo similar en su reflexión acerca de lo que puede resultar en contra del desarrollo óptimo de un MOOC. Cuando los alumnos se encuentran navegando sin encontrar el material del curso que le oriente en sus tareas puede resultar frustrante.

Para finalizar con este estudio, y con ello responder a la pregunta “¿en qué elementos pedagógicos difieren las plataformas MOOC?”, en este trabajo se ha detectado que en las plataformas MOOC analizadas se pueden establecer diferencias significativas al menos en 5 ítems: la actualización del contenido, la comunicación interactiva, los recursos didácticos (esquemas, resúmenes, síntesis), la calidad de las presentaciones audiovisuales y la selección bibliográfica. Aunque hay matices entre plataformas estudiadas, estos 5 elementos pedagógicos merecen una atención más detenida a través de otros trabajos. Por ejemplo, a través de líneas de desarrollo e investigación que validen el contenido académico que ofrecen los MOOCs, de la etnografía virtual con la finalidad de analizar el valor de la interacción social en red como condición de aprendizaje, de estudios que valoren el concepto de "abierto" de los recursos didácticos y de la bibliografía, así como a través de la evaluación del papel instruccional de las videoconferencias en el modelo MOOC. En este sentido, será interesante ver cómo evolucionan las plataformas, especialmente las basadas en cursos "del tipo xMOOC" (Daniel, 2012); asimismo, habrá que estar atentos a desarrollos específicos, como el realizado por Google en 2012, cuando lanzó CourseBuilder. Según este autor, parece que por el momento, las instituciones prefieren que sea un socio comercial quien asuma los costes de la construcción de la plataforma y de mantenimiento, aunque cree que pueda haber movimientos hacia formatos en nube y de código abierto.

Llegados a este punto, se quiere cerrar este apartado resumiendo que se puede inferir que los MOOCs han crecido en número, aún les queda dar el salto cualitativo en términos pedagógicos. Este tipo de formación, como una nueva respuesta educativa entroncada en un entorno tecnosocial, la Red, todavía no han ensayado una ruptura con los modelos formativos online propios del e-learning con los que, según este trabajo, comparten muchas de sus características. Aunque la tarea no sólo es pedagógica, no es menos cierto que sin ésta no será posible identificar los elementos disruptivos a atender en el aprendizaje y la educación en red. Por ello, cabe plantear rutas de investigación que abran de forma interdisciplinar núcleos de atención y reflexión sobre el impacto de los MOOCs más allá de los aspectos económicos, institucionales o tecnológicos en los que se centra el debate actual. En este sentido, se hace necesario aplicar alguno de estos estándares a aspectos referidos a la calidad de los MOOCs. Para ello, se hará una adaptación de la Norma UNE 66181:12 mediante lógica difusa y desde este enfoque se seleccionará diferentes plataformas MOOC de relevancia internacional, a fin de dar respuesta a la calidad actual que presentan dichos cursos mediante un análisis de puntos fuertes y propuestas de mejora de los indicadores de la citada norma.

2.2. LA NORMA UNE 66181:2012. LA CALIDAD NORMATIVA DE LA FORMACIÓN VIRTUAL

En los últimos años se ha desarrollado extraordinariamente el fenómeno de la formación virtual propiciada por la globalización y por el desarrollo de las TIC, que ha contribuido a mejorar y a ampliar la oferta educativa. La formación virtual es una necesidad que da respuesta a un contexto social, personal, académico y profesional inmerso en tecnología. En este sentido, la medición de su calidad es un campo emergente que viene propiciado por el avance significativo que las nuevas tecnologías proveen y la incitación a nuevos modelos pedagógicos en consonancia con la Sociedad de la Información y la Comunicación.

El fenómeno de la formación virtual ha producido un extraordinario aumento de la oferta educativa, debido a la existencia creciente de materiales docentes puestos a disposición de los consumidores, y a la facilidad de acceso a los mercados transnacionales, tanto de la oferta como de la demanda.

No obstante, este incremento de la oferta no ha venido acompañado de la mejora de los sistemas de identificación que faciliten el que los potenciales clientes puedan valorar adecuadamente el grado de satisfacción esperado con relación a las necesidades detectadas. De la misma forma, los profesionales del desarrollo de acciones formativas virtuales no disponían de un sistema público y normalizado que sirviera para identificar las características de sus productos formativos virtuales y, con ello, mejorar la percepción por los potenciales clientes.

Por tanto, se hace necesario aplicar alguno de estos estándares normativos a aspectos referidos a la calidad de los MOOCs. Para ello, se ha optado en esta investigación por la aplicación de la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad de la Formación Virtual de AENOR, organismo nacional de estandarización en España.

La formación virtual es utilizada por muchas organizaciones para dar cumplimiento al apartado 6.2 (sobre recursos humanos) de la norma UNE-EN ISO 9001¹, al “*proporcionar la formación necesaria a sus empleados y garantizar su competencia*”. Así mismo estas organizaciones requieren “*asegurarse de que la formación virtual adquirida cumpla los requisitos de compra especificados*” de acuerdo con el apartado 7.4 (sobre compras) de la norma citada.

En 2008 se publicó la primera edición de la norma UNE 66181, que pretende servir como guía para identificar las características de las acciones formativas virtuales, de forma que los usuarios de formación virtual puedan seleccionar los productos que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y que los suministradores puedan mejorar su oferta y con ello la satisfacción de sus clientes o alumnos. Con ello, se reducirá el posible diferencial existente entre las expectativas de los clientes y su nivel de satisfacción y, el mercado de la formación virtual, ganará en fiabilidad y credibilidad, reduciéndose el riesgo de compra para el

¹ sobre Sistemas de Gestión de la Calidad.

consumidor y proporcionando al mundo laboral productos garantizados por profesionales de la formación virtual.

En el año 2012, la segunda edición de la norma UNE 66181 anula la anterior, que ha sido revisada y mejorada basándose en la experiencia del sector.

2.2.1. Marco conceptual de la norma UNE 66181:2012

En este apartado se tratarán adicionalmente el sentido del objeto y el campo de aplicación de la norma para una mejor comprensión, y algunos términos y definiciones para mejor aclaración del contexto de la formación virtual.

2.2.1.1. Objeto y campo de aplicación

Esta norma especifica las directrices para la identificación de las características que definen la calidad de la formación virtual con relación a los potenciales clientes o compradores. El uso de esta norma pretende aumentar la transparencia y la confianza del mercado en la formación virtual.

En este sentido, la citada norma tiene también por objeto satisfacer las necesidades de aquellas organizaciones que deseen proporcionar a sus empleados una formación necesaria que garantice su competencia y asegurarse de que esta docencia virtual adquirida cumpla con los requisitos especificados.

Se pretende que las organizaciones identifiquen la calidad de su oferta formativa de una forma clara y reconocida. Así pues, se mejoraría su comercialización y los usuarios seleccionarían la oferta que mejor se adecuara a sus necesidades y expectativas.

Esta norma limita su aplicación a aquellas acciones formativas destinadas a personas que desean incorporarse al mercado de trabajo y a los trabajadores que desean mejorar su condición laboral actual. Se ha elaborado para su aplicación en formación no reglada, aunque su contenido puede ser de utilidad en otros ámbitos. El alcance se extiende a los siguientes tipos de formación virtual: autoformación, teleformación y formación mixta.

2.2.1.2. Términos y definiciones

La formación virtual es la formación basada en el uso de las TICs. Los tipos de formación virtual considerados en esta norma son: autoformación, teleformación y formación mixta. A continuación se explican:

- Autoformación: formación virtual sin tutorías, basada en el autoaprendizaje.
- Teleformación o formación en línea: formación virtual con tutorización.
- Formación mixta: formación virtual que contiene sesiones presenciales.

Los usuarios de la formación virtual son individuos u organizaciones que compran o utilizan la formación virtual².

Los elementos de la formación virtual son los siguientes:

1. Acción formativa. Actividad, producto o proceso de enseñanza y aprendizaje, cuya finalidad es que los alumnos adquieran unos conocimientos y habilidades.
2. Contenidos digitales. Desarrollo de los temas objeto de una acción formativa a través de elementos textuales, gráficos, animaciones, audiovisuales, etc.
3. Plataforma de formación virtual. Conjunto de herramientas informáticas que sirven de soporte a la formación virtual³.

Las características de la formación virtual son las siguientes:

- A. Accesibilidad. Condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todos los interesados⁴.
- B. Empleabilidad. Capacidad de un individuo para integrarse en el mercado laboral o mejorar su condición laboral actual.
- C. Metodología de aprendizaje. Conjunto de métodos y tecnologías que tiene como objetivo optimizar el proceso y la calidad del aprendizaje.
- D. Interactividad. Capacidad de relacionarse dinámicamente con los usuarios y con los contenidos de la formación virtual⁵.
- E. Nivel de reutilización. Capacidad de la acción formativa para poder ser adaptada a otras necesidades formativas y a otras ramas del saber.
- F. Tutoría. Conjunto de actividades dirigidas a motivar, asesorar, resolver dudas, supervisar y proporcionar orientación a los alumnos, encaminadas a optimizar el aprendizaje.

En este marco conceptual se pretende dar respuesta a los fundamentos por los que se necesita mejorar la satisfacción de los usuarios de la formación virtual con esta norma. En este sentido, el nivel de satisfacción de los clientes de la formación virtual depende de la diferencia, positiva o negativa, entre sus expectativas iniciales, es decir, lo que esperaba, y lo que ha recibido. Por ello, esta norma pretende mejorar la satisfacción de los clientes mediante la ejecución del ciclo que se muestra en la Figura 2.2.1.2.1.

² Son ejemplos de clientes los consumidores (empleados de una empresa que le paga el curso), compradores, instituciones decisorias (administración pública que decide los contenidos o que subvenciona cursos), etc. En el caso de la formación, en muchas ocasiones el cliente y el alumnado no son el mismo sujeto.

³ Esta acepción normalmente se refiere al software que se utiliza para la visualización de los contenidos formativos y para hacer posible las actividades de evaluación, tutorización, comunicación, colaboración, seguimiento, etc., previstas en una acción formativa.

⁴ Según la definición en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. La accesibilidad se refiere tanto al hardware como el software y los contenidos.

⁵ La interactividad sigue el principio de “*aprender haciendo*”.

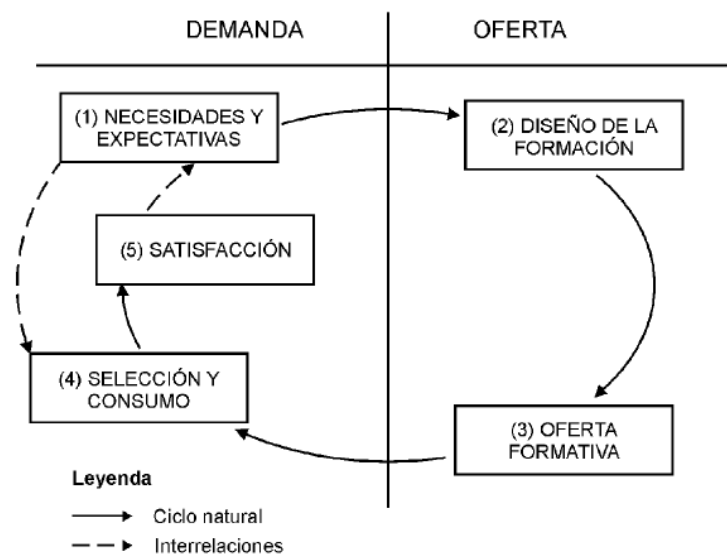


Figura 2.2.1.2.1. Ciclo de la satisfacción de las necesidades y expectativas de los usuarios de la formación virtual.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

En un mercado abierto las necesidades y expectativas del mercado (fase 1) son normalmente detectadas, analizadas y utilizadas por las organizaciones de formación como guía para el diseño y desarrollo de la oferta formativa que demandan los clientes (fase 2).

La formación virtual desarrollada es ofertada al mercado por los suministradores (fase 3), de forma que pueda ser analizada por los clientes (fase 4). La satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes de la formación virtual (fase 5) está directamente relacionada con su capacidad para seleccionar la oferta formativa más adecuada a sus necesidades y a su situación (capacitación, situación económica, etc.).

Los clientes seleccionan la oferta formativa más interesante para ellos (teniendo en cuenta aspectos como contenidos, precio, interactividad, etc.), y una vez recibida la formación, aumentará o disminuirá su satisfacción en función de la diferencia positiva o negativa entre sus expectativas y lo recibido. De esto se deriva la necesidad de que la información suministrada en la oferta formativa (fase 2) sea suficiente y clara, de manera que los clientes no desarrollen expectativas inciertas, ni reduzcan por ello su satisfacción.

Si la información de la oferta ha sido clara y suficiente, la expectativa del cliente y el resultado obtenido son similares y, por tanto, se produce un retorno de la inversión en la compra (fase 4) y un aumento de la confianza en el suministrador. Si por el contrario la información no ha sido suficiente ni clara, la expectativa del cliente ha podido distorsionarse con relación a lo que realmente ofrece la formación, y su satisfacción puede ser inferior a la esperada, lo que conlleva desconfianza hacia el suministrador y hacia el mercado de la formación virtual.

Con objeto de facilitar el uso de esta norma a todo tipo de clientes, alumnos y suministradores de acciones formativas, se han sintetizado los diferentes contenidos que

intervienen en la satisfacción de las necesidades y expectativas de clientes y alumnos en una información general mínima de la acción formativa y tres factores de satisfacción: reconocimiento de la formación para la empleabilidad, metodología de aprendizaje y accesibilidad.

En base a lo anterior, la oferta formativa debe ser clara y adecuada, y para ello el suministrador debe facilitar información sobre cuatro aspectos que se han identificado como críticos para la satisfacción de los clientes, clasificados en:

- A. Información general. Es la información mínima que debe suministrarse con la oferta formativa (objetivos de la formación, hardware necesario, etc.).
- B. Información sobre el nivel de calidad de cada uno de los tres factores de satisfacción siguientes:
 - Reconocimiento de la formación para la empleabilidad.
 - Metodología de aprendizaje.
 - Accesibilidad.

Los factores de satisfacción están divididos en subfactores críticos cuya valoración permite obtener la valoración global del factor correspondiente. En esta norma, estos factores de satisfacción se presentan en una graduación de 5 niveles de calidad, basada en la norma UNE 66174. La escala va desde el nivel 1 hasta el nivel 5, con objeto de que los clientes y usuarios posean mayor información sobre la oferta formativa y pueda ser comparada. Así pues, para alcanzar un nivel se deben cumplir todos los requisitos especificados en él y además los de los niveles anteriores.

2.2.2. Guía de uso de la norma UNE 66181:2012

Esta norma sirve a los clientes para identificar la oferta formativa que mejor se adecúe a sus necesidades y a los suministradores de formación virtual, para mejorar la información de su oferta, mediante la identificación del nivel correspondiente de los factores de satisfacción según las tablas que contienen.

Por un lado, los clientes pueden utilizar esta norma para comparar la oferta formativa con los niveles de calidad sobre el reconocimiento de dicha formación para la empleabilidad, la metodología de aprendizaje empleada y su accesibilidad, además de otra información general de utilidad. De esta forma, los clientes obtendrán una valoración global del nivel de satisfacción que le puede proporcionar la oferta formativa y, por tanto, les permitirán seleccionar la que más se adecua a sus necesidades y expectativas. En este sentido, los niveles son acumulativos, de tal forma que cada nivel es también la suma de los contenidos de los niveles anteriores.

Por otro lado, los suministradores de formación virtual pueden mejorar la información sobre su oferta formativa siguiendo las indicaciones de esta norma. Así, podrán facilitar una información general mínima y declarar que cumplen un nivel determinado de reconocimiento

de formación para la empleabilidad, metodología de aprendizaje y accesibilidad según los requisitos de esta norma. Igualmente que con los clientes, 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.

2.2.3. Descripción de los factores de satisfacción y niveles de calidad de la norma UNE 66181:2012

Los suministradores deben superar los siguientes requisitos para asegurar la calidad y la adecuación de la oferta formativa:

- Tener implantado un sistema de gestión que cumpla una serie de atributos.
- Proporcionar una información general mínima.
- Facilitar información sobre los tres factores que se han identificado como críticos para la satisfacción de los clientes:
 - Nivel de calidad del factor de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.
 - Nivel de calidad del factor de “metodología de aprendizaje”.
 - Nivel de calidad del factor de “accesibilidad”.

Los niveles de calidad de esta norma se deben expresar de acuerdo al sistema de representación de rúbricas estrelladas, donde 1 estrella representa el mínimo nivel y 5 estrellas representa el máximo nivel de calidad. El nivel alcanzado se representa por un número igual (1 a 5) de estrellas negras o rellenas, empezando por la izquierda, y seguidas de las estrellas restantes hasta 5 sin color de relleno (en blanco).

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. Además, la información sobre el nivel de calidad se debe facilitar de forma accesible para personas con discapacidad utilizando la fórmula: “nivel de calidad N sobre 5”, siendo N el nivel que se ofrece desde 1 hasta 5, según el criterio explicado anteriormente.

1. Sistema de gestión

La calidad de una acción formativa está ligada a los procesos que siga la organización responsable de la misma. De esta manera, se debe tener un sistema de gestión que asegure la calidad de la formación virtual. A continuación se describen los requisitos que debe cumplir este sistema de gestión:

- Seguimiento del proceso de impartición de la formación. La organización debe establecer una sistemática para asegurar el nivel de exigencia requerido para cada uno de los factores de calidad de las acciones formativas. La organización debe mantener un sistema con el que, en todo momento se pueda conocer tanto el alcance, como los niveles establecidos en los factores de calidad para cada una de las acciones formativas. En caso de que las

actividades sean subcontratadas, se debe realizar un control y seguimiento de los proveedores de las mismas.

– Control de documentación. La organización debe definir una sistemática para la gestión de los documentos y registros asociados a las acciones formativas.

– Gestión de recursos. La dirección de la organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión, para así aumentar la satisfacción del usuario de las acciones formativas.

El personal que interviene en el diseño, desarrollo, gestión de contenidos y tutorización de las acciones formativas virtuales debe ser competente, y por lo tanto, contar con la formación, habilidades y experiencia apropiadas. La organización debe determinar y registrar en una instrucción o procedimiento las competencias necesarias para el desarrollo de su trabajo. Así mismo debe proporcionar la formación necesaria para adquirir dichas competencias y definir también las exigencias de hardware, software y medios técnicos necesarios así como la sistemática de control y mantenimiento de los mismos.

– Mantenimiento y revisión de las acciones formativas. La organización debe establecer una metodología de mantenimiento y revisión de las acciones formativas virtuales que permita asegurar que cumple con los requisitos de esta norma, de manera continua. De esta manera, mantendrá copias de seguridad de cada una de las acciones formativas.

– Retroalimentación del cliente. La organización debe mantener un sistema para recoger y gestionar las sugerencias de mejora que pueda aportar el cliente, para así poder incluirlas en posteriores revisiones de las acciones formativas y mejorar y adaptar las mismas a las necesidades de los usuarios.

– Tratamiento de las reclamaciones. Se debe establecer un sistemática para el tratamiento de las reclamaciones efectuadas por los clientes en relación con las acciones formativas a las que se quiere aplicar esta norma. Deben mantenerse registros de dichas reclamaciones, de su posterior análisis y de las acciones correctivas que en su caso dieran lugar.

2. Información general mínima a proporcionar por los suministradores

Los suministradores de la formación virtual deben proporcionar, al menos, la información descrita en la Tabla 2.2.3.1. La información de esta Tabla debe expresarse de forma clara para facilitar su comprensión. Además, los suministradores podrán incluir a su criterio aquella otra información complementaria que estimen conveniente.

3. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad

Este apartado responde a la medida que incrementa la formación virtual a la capacidad del alumnado a integrarse en el mercado laboral o de mejorar su posición existente. En este

sentido, la empleabilidad⁶ es la capacidad para integrarse en el mercado laboral o mejorar la condición existente. En esta norma la empleabilidad se evalúa por medio del nivel de reconocimiento de la formación por el mercado, esto es, el grado de aceptación y de prestigio que posee dicha formación en el mundo laboral.

Tabla 2.2.3.1. Información general mínima a facilitar por los suministradores.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

Nombre o descripción de la acción formativa, forma de contacto y coste
Objetivos de la acción formativa expresados de forma razonablemente clara, incluyendo las habilidades que permite obtener ¹
Tipo de formación: autoformación, teleformación o formación mixta
Demanda del mercado (análisis de las necesidades del mercado, compromiso de contratación, etc.)
Formación necesaria para acceder con éxito al curso
Dedicación necesaria por parte del alumnado, incluyendo tanto el tiempo de estudio como el de tutoría
Hardware necesario y periféricos asociados (si los hay)
Software necesario: programas informáticos necesarios

¹ Ejemplos de habilidades:

Grupo de habilidades	Habilidades fundamentales
Conocimientos especializados	Conocimientos de idiomas
	Conocimientos de nuevas tecnologías
	Conocimientos especializados
	Conocimientos de gestores de redes sociales
Habilidades relacionales	Red de contactos
	Capacidad de influencia
	Capacidad de empatía
	Capacidades de comunicación
	Coaching. Inteligencia emocional
Habilidades organizativas	Liderazgo
	Innovación
	Dirección de equipos
Habilidades motivacionales	

A su vez, el reconocimiento de la formación depende de varios aspectos, de los cuales los más importantes son los siguientes:

- Reconocimiento de la formación por las Autoridades. Este reconocimiento supone el cumplimiento de ciertos estándares, determinada cualificación de los profesores y el establecimiento de cierta metodología. No obstante, la demanda laboral y la oferta de egresados con titulación reconocida oficialmente no siempre evolucionan de forma coordinada.

⁶ La empleabilidad está relacionada con la demanda del mercado y el reconocimiento de la formación. En esta norma la empleabilidad se evalúa mediante el reconocimiento de la formación ya que se considera que la demanda del mercado está sujeta a una fuerte dependencia de la situación temporal en la que se imparte la acción formativa. En muchos casos se imposibilita su valoración detallada y es por ello, que la demanda del mercado se contempla como parte de la información mínima que debe proporcionar la organización.

- Reconocimiento de la formación por el mercado laboral. En muchas ocasiones los empleadores valoran que una determinada formación permita el acceso a una titulación oficial.
- Reconocimiento de la entidad suministradora de la formación. También en este caso existen diversas formas de acreditación, como la realizada por las autoridades, la del mercado laboral, las certificaciones de calidad, etc. Sin embargo, puede suceder que los centros con más acreditaciones no sean los más reconocidos por el mercado laboral y que, por tanto, no exista siempre relación proporcional entre reconocimiento formal y el dado por el mundo laboral.

Estos aspectos que influyen en el grado de reconocimiento de la formación, tienen mucho que ver con el prestigio, cuya valoración es normalmente compleja y costosa. Además, existen una serie de actividades que en general pueden ser indicativas de una mayor calidad de la formación (por ejemplo, la existencia de una bolsa de trabajo, etc.), pero no siempre son representativas de un mejor nivel de calidad. En la Tabla 2.2.3.2 se muestran las rúbricas de los niveles de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.

Tabla 2.2.3.2. Rúbricas de los niveles de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

Subfactores de satisfacción	Nivel				
	(Los niveles son acumulativos; cada nivel incluye todo lo del nivel anterior)				
	1 Inicial ★☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ★★☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ★★★☆☆	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ★★★★☆	5 Excelente (nivel 4 + ...) ★★★★★
Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	No se expide ningún diploma ni certificado.	Los alumnos reciben un diploma de asistencia.	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de conocimientos adquiridos.	El certificado de conocimientos reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio. Además, se debe implementar un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación.	El título o certificado alcanzado posee una validez internacional.
Tiene relación con el grado de aceptación y de prestigio que posee la formación de un suministrador específico, en el mercado laboral.					

4. Metodología de aprendizaje

Este factor tiene como objetivo analizar el paradigma y el modelo teórico-científico de aprendizaje y TIC que utiliza la organización responsable de la oferta formativa durante el diseño y desarrollo de la misma. Concretamente, se analizan la toma de decisiones clave derivadas de ese modelo y relacionadas directa o indirectamente con la calidad del proceso de aprendizaje y su eficiencia.

La metodología de aprendizaje es el conjunto de toma de decisiones que van a definir las condiciones más adecuadas para conseguir el aprendizaje de los usuarios respecto a unos objetivos marcados. Estas decisiones forman parte de un proceso sistemático, planificado y estructurado sobre determinadas dimensiones o factores. Para la elaboración de esta norma se

han tenido en cuenta los subfactores más relevantes como: el diseño didáctico-instruccional junto con el método y las herramientas de evaluación, las actividades de aprendizaje y sus respectivos materiales o recursos formativos, la interacción entre los agentes del proceso formativo y el entorno tecnológico-digital de aprendizaje.

En definitiva, la metodología de aprendizaje y la articulación de sus diferentes factores tendrán un efecto significativo sobre una mejor asimilación de contenidos por parte del alumnado, un aumento de su motivación, su permanencia durante la formación y, en consecuencia, la adquisición de un conocimiento realmente válido, así como habilidades para continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

El subfactor crítico “*diseño didáctico-instruccional*” es la dimensión más importante, pues tiene una relación directa con toda la acción formativa. En este subfactor se contemplan los indicadores relacionados con el método concreto de aprendizaje, así como la metodología y las herramientas de evaluación. En este sentido, está relacionado directamente con los siguientes conceptos, en base a los cuales se han elaborado sus respectivos indicadores de evaluación de calidad:

- Objetivos de aprendizaje generales y específicos definidos en la acción formativa virtual. Una definición correcta de los mismos y su explicitación a todos los agentes facilitará todo el proceso de aprendizaje y su respectiva evaluación.
- Método de aprendizaje y sus respectivas actividades.
- Diseño de actividades de aprendizaje, primando actividades que impliquen un aprendizaje situado y experiencial cercano al contexto real donde se va a utilizar el conocimiento aprendido y, en consecuencia, la resolución de problemas contextualizados.
- Aprendizaje autodirigido, es decir, referido al grado de libertad que los alumnos tienen para hacer un recorrido no lineal por la información o para elegir en cada momento entre las diversas opciones.
- Aprendizaje de competencias transversales interdisciplinarias.
- Aprendizaje colaborativo y por proyectos reales con implicación directa en la sociedad.
- Proceso de evaluación del aprendizaje, su metodología y las diferentes herramientas de evaluación.

El subfactor crítico “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*” es una dimensión derivada de la anterior y fija la atención en las actividades de aprendizaje utilizadas en la acción formativa, así como sus respectivos materiales y recursos. Esta dimensión está relacionada con los siguientes aspectos:

- El tipo de recursos formativos y grado de interactividad que implican por parte del alumnado.

- Las instrucciones y guías didácticas del alumnado para la realización de actividades y utilización de los recursos formativos.
- La utilización del aprendizaje colaborativo y por simulación en las actividades de aprendizaje y recursos educativos digitales.
- La gestión del tiempo en la realización de actividades individuales y grupales.
- La gestión del conocimiento desprendido durante el proceso de aprendizaje y la realización de sus respectivas actividades.

El subfactor crítico “*tutoría*” es la dimensión en la que el/la tutor/a es un facilitador que actúa como asesor, organizador o moderador, creando los entornos y utilizando las tecnologías adecuadas que permitan cubrir los objetivos pedagógicos del curso, a la vez que conseguir la motivación del alumnado. Los aspectos clave de las tutorías son:

- La capacidad de interactividad y comunicación.
- Las funciones académicas y organizativas.
- El desarrollo de competencias: técnicas, pedagógicas y socio-comunicativas.
- La contribución al diseño de actividades participativas mediante, por ejemplo, el envío y resolución de dudas, o la motivación, que contribuyen en definitiva a reducir la tasa de abandono.

Además, la retroalimentación que se produce permite dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (por parte de los tutores pedagógicos), y mejorar la labor de los tutores de contenidos, pues en tiempo real se puede conocer si tienen tutorías pendientes de contestar, si han programado charlas interactivas (chats), si han participado en foros, el tiempo tardado en responder a consultas de los alumnos, la calidad de las respuestas a las consultas, etc.

En definitiva, la tutoría es una herramienta que permite dinamizar pedagógicamente cada curso y tener, en línea y en tiempo, la información necesaria para su control y seguimiento, ayudando al alumnado a interactuar con todos los miembros de la comunidad educativa y con los contenidos, de forma que “*aprenda haciendo*”.

Por último, el subfactor crítico “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” se trata de otra dimensión de gran importancia, dado que en ella se analizan todo el conjunto de variables tecnológicas vinculadas al proceso de aprendizaje y evaluación. Esta dimensión también tiene una vinculación directa con las anteriores.

El entorno tecnológico-digital de aprendizaje está relacionado directamente con los siguientes conceptos, en base a los cuales se han elaborado sus respectivos indicadores de evaluación de calidad:

- La información sobre los requisitos tecnológicos que deben cumplir los dispositivos utilizados por los alumnos.

- La interacción entre los agentes del proceso formativo a través de Tecnologías de Comunicación en sus diferentes versiones.
- El diseño, implantación, administración y utilización de entornos TIC que integren administración del aprendizaje, contenidos y comunicación formal e informal.
- Los mecanismos de gestión digital del conocimiento para que revierta en beneficio de los propios usuarios.
- El diseño del entorno tecnológico en cuanto a usabilidad y experiencia de usuario/a con el objetivo de mejorar el procesamiento de la información y la orientación del alumnado durante el proceso de aprendizaje.
- La gestión tecnológica del proceso de aprendizaje mediante mecanismos de seguimiento, etc.
- La gestión de información y documentación digital hipermedia.
- La accesibilidad y adaptación del entorno tecnológico a las necesidades y preferencias de cada alumno/a.
- La utilización de tecnología colaborativa y de participación activa.

En la Tabla 2.2.3.3 se muestran las rúbricas de los niveles de metodología de aprendizaje.

Tabla 2.2.3.3. Rúbricas de los niveles de metodología de aprendizaje.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

Subfactores de satisfacción	Nivel				
	(Los niveles son acumulativos; cada nivel incluye todo lo del nivel anterior)				
	1 Inicial ★☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ★☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ★☆☆☆☆ ⁷	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ★★★★☆ ⁸	5 Excelente (nivel 4 + ...) ★★★★★ ⁸
Diseño didáctico-instruccional	Se describen unos objetivos generales.	Se explicitan los objetivos de aprendizaje (generales y específicos).	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo. Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso, que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje.	Las actividades y problemas se desarrollan en un Contexto realista ⁹ . Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades). Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso.	Los objetivos de aprendizaje se organizan por Competencias ¹⁰ . La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad. Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido.
Recursos formativos y actividades de aprendizaje	Los recursos formativos son únicamente material de consulta para el autoestudio.	Los recursos Formativos permiten la interacción del alumno. Los alumnos podrán realizar actividades de autoevaluación. Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje.	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso. Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistema de evaluación).	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas... Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	Se programan sesiones sincronicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador. Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados).

⁷ La obtención de nivel 3 (bueno) exige la obtención de 3 estrellas, como mínimo, en todos los subfactores descritos.

⁸ La obtención de nivel 4 o 5 exige la obtención de 4 o 5 estrellas respectivamente, en al menos 2 de los subfactores y 3 estrellas en el resto.

⁹ Contexto realista. El contexto de las actividades de aprendizaje es similar a la actividad profesional o a las situaciones donde se vaya a utilizar ese conocimiento en un futuro. Este contexto permite el aprendizaje experimental (implica procesos de toma de decisiones y actuación por parte del estudiante).

¹⁰ Competencias bien identificadas según normativas vigentes como por ejemplo la Taxonomía Competencia que aparece referenciada en la norma UNE 71361:2010 y que está incluida en la guía de la norma UNE 66181.

Subfactores de satisfacción	1 Inicial ☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ☆☆☆☆ ¹¹	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ☆☆☆☆ ¹²	5 Excelente (nivel 4 + ...) ☆☆☆☆ ⁸
Tutoría ¹³	No hay tutoría.	El tutor del curso responde a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido.	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido. Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos.	Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de su aprendizaje. Para ello considerará la evolución de los usuarios en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido: pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo, etc.	Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos: Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado. Se programan sesiones sincronas de interacción 1 a 1 alumno-tutor.
Entorno Tecnológico-digital de aprendizaje	Dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumnado.	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación que asíncrona que permite la interacción entre los participantes.	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación. Incorpora una sección de FAQ ¹⁴ y/o Ayuda. Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación del estudiante dentro del entorno y proceso de aprendizaje, como por ejemplo: mapas de navegación, mecanismos de búsqueda (sencilla o por etiquetas), opción volver atrás o deshacer, interfaz usable ¹⁵ , etc.	Permite gestionar grupos de estudiantes y tareas con registros de acceso e informes. Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia). Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros. Permite o tiene foros de discusión y atención a los estudiantes (formales e informales).	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje. Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y estudiantes. Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje. Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (por ejemplo, RSS, wiki, blog, redes sociales).

El diseño didáctico-instruccional de una acción formativa virtual puede estar representado por uno o más de los siguientes métodos que se exponen a continuación. Se debería identificar, en el diseño didáctico de la acción formativa, una descripción clara y explícita de, al menos, un método de enseñanza-aprendizaje que se describen:

– ABP¹⁶. Los alumnos, en pequeños grupos, deben resolver una tarea/problema abierto, discutiendo y tratando de solucionarlo mediante la comprensión la teoría, modelos científicos o explicación que subyace, siguiendo un procedimiento de fases o etapas de trabajo.

– Enseñanza Tradicional. Es un método que se basa en la exposición de los conocimientos del profesorado, que responde a la creencia de que el aprendizaje se produce

¹¹ La obtención de nivel 3 (bueno) exige la obtención de 3 estrellas, como mínimo, en todos los subfactores descritos.

¹² La obtención de nivel 4 o 5 exige la obtención de 4 o 5 estrellas respectivamente, en al menos 2 de los subfactores y 3 estrellas en el resto.

¹³ El subfactor tutoría no se debe contemplar en acciones de formación para la modalidad de autoformación.

¹⁴ Preguntas Frecuentes.

¹⁵ Interfaz usable: los elementos visuales (botones, iconos, etc.) son reconocibles y comprensibles en todo el sistema.

¹⁶ Aprendizaje Basado en Problemas.

por adquisición directa a partir de lo que el docente o un experto, a través de diferentes materiales informativos, puedan transmitir.

– Aprendizaje Basado en Casos. Principalmente, se proponen casos interesantes en el que los alumnos aprenden a solucionar situaciones concretas y sus consecuencias. Puede realizarse de manera individual o en grupos pequeños.

– EBOS¹⁷. Trata de presentar la tarea/ actividad, construyendo escenarios que simulen situaciones reales, en los que los alumnos “interpretan un papel determinado” que les permita comprometerse con éste, motivándoles y haciendo más gradual la transferencia de las habilidades aprendidas (trabajo en grupo, exposición oral y de trabajos, búsqueda de información, etc.).

– Enseñanza Recíproca. Permite ir desplazando progresivamente el control y la toma de decisiones desde el profesorado hacia los estudiantes. Se centra en mejorar las estrategias de procesamiento de la información de los aprendices, especialmente aquellos procedimientos que el lector emplea para retener y comprender la información, así como los que utiliza para evitar posibles errores de comprensión.

– Aprendizaje Basado en Proyectos. Este método se centra en la realización por parte de los alumnos de un proyecto global, real y de interés para la comunidad. Los proyectos exitosos tienen significado en la vida real. Se envuelven en actividades como: realizar experimentos, tomar datos, simular eventos reales, dar sentido al proyecto y que se impliquen los miembros del proyecto.

5. Accesibilidad

Esta dimensión responde al grado de adaptación con el que la formación virtual puede ser comprensible, utilizable y practicable con eficiencia y eficacia por cualquier persona.

En España, la Ley 51/2003, promueve unas “*condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la Sociedad de la Información y de cualquier medio de comunicación social*” que han sido reguladas en el Real Decreto 1494/2007. Por ello, la accesibilidad en la Sociedad de la Información es un derecho y un valor añadido, que garantiza el acceso de cualquier persona, independientemente de su condición personal o tecnológica, a los productos, entornos y servicios proporcionados por las nuevas TICs, alcanzando el objetivo de inclusión en la Sociedad de la Información.

Los aspectos clave de la accesibilidad son:

a) La utilización de hardware que satisfaga requisitos de accesibilidad. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139801 y se aplican al ordenador propiamente dicho, con su

¹⁷ Escenarios Basados en Objetivos.

unidad central, monitor, teclado, ratón, unidades de almacenamiento, etc. y a los periféricos, como impresora y escáner.

b) La utilización de software que satisfaga requisitos de accesibilidad. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139802 y se aplican a cualquier tipo de aplicación informática, tengan o no interacción directa con el usuario/a, y alcanza a sistemas operativos, entornos de ventanas y controladores de dispositivos.

c) La utilización de contenidos cuyas características cumplan los requisitos de accesibilidad de las tecnologías Web en Internet, Intranets y otro tipo de redes informáticas, para que puedan ser utilizadas por la mayor parte de los interesados. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139803 y son compatibles con las Directrices de accesibilidad para el contenido en la Web WCAG 2.0¹⁸, desarrolladas por la WAI¹⁹ del W3C²⁰.

d) La distribución de documentos electrónicos accesibles, según las recomendaciones proporcionadas por los fabricantes, como la guía para crear documentos PDF accesibles de Adobe.

En la Tabla 2.2.3.4 se muestran las rúbricas de los niveles de accesibilidad.

Tabla 2.2.3.4. Rúbricas de los niveles de accesibilidad.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

Subfactores de satisfacción	Nivel				
	1 Inicial ☆☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ☆☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ☆☆☆☆☆	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ☆☆☆☆☆	5 Excelente (nivel 4 + ...) ☆☆☆☆☆ ⁸
Accesibilidad hardware ²¹	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la norma UNE 139801:2003 que apliquen a la acción formativa.	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la norma UNE 139801:2003 que apliquen a la acción formativa.

¹⁸ Web Content Accessibility Guidelines

¹⁹ Web Accessibility Initiative

²⁰ World Wide Web Consortium

²¹ Los requisitos de la norma UNE 139801 solo se aplican si el proveedor de formación virtual suministra equipos informáticos como parte del servicio.

Subfactores de satisfacción	1 Inicial ☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ☆☆☆☆	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ☆☆☆☆	5 Excelente (nivel 4 + ...) ☆☆☆☆ ⁸
Accesibilidad software²²	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Los siguientes requisitos de la norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa se cumplen:	Los siguientes requisitos de la norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa se cumplen:
				8.1.1 9.1.2 10.1.1 11.1.2	8.1.2 9.1.1 10.3.1 11.1.1
				8.1.4 9.2.1 10.1.2 11.1.3	8.1.5 9.1.3 10.3.3 11.1.4
				8.2.4 9.2.2 10.1.3 11.1.5	8.1.6 9.1.4 10.4.3 11.2.2
				8.2.7 9.3.2 10.2.4 11.2.1	8.2.1 9.2.3 10.4.4
				8.3.1 9.3.3 10.4.1	8.2.2 9.3.6 10.4.5
				8.3.3 9.3.4 10.5.3	8.3.2 9.3.7 10.5.1
				8.4.4 9.3.5 10.5.4	8.3.4 9.3.9 10.5.2
				8.4.5 9.3.8 10.5.5	8.3.5 9.3.11 10.5.8
				8.4.9 9.3.12 10.5.7	8.3.6 9.3.15 10.5.9
				8.5.2 9.3.14 10.5.10	8.4.3 9.3.16 10.6.1
				8.5.3 9.4.2 10.6.2	8.4.6 9.4.3 10.7.2
				8.5.4 9.4.4 10.6.7	8.4.8 9.4.5 10.7.4
				8.5.5 9.4.6 10.6.8	8.4.10 9.4.7 10.8.2
				8.5.6 9.4.9 10.6.9	8.4.11 9.4.8 10.8.3
				8.5.7 9.4.10 10.7.1	8.4.12 10.9.1
				8.5.9 9.4.11 10.7.3	8.5.8 10.9.2
			8.5.10 9.4.13 10.8.1	10.9.3	
			8.5.11 9.4.14 10.8.4		
			8.5.12		
			8.6.1		
			8.6.2		
			8.6.3		
			8.6.4		
Accesibilidad web	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Cumple los requisitos de nivel A de la norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa. Es decir, cumple el nivel de conformidad A de WCAG 2.0 para los puntos que aplican a la acción formativa.	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa. Es decir, cumple el nivel de conformidad AA de WCAG 2.0 para los puntos que aplican a la acción formativa.

A continuación se facilitan los requisitos en las Normas UNE 139801:2003, UNE 139802:2009 y UNE 139803:2012 para la accesibilidad del hardware, software y contenido web.

A. Requisitos de accesibilidad del hardware establecidos por la Norma UNE 139801:2003. En la Tabla 2.2.3.5 se muestran los requisitos de prioridad 1 y en la Tabla 2.2.3.6 los requisitos de prioridad 2.

²² Los requisitos de la norma UNE 139802 solo se aplican si el proveedor de formación virtual suministra el software de los equipos informáticos como parte del servicio, o si la solución de formación virtual incluye objetos de programación que están fuera del control del navegador web – flash, java, etc.

Tabla 2.2.3.5. Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003.*Fuente: Norma UNE 66181:2012.*

4.1.1. Los botones e interruptores deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlos y activarlos.
4.1.2. Los botones e interruptores deben poder manejarse con una sola mano y su activación no requerirá movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
4.1.3. Los controles deben ser cóncavos, suficientemente grandes y tener una superficie no deslizante.
4.1.4. Los botones e interruptores deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlos provoque su activación.
4.1.5. El color no debe ser la única manera de distinguir los botones e interruptores.
4.1.6. Si existe activación mediante sensores biométricos, deben suministrarse formas alternativas de activación.
4.2.1. La fuerza necesaria para activar las teclas debe ser como máximo 22,2 N.
4.2.2. La pulsación de teclas debe transmitir al usuario la correspondiente sensación táctil y sonora.
4.2.3. Las teclas deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlas provoque su activación.
4.2.4. El color no debe ser la única manera de distinguir teclas.
4.2.5. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el retardo necesario para que comience la repetición automática cuando se mantiene pulsada una misma tecla.
4.2.6. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el tiempo que transcurre entre dos efectos consecutivos durante la repetición automática producida al mantener pulsada una misma tecla.
4.2.7. El ordenador debe disponer de un teclado independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de un teclado externo adicional.
4.2.8. Los periféricos deben ofrecer alternativas a la pulsación simultánea de varias teclas, si la acción correspondiente no es realizable por software.
4.3.1. El ordenador debe disponer de una pantalla independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de una pantalla externa adicional.
4.4.1. Toda señal sonora importante debe proporcionarse de forma visual o bien estar disponible para que el software la recoja.
4.4.2 El volumen se debe poder controlar mediante un mando físico o mediante el software.
4.6.1. Las ranuras para tarjetas de expansión, los puertos y conectores deben cumplir las normas industriales comúnmente aceptadas.
4.8.1. La documentación del producto debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, con un vocabulario adecuado para la tarea realizada por el producto.
4.8.2. La documentación del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.8.3. La información sobre las características de accesibilidad del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.9.1. El producto no debe generar campos electromagnéticos o de radio-frecuencia que puedan interferir con los usuarios de prótesis auditivas.
4.9.2. Si el producto tiene una cubierta, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.
4.9.3. Todos los componentes del sistema deben tener una base estable y no deslizante, excepto aquellos componentes que requieran ser desplazados para realizar alguna de sus funciones básicas.
4.9.4. El ordenador debe poder apagarse por software.
4.9.5. Los dispositivos que tengan bandejas de alimentación de papel, deben tener al menos una de ellas que permita colocar el papel sin necesidad de extraerla entera o levantar cubiertas adicionales.
4.9.6. Los dispositivos que tengan bandejas de salida de papel, deben tener al menos una de ellas sin cubierta o con posibilidad de eliminarla.

Tabla 2.2.3.6. Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003.*Fuente: Norma UNE 66181:2012.*

4.1.7. Aquellas opciones de funcionamiento modificables por botones e interruptores deben ser también configurables mediante software.
4.1.8. El estado de todos los botones e interruptores de estado conmutable se debe poder distinguir visualmente y, además, a través de tacto o de sonido.

-
- 4.1.9. Las etiquetas de los botones e interruptores imprescindibles para el manejo del producto deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste, un tipo de letra sans-serif y una altura mínima de 4 mm.
-
- 4.1.10. Los símbolos de las etiquetas de los botones e interruptores deben estar normalizados o en su defecto, ser de uso común.
-
- 4.2.9. Debe existir una indicación visual y, además, sonora o táctil, sobre el estado en el que se encuentran las teclas de bloqueo y de estado conmutable.
-
- 4.2.10. Cada grupo funcional de teclas debe presentar un color distintivo.
-
- 4.2.11. Los grupos de teclas alfanuméricas y numéricas deben tener teclas guía con marca táctil.
-
- 4.2.12. Las etiquetas de las teclas deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste y un tipo de letra sans-serif.
-
- 4.3.2. El color, brillo y contraste se deben poder ajustar para adaptarse a las condiciones ambientales.
-
- 4.3.3. Si la pantalla ofrece un mecanismo para cambiar su posición, debe poder hacerse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen hacer mucha fuerza (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
-
- 4.3.4. Si la pantalla viene equipada con un receptor de televisión (analógica o digital), debe estar preparada para ser capaz de mostrar los subtítulos que emitan las cadenas de televisión.
-
- 4.4.3. El usuario debe poder seleccionar un volumen que sobrepase en 20 dB el nivel sonoro ambiental. Ámbito: ordenador y periférico.
-
- 4.4.4. Si un producto genera salida por síntesis de voz, se deben poder ajustar sus parámetros básicos: velocidad y tono.
-
- 4.4.5. Si un producto genera salida por voz, debe ofrecer algún mecanismo para escucharlo de forma privada (sin molestar a otros usuarios) y para interrumpir esa salida.
-
- 4.4.6. Si el producto genera una salida sonora por auriculares u otros dispositivos similares colocados cerca de la oreja, debe evitar interferencias con las prótesis auditivas.
-
- 4.5.1. La inserción y extracción de medios de almacenamiento debe poder realizarse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
-
- 4.5.2. Las unidades de medios extraíbles deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlas y utilizarlas.
-
- 4.5.3. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben permitir la expulsión del medio por software.
-
- 4.5.4. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben utilizar una plataforma móvil para insertar y extraer el medio.
-
- 4.5.5. El usuario debe ser advertido mediante señales visuales y sonoras cuando se produzca una inserción incorrecta de cualquiera de los medios de almacenamiento.
-
- 4.6.2. La fuerza requerida para conectar y desconectar cables y elementos externos no debe sobrepasar 22,2 N.
-
- 4.6.3. Los cables y sus correspondientes conexiones se deben poder reconocer a través del tacto y de la vista.
-
- 4.7.1. Cuando es necesaria una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un aviso antes de que el tiempo expire. Este aviso tendrá que ser percibido tanto de forma visual como sonora.
-
- 4.7.2. Cuando es necesario una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un mecanismo para que el usuario pueda indicar que necesita más tiempo para dar dicha respuesta.
-
- 4.9.7. Si el producto tiene alguna tapa o puerta que protege determinados controles, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.
-

B. Requisitos de accesibilidad del software establecidos por la Norma UNE 139802:2009. En las Tablas 2.2.3.7 y 2.2.3.8 se muestran los requisitos para alcanzar el nivel 4 y 5, respectivamente, de accesibilidad del software.

Tabla 2.2.3.7. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

-
- 8.1.1. Proporcionar un nombre a cada elemento de interfaz de usuario.
-
- 8.1.4. Hacer que los nombres estén disponibles para las ayudas técnicas (AT).
-
- 8.2.4. Facilitar la individualización del cursor y del puntero.
-
- 8.2.7. Permitir que el usuario controle el tiempo de respuesta.
-

-
- 8.3.1. Hacer que los controles de las características de accesibilidad sean fáciles de descubrir y operables.
 - 8.3.3. Evitar interferir con las características de accesibilidad.
 - 8.4.4. Proporcionar alternativas cuando las ayudas técnicas no estén operativas.
 - 8.4.5. Permitir que el software pueda controlar la expulsión de medios.
 - 8.4.9. Permitir que persistan los avisos o la información sobre errores.
 - 8.5.2. Facilitar la comunicación entre el software y las AT.
 - 8.5.3. Utilizar los servicios estándar de accesibilidad.
 - 8.5.4. Hacer que la información de elementos de interfaz de usuario esté disponible para las ayudas técnicas.
 - 8.5.5. Permitir que las ayudas técnicas cambien el foco de teclado y la selección.
 - 8.5.6. Proporcionar descripciones de los elementos de interfaz de usuario.
 - 8.5.7. Hacer que la notificación de eventos esté disponible para las ayudas técnicas.
 - 8.5.9. Utilizar las entradas y salidas estándar del sistema.
 - 8.5.10. Facilitar una presentación adecuada de tablas.
 - 8.5.11. Permitir la instalación de emuladores de teclado o de dispositivos apuntadores.
 - 8.5.12. Permitir que las ayudas técnicas supervisen las operaciones de salida.
 - 8.6.1. Leer el contenido de sistemas cerrados.
 - 8.6.2. Anunciar cambios en sistemas cerrados.
 - 8.6.3. Operatividad a través de controles que sean reconocibles táctilmente.
 - 8.6.4. Dejar pasar las funciones del sistema.
 - 9.1.2. Permitir el control en paralelo de las funciones del dispositivo apuntador mediante teclado.
 - 9.2.1. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto.
 - 9.2.2. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto de gran visibilidad.
 - 9.3.2. Facilitar el uso completo mediante teclado.
 - 9.3.3. Permitir la entrada secuencial de combinaciones de teclas.
 - 9.3.4. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de tecla.
 - 9.3.5. Permitir el ajuste de la aceptación de la pulsación repetida de la misma tecla.
 - 9.3.8. Permitir que los usuarios desactiven la repetición de teclas.
 - 9.3.12. Reservar asignaciones de atajos de teclado de accesibilidad.
 - 9.3.14. Separar la navegación con el teclado de la activación.
 - 9.4.2. Proporcionar control directo de la posición del puntero para dispositivos externos.
 - 9.4.4. Permitir cambiar la asignación de funciones de los botones de dispositivos apuntadores.
 - 9.4.6. Proporcionar la función de mantener pulsado un botón de dispositivo apuntador.
 - 9.4.9. Permitir el ajuste de parámetros de clics múltiples.
 - 9.4.10. Permitir el ajuste de la velocidad del puntero.
 - 9.4.11. Permitir el ajuste de la aceleración del puntero.
 - 9.4.13. Proporcionar un medio para encontrar el puntero.
 - 9.4.14. Proporcionar alternativas a operaciones simultáneas de puntero.
 - 10.1.1. Evitar frecuencias de destello que provocan ataques epilépticos.
 - 10.1.2. Permitir que el usuario pueda controlar la presentación de información dependiente del tiempo.
 - 10.1.3. Proporcionar alternativas accesibles para información audiovisual relevante para la tarea.
 - 10.2.4. Proporcionar acceso mediante teclado a la información que se representa fuera de la pantalla física.
 - 10.4.1. No transmitir información utilizando únicamente el color.
 - 10.5.3. Permitir la navegación sin puntero entre ventanas.
 - 10.5.4. Permitir usar ventanas “siempre delante”.
-

10.5.5. Permitir al usuario controlar múltiples ventanas “siempre delante”.
10.5.7. Permitir posicionar las ventanas.
10.5.10. Permitir que las ventanas eviten tener el foco.
10.6.2. Permitir el control del volumen.
10.6.7. Permitir a los usuarios elegir alternativas visuales para salidas sonoras.
10.6.8. Sincronizar los equivalentes sonoros de eventos visuales.
10.6.9. Proporcionar servicios de síntesis de voz.
10.7.1. Mostrar cualquier subtítulo proporcionado.
10.7.3. Dar soporte a la configuración global de los subtítulos.
10.8.1. Permitir que los usuarios puedan detener, iniciar y pausar.
10.8.4. Actualizar alternativas equivalentes del contenido multimedia cuando este cambie.
11.1.2. Proporcionar documentación de usuario en formato electrónico accesible.
11.1.3. Proporcionar alternativas de texto en la documentación electrónica y en la “Ayuda”.
11.1.5. Proporcionar documentación y “Ayuda” sobre las características de accesibilidad.
11.2.1. Proporcionar servicios de soporte técnico accesibles.

Tabla 2.2.3.8. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software.
Fuente: Norma UNE 66181:2012.

8.1.2. Proporcionar nombres significativos.
8.1.5. Mostrar nombres.
8.1.6. Proporcionar nombres y etiquetas que sean cortos.
8.2.1. Facilitar la individualización de los ajustes de preferencias de usuario.
8.2.2. Facilitar el ajuste de los atributos de los elementos comunes de interfaz de usuario.
8.3.2. Protección contra la activación o desactivación accidental de las características de accesibilidad.
8.3.4. Informar al usuario del estado de las características de accesibilidad.
8.3.5. Informar a los usuarios de la activación de las características de accesibilidad.
8.3.6. Permitir la visualización persistente.
8.4.3. Proporcionar la funcionalidad de “Deshacer” o “Confirmar”.
8.4.6. Dar soporte a las operaciones de “Copiar” y “Pegar”.
8.4.8. Permitir la selección de elementos como alternativa a la escritura.
8.4.10. Presentar las notificaciones de usuario utilizando técnicas consistentes.
8.4.11. Proporcionar notificaciones de usuario comprensibles.
8.4.12. Facilitar la navegación hacia la ubicación de los errores.
8.5.8. Permitir que las ayudas técnicas accedan a los recursos.
9.1.1. Proporcionar entradas de teclado desde todos los mecanismos estándar de entrada.
9.1.3. Permitir el control de las funciones del teclado mediante el dispositivo apuntador.
9.1.4. Proporcionar servicios de reconocimiento de voz.
9.2.3. Restaurar el estado cuando se recupera el foco del teclado.
9.3.6. Permitir el ajuste del ritmo de repetición de teclas.
9.3.7. Permitir el ajuste de la activación de la repetición de teclas.
9.3.9. Proporcionar notificación acerca de las teclas de conmutación.
9.3.11. Proporcionar indicadores implícitos o explícitos.
9.3.15. Respetar convenciones de teclado de la plataforma.

9.3.16. Facilitar la navegación en listas y menús.
9.4.3. Proporcionar objetos fáciles de seleccionar con dispositivos apuntadores.
9.4.5. Proporcionar métodos de entrada alternativos para operaciones complejas de dispositivo apuntador.
9.4.7. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de botones de dispositivo apuntador.
9.4.8. Permitir el ajuste de la distancia mínima de arrastre.
10.3.1. No transmitir información únicamente mediante atributos visuales del texto.
10.3.3. Ajustar la escala y disposición de elementos de interfaz de usuario en función de los cambios de tamaño de letra.
10.4.3. Permitir la individualización de esquemas de colores.
10.4.4. Permitir a los usuarios individualizar la codificación de colores.
10.4.5. Proporcionar contraste entre primer plano y fondo.
10.5.1. Proporcionar títulos de ventana únicos y significativos.
10.5.2. Proporcionar títulos de ventana que sean únicos en todo el sistema.
10.5.8. Permitir cambiar el tamaño de las ventanas.
10.5.9. Permitir minimizar, maximizar, restaurar y cerrar ventanas.
10.6.1. Usar patrones de tonos en lugar del valor del tono para transmitir información.
10.7.2. Permitir el control global de los subtítulos.
10.7.4. Colocar los subtítulos de forma que no oculten el contenido.
10.8.2. Permitir que los usuarios puedan repetir, rebobinar, pausar y saltar adelante o avanzar rápidamente.
10.8.3. Permitir al usuario controlar la presentación de múltiples flujos multimedia.
10.9.1. No transmitir la información únicamente mediante salida táctil.
10.9.2. Usa patrones táctiles familiares.
10.9.3. Permitir ajustar las salidas táctiles.
11.1.1. Proporcionar documentación y “Ayuda” comprensibles.
11.1.4. Escribir las instrucciones y la “Ayuda”, sin hacer referencias innecesarias a dispositivos.
11.2.2. Proporcionar material de formación accesible.

C. Requisitos de accesibilidad web establecidos por la norma UNE 139803:2012. En las Tablas 2.2.3.9 y 2.2.3.10 se muestran los requisitos para alcanzar el nivel A y AA, respectivamente.

Tabla 2.2.3.9. Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.1.1. Contenido no textual.
1.2.1. Sólo audio y sólo vídeo (grabado).
1.2.2. Subtítulos (grabados).
1.2.3. Audiodescripción o Medio Alternativo (grabado).
1.3.1. Información y relaciones.
1.3.2. Secuencia significativa.
1.3.3. Características sensoriales.
1.4.1. Uso del color.
1.4.2. Control del audio.
2.1.1. Teclado.
2.1.2. Sin trampas para el foco del teclado.

2.2.1. Tiempo ajustable.
2.2.2. Poner en pausa, detener, ocultar.
2.3.1. Umbral de tres destellos o menos.
2.4.1. Evitar bloques.
2.4.2. Titulado de páginas.
2.4.3. Orden del foco.
2.4.4. Propósito de los enlaces (en contexto).
3.1.1. Idioma de la página.
3.2.1. Al recibir el foco.
3.2.2. Al recibir entradas.
3.3.1. Identificación de errores.
3.3.2. Etiquetas o instrucciones.
4.1.1. Procesamiento.
4.1.2. Nombre, función, valor.

Tabla 2.2.3.10. Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.2.4. Subtítulos (en directo).
1.2.5. Audiodescripción (grabado).
1.4.3. Contraste (mínimo).
1.4.4. Cambio de tamaño del texto.
1.4.5. Imágenes de texto.
2.4.5. Múltiples vías.
2.4.6. Encabezados y etiquetas.
2.4.7. Foco visible.
3.1.2. Idioma de las partes.
3.2.3. Navegación coherente.
3.2.4. Identificación coherente.
3.3.3. Sugerencias ante errores.
3.3.4. Prevención de errores (legales, financieros, datos).

2.3. LÓGICA DIFUSA

Desde que Zadeh (1965) introdujo la teoría de los conjuntos difusos, diferentes estudios aplicados a la teoría del control difuso han mostrado que el aprendizaje difuso y/o los algoritmos de control difuso son de las áreas más activas y fructíferas de la investigación en los últimos años dentro del campo de la lógica difusa. La lógica difusa es un método fiel de análisis que incorpora la incertidumbre en un modelo de decisión (Zadeh, 1965, 1996, 1997). Así pues, permite incluir información imperfecta sin importar la causa. En esencia, la lógica difusa considera que el razonamiento humano es aproximado y no preciso. En base a lo anterior, la aplicación de las herramientas difusas proporcionan muchos beneficios claves debido a que proporcionan una plataforma simplificada donde el desarrollo y el análisis de los modelos reducen el tiempo de desarrollo de otros enfoques. Como resultado, las herramientas difusas son fáciles de implementar y modificar, y han demostrado llevar a cabo mejores resultados que otros enfoques en la toma de decisiones bajo incertidumbre (Azadegan *et al.*, 2011).

A partir de la década de los ochenta, la lógica difusa ha desempeñado una función vital en el avance de soluciones prácticas y sencillas para una gran diversidad de aplicaciones en la ingeniería y la ciencia. Debido a su gran importancia en los sistemas de navegación de vehículos espaciales, control de vuelo, control satelital de altitud, control de velocidad en misiles y similares, el área de la lógica difusa se ha vuelto una parte importante e integral de los procesos de cualquier índole (Mamdani y Asslilan, 1975b).

De hecho, en la actualidad, la lógica difusa se considera que debe aplicarse en la fabricación, para estudiar actuaciones de perforación, con la mínima cantidad de lubricante (Nandi y Davim, 2009) y también para prever el uso de consumo de energía en los procesos de fabricación (Lau *et al.*, 2008). En este sentido, un sistema de combustible de motores a reacción también puede ser monitoreado y controlado con la ayuda de un controlador difuso (Zilouchian *et al.*, 2008). También se ha observado en ciertas investigaciones que la lógica difusa se debe aplicar para predecir las tasas de producción de biogás y metano en reactores mesófilos a escala piloto, y en el tratamiento de aguas residuales de melaza (Turkdogan-Aydinol y Yetilmezsoy, 2010). Además, también se prevé que se aplicará en las predicciones de energía de las olas del océano (Özger, 2011), el desarrollo de controlador de vehículos submarinos (Ishaque *et al.*, 2011), el tratamiento de aguas residuales (Chen y Chang, 2007) etc.

En base a lo anterior, la lógica difusa proporciona una metodología para modelar la incertidumbre y la forma humana de pensamiento, razonamiento y percepción. En este sentido, 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). Por tanto, la teoría de conjuntos difusos puede ser aplicada para definir las características subjetivas, y proporciona una forma eficaz para formular problemas de decisión en un entorno difuso donde la

información disponible es subjetiva e imprecisa. Luego, tiene el potencial para servir como una medida eficaz para la evaluación subjetiva (Chuan-Jun *et al.*, 2014).

En los modelos clásicos, las variables tienen valores numéricos reales, las relaciones se definen en términos de funciones matemáticas y las salidas son valores numéricos "*crisp*". Sin embargo, los modelos difusos tienen variables que influyen en el comportamiento del sistema y relaciones entre las variables que describen el sistema (Zadeh, 1973). En lógica difusa, los valores de las variables se expresan mediante términos lingüísticos, como "*grandes, medianas y pequeñas*" (Zadeh, 2008; Turksen y Zarandi, 1999), las relaciones se definen en términos de reglas *IF-THEN*, y las salidas son subconjuntos borrosos que se pueden hacer "*crisp*" utilizando técnicas de defuzzificación. Los valores numéricos de las variables del sistema son fuzzificados para expresarlos en términos lingüísticos. La fuzzificación es un método que determina el grado de pertenencia que tiene un valor a un conjunto difuso determinado. Esto se calcula por evaluación de la función de pertenencia del conjunto difuso para el valor. Una función de pertenencia es una función matemática, que define el grado de pertenencia de un elemento en un conjunto difuso (Alavi, 2012). En la Figura 2.3.1 se muestran las pertenencias para subconjuntos clásicos y borrosos.

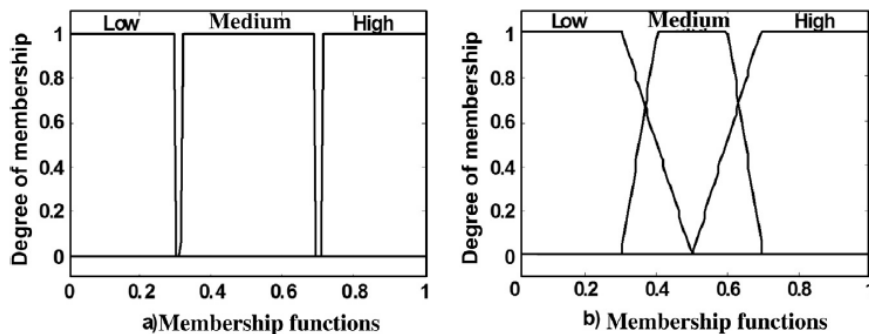


Figura 2.3.1. Un ejemplo de funciones de pertenencia de subconjuntos clásicos y difusos.

Fuente: Alavi, (2013).

El diseño de sistemas difusos a partir de los pares de entrada-salida, han sido clasificados en dos tipos. El primer tipo de clasificación sugiere que las reglas del tipo *IF – THEN* sean generadas a través de los pares de entrada-salida y la estructura del sistema difuso sea construida a partir de estas reglas, del mecanismo de inferencia difusa, del fuzzificador y del defuzzificador. En la segunda clasificación, primero se especifica la estructura del sistema difuso, por lo que algunos parámetros en la estructura difusa son libres de cambio, y estos se determinan de acuerdo a los pares de entrada-salida. En este sentido, al permitir la imprecisión en el modelo, la lógica difusa abre la posibilidad de la inclusión de entradas y umbrales difusos (Homayouni *et al.*, 2009).

Aunque regularmente algunas aplicaciones del control difuso a procesos industriales han producido resultados superiores a sus equivalentes obtenidos por el control clásico (Raju y Zhou, 1993), el dominio de estas aplicaciones ha experimentado una seria limitación al

expandir este a sistemas más complejos, debido a que aún no existe una teoría completa para determinar el rendimiento del sistemas a partir del cambio en sus parámetros o variables.

Sin embargo, al expandir algunas de estas aplicaciones a sistemas más complejos, el número de reglas difusas relacionadas con el proceso se incrementan de forma exponencial con el número de variables relacionadas al sistema. Este problema, llamado la maldición de la dimensionalidad¹, establece que con el uso de n variables y m conjuntos definidos por cada variable, se necesitarían $m \times n$ reglas difusas para construir un controlador difuso completo, es decir, conforme n crece, la base de reglas rápidamente sobrecarga la memoria de cualquier dispositivo de computo haciendo que el controlador difuso sea difícil de implementar además de que se define un tiempo de respuesta imposible para procesos rápidos en tiempo real (Zhou *et al.*, 1991; Zeng y Singh, 1995; Ying y Chen, 1997).

Para tratar estos problemas se han propuso el uso de sistemas difusos jerárquicos (Zhou *et al.*, 1991; Brown *et al.*, 1995), los cuales consisten en un número de sistemas difusos de baja dimensión conectados uno a otro de forma jerárquica. La ventaja que propone este enfoque jerárquico para los sistemas difusos, es que el número total de reglas difusas del controlador se incrementa solamente de forma lineal con el número de variables de entrada y, por tanto, que sea más sencillo de implementar reduciendo así el costo computacional y consecuentemente el tiempo de cómputo (Gómez, 2005).

Por último, en los estudios de investigación, las soluciones a los problemas con modelos analíticos y deterministas no siempre se pueden realizar. En este caso, la solución requiere de técnicas de incertidumbre. En todas las técnicas de modelado, ya sea analítica, probabilística o estadística, hay dos parámetros que tienen que estar bien establecidos: los supuestos del modelo y los datos numéricos disponibles para su verificación. Sin embargo, con las técnicas difusas, no se necesitan ni los datos numéricos ni supuestos restrictivos (Altunkaynak, 2010; Özger, 2009; Uyumaz *et al.*, 2006; Altunkaynak *et al.*, 2005; Russo y Jain, 2001; Dubois y Prade, 1996; Yager, 1996; Wang y Mendel, 1992; Dubois y Prade, 1991; Mamdani, 1974; Zadeh, 1968).

Por tanto, se hace necesario una adaptación de la Norma UNE 66181:2012 mediante lógica difusa para el cálculo de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones de calidad de la misma. En este sentido, se podría realizar valoraciones cuantitativas de la calidad de los MOOCs seleccionados. Y desde este enfoque, el uso de reglas difusas jerárquicas se podría aplicar para valorar cualitativamente dichos cursos. Por tanto, la lógica difusa podría dar respuesta a estos dos ámbitos de la calidad normativa debido a que ofrece ventajas significativas sobre este tipo de enfoques con incertidumbre. De esta manera, la lógica difusa tiene la capacidad de representar de forma natural aspectos cualitativos de los datos normativos y aplicar reglas de inferencia flexibles (Sun *et al.*, 2002).

¹ La complejidad de un problema se incrementa exponencialmente con el número de variables relacionadas.

2.3.1. Sistemas difusos

El sistema de inferencia difusa es una estructura computacional muy popular basada en los conceptos de la teoría difusa, en reglas del tipo *IF – THEN* y en métodos de inferencia difusa. Los sistemas de inferencia difusa, actualmente han encontrado diversas aplicaciones exitosas dentro de una gran variedad de áreas tales como el control automático, la clasificación de datos, el análisis de decisiones, los sistemas expertos, la predicción de series de tiempo, la robótica y en el reconocimiento de patrones. A causa de su naturaleza multidisciplinaria, los sistemas de inferencia difusa son conocidos como sistemas expertos, modelos difusos, controladores lógicos difusos o simplemente como sistemas difusos (Azadegan *et al.*, 2011).

2.3.1.1. Estructura de los sistemas difusos

El uso de los sistemas difusos ha sido aplicado en una gran variedad de áreas tales como el control automático, el procesamiento digital de señales, las comunicaciones, los sistemas expertos, la medicina, etc. Sin embargo, las aplicaciones más significativas de los sistemas difusos se han concentrado específicamente en el área del control automático. De esta manera, un sistema difuso es una estructura basada en conocimiento definida a través de un conjunto de reglas difusas del tipo *IF – THEN*, las cuales contienen una cuantificación lógica difusa de la descripción lingüística de los expertos de cómo realizar un control adecuado.

La Figura 2.3.1.1.1 ilustra el diagrama de bloques y los componentes básicos de un sistema difuso en donde los conjuntos clásicos U_i e Y_i son llamados el universo del discurso para u_i e y_i respectivamente. En particular, $u_i \in U_i$; con $i = 1, 2, 3, \dots, n$ e $y_i \in Y_i$; con $i = 1, 2, \dots, m$ definen las entradas y salidas correspondientes del sistema difuso.

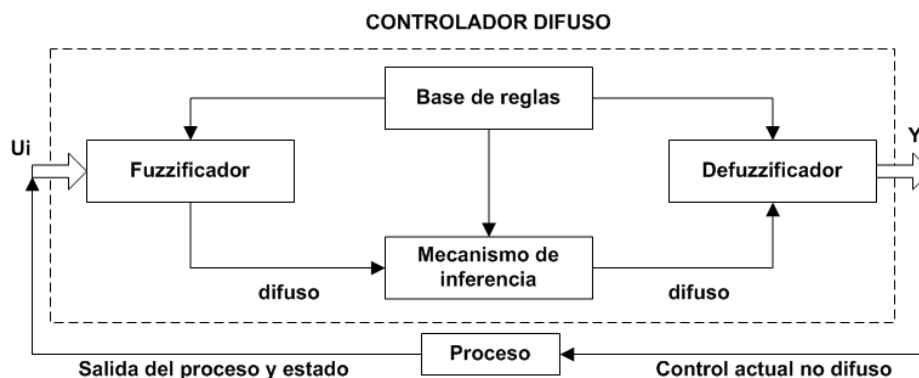


Figura 2.3.1.1.1. Esquema general del control difuso.
Fuente: Gómez, (2005).

De esta manera, el sistema difuso utiliza conjuntos difusos para cuantificar la información en la base a unas reglas. El mecanismo de inferencia opera sobre estos conjuntos para producir nuevos conjuntos difusos. Por tanto, es necesario especificar cómo el sistema

convertirá las entradas numéricas $u_i \in U_i$ en conjuntos difusos, proceso llamado “fuzzificación”. De igual forma, el proceso llamado “defuzzificación” describe el mapeo de un espacio de acciones de control difuso en acciones de control no difuso. Por consiguiente, la defuzzificación genera una acción de control no difusa, denotada generalmente por y_q^{crisp} , y es la mejor representación de una salida difusa inferida.

2.3.1.1.1. Fuzzificación

El proceso de la fuzzificación consiste en una transformación de un dato o de un conjunto clásico a su correspondiente conjunto difuso. Se denota por U_i^* al conjunto de todos los posibles conjuntos difusos que pueden ser definidos por U_i y, dado que $u_i \in U_i$, se denotará la transformación difusa de u_i a un conjunto difuso por \hat{A}_i , el cual es definido en el universo del discurso U_i .

La transformación de un conjunto clásico a un conjunto difuso se produce mediante el uso del operador de fuzzificación F , definido por $F : U_i \rightarrow U_i^*$, en donde $F(u_i) = \hat{A}_i$ (Passino y Yurkovich, 1998).

De forma general, el uso del fuzzificador tipo singleton es el más utilizado para las aplicaciones en el área del control automático y se define como un conjunto difuso $\hat{A}_i \in U_i^*$ con función de pertenencia (1).

$$\mu_{\hat{A}_i}(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x = u_i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (1)$$

Así pues, en la figura 2.3.1.1.1 se muestra la función de pertenencia singleton de la fórmula anterior.



Figura 2.3.1.1.1. Función de pertenencia del singleton.

Por tanto, esta primera etapa consiste en tomar un valor concreto y convertirlo en un valor difuso. Para obtener una entrada fuzzificada, a cada valor *crisp* de la entrada se le aplican las funciones de pertenencia. Es decir, las entradas difusas se obtienen valorando la función de pertenencia respectiva con el valor de la entrada *crisp* e indican el grado de pertenencia a cada conjunto difuso (Mendel, 2001). El dato a fuzzificar puede ser un número obtenido por un sensor, calculado, o un valor concreto que surge de una evaluación o medición. En la Figura 2.3.1.1.2 se muestra un ejemplo de resultado de fuzzificación.

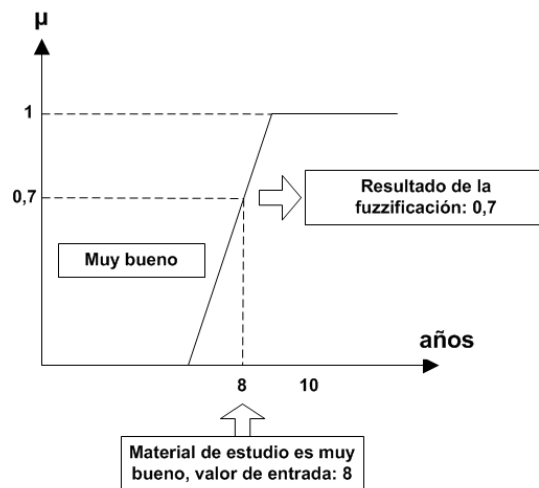


Figura 2.3.1.1.1.2. Ejemplo de resultado de la fuzzificación.
Fuente: Jang y otros, (1997).

2.3.1.1.2. Mecanismo de inferencia difusa

El mecanismo de inferencia difusa es el núcleo de cualquier controlador difuso que, de forma general, tiene un comportamiento dinámico caracterizado por un conjunto de reglas difusas como se muestra en la expresión (2).

$$\text{If } x \text{ es } A \text{ then } y \text{ es } B \quad (2)$$

donde A y B son valores lingüísticos definidos por un conjunto difuso en un universo X e Y , respectivamente. La cláusula *If*, un antecedente, es una condición en el dominio de aplicación; la cláusula *then*, una consecuencia, es una acción de control dado al proceso bajo control (Altrock, 1995; Semerci, 2004).

Con un conjunto de reglas difusas, el mecanismo de inferencia difusa es capaz de derivar una acción de control para un conjunto de valores de entrada. En otras palabras, una acción de control es determinada por las entradas observadas, las cuales representan el estado del proceso a ser controlado mediante el uso de las reglas de control (Castillo *et al.*, 2006). No obstante, aunque se puede obtener una mayor precisión con la inferencia de un aumento del número de los subconjuntos difusos, sin embargo, la base de reglas se hace más grande, y por tanto, más difícil de construir (Şen, 1998).

La expresión “*If x es A then y es B*”, la cual se abrevia regularmente como $A \rightarrow B$, es una relación binaria \mathcal{R} de las variables x e y en el espacio del producto $X \times Y$. Existen diversos métodos de inferencia difusa que pueden ser formulados a través de los operadores *t-norma* y *s-norma* para calcular la relación difusa $\mathcal{R} = A \rightarrow B$ (Arnold, K. y Gupta, M.M., 1998; Klir, G.J. y Yuan, B., 1995). En general, los siguientes métodos son los más utilizados (Wang, 1997):

1. Implicación de Dienes-Rescher. En esta implicación la regla difusa (2) es interpretada como una relación \mathcal{R}_D en $A \times B$ con la función de pertenencia (3).

$$\mu_{R_D}(x, y) = \max[1 - \mu_A(x), \mu_B(y)] \quad (3)$$

2. Implicación Lukasiewics. La regla difusa (2) es interpretada como una relación difusa \mathcal{R}_L en $A \times B$ con función de pertenencia (4).

$$\mu_{R_L}(x, y) = \min[1, 1 - \mu_A(x) + \mu_B(y)] \quad (4)$$

3. Implicación de Zadeh. En este caso la regla difusa (2) es interpretada como una relación difusa \mathcal{R}_Z en $A \times B$ con función de pertenencia (5).

$$\mu_{R_Z}(x, y) = \max[\min(\mu_A(x), \mu_B(y)), 1 - \mu_A(x)] \quad (5)$$

4. Implicación Mamdani. La regla difusa (2) es interpretada como una relación difusa \mathcal{R}_M en $A \times B$ con función de pertenencia (6).

$$\mu_{R_M}(x, y) = \min[\mu_A, \mu_B] \text{ ó } \mu_{R_M}(x, y) = \mu_A(x) \cdot \mu_B(y) \quad (6)$$

Aunque estas cuatro ecuaciones representan diferentes interpretaciones de la regla difusa (2), la implicación de Mamdani es la más utilizada para aplicaciones en los sistemas difusos y, en general, el operador inferencia se aproxima por medio de una *t-norma* (Gómez, 2005).

En este sentido, se mencionan algunos conceptos básicos para realizar un sistema de inferencia difuso (Jang *et al.*, 1997):

- **Función de Pertenencia.** Establece el grado en que cada elemento pertenece a un conjunto difuso (Mendel, 2001). Estas funciones son curvas que tienen forma triangular, trapezoidal, campana de Gauss, etc. El criterio para la elección de las mismas debe considerar su simplicidad y eficiencia. No obstante, las funciones Gaussianas son las más usadas (Russel y Campbell, 1996).
- **Grado de Pertenencia.** Es el valor que define la medida en que un elemento de un conjunto difuso pertenece a dicho conjunto (Castillo *et al.*, 2006). Este número pertenece al intervalo $[0,1]$. En la Figura 2.3.1.1.2.1 se muestra un diagrama de bloques de un sistema de inferencia difuso.

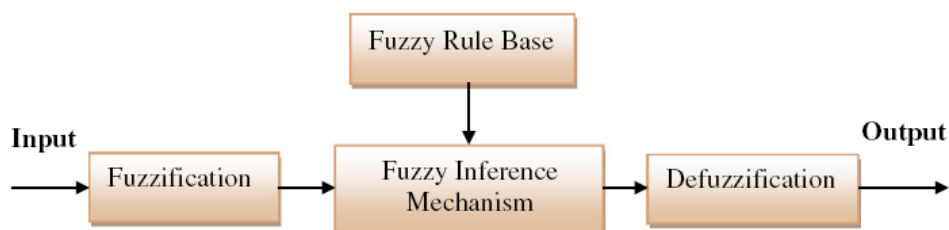


Figura 2.3.1.1.2.1. Sistema general de inferencia difuso.

- **Entradas bien definidas (*crisp*).** Son los diferentes valores concretos de la variable del sistema. Por ejemplo, si la variable es el rendimiento académico de un grupo de

alumnos, los valores concretos pueden ser: 8.50; 7; 5.50; etc. En oposición al concepto de difuso, lo *crisp*, definido, nítido o preciso, no representa ninguna imprecisión.

- Conjunto Difuso. Este conjunto queda caracterizado por los pares ordenados que indican el valor del elemento (entrada *crisp*) y su grado de pertenencia. Para un conjunto difuso $A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\}$, se tiene que el elemento x pertenece al conjunto A con un grado de pertenencia $\mu_A(x)$, que puede variar entre 0 y 1. Es decir, un conjunto difuso siempre se define en relación a la función de pertenencia. Ejemplos de conjuntos difusos pueden ser “*muy valioso*” y “*alto impacto*”, y obtener valores que indiquen que un elemento pertenece en un 25% al conjunto difuso “*muy valioso*” o un 80% al conjunto difuso “*alto impacto*”.
- Operaciones fundamentales entre conjuntos difusos (Lazzari *et al.*, 1998). Si se tienen dos conjuntos difusos, $A = \{x, \mu_A(x)\}$ y $B = \{x, \mu_B(x)\}$, se pueden definir las operaciones de (7).

$$\begin{aligned} \text{Unión: } A \cup B &= \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \\ \text{Intersección: } A \cap B &= \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \\ \text{Complemento: } A^C &= 1 - \mu_A(x) \end{aligned} \quad (7)$$

De esta manera, las reglas difusas son construidas por los usuarios del sistema y se basan en la opinión de expertos en la temática. En este sentido, un ejemplo de regla difusa podría ser de la siguiente forma: “*si llueve mucho y si hay mucha niebla y si está muy oscuro entonces la velocidad del automóvil debe ser muy baja*” (Lavalle y Curia, 2011). En este caso, los conjuntos difusos son: “*llueve mucho*”, “*mucha niebla*”, “*muy oscuro*”, “*velocidad muy baja*”. Los tres primeros conjuntos difusos podrían considerarse antecedentes y el último como consecuente. Los antecedentes están relacionados entre sí por operadores lógicos que implican una cierta operación entre los conjuntos difusos.

Para expresar el grado de verdad de una relación entre conjuntos difusos o el conocimiento que se tiene sobre estas relaciones se precisa, en general, más de una regla. El conjunto de todas las reglas utilizadas en un proceso de inferencia difusa se denomina base de reglas o base de conocimientos.

Las entradas fuzzificadas se introducen en el sistema de inferencia, que es básicamente un sistema de cálculo, y como resultado se obtiene un conjunto difuso de salida. Este sistema de inferencia opera en tres pasos (Chahuara, 2005):

a) Agregación de las variables de entrada. En este paso se opera sobre los antecedentes de las reglas aplicando los operadores difusos que conectan los conjuntos difusos del antecedente. Se obtiene un número para cada regla, que representa el resultado del antecedente para esa regla.

b) Composición o implicación difusa. Se aplica la función de pertenencia al número obtenido como resultado de la etapa anterior. Dado que la entrada al proceso es un número

concreto, esta función permite obtener como salida un conjunto difuso. Este procedimiento se aplica a cada regla que conforma la base de conocimiento.

c) Agregación del resultado. Es la combinación de los conjuntos difusos obtenidos en el paso anterior a partir de cada regla. El resultado es un único conjunto difuso obtenido, generalmente, aplicando los métodos analizados.

Un ejemplo de estructura del sistema de inferencia se representa en la Figura 2.3.1.1.2.2 para analizar la comprensión de un tema por parte de un estudiante.

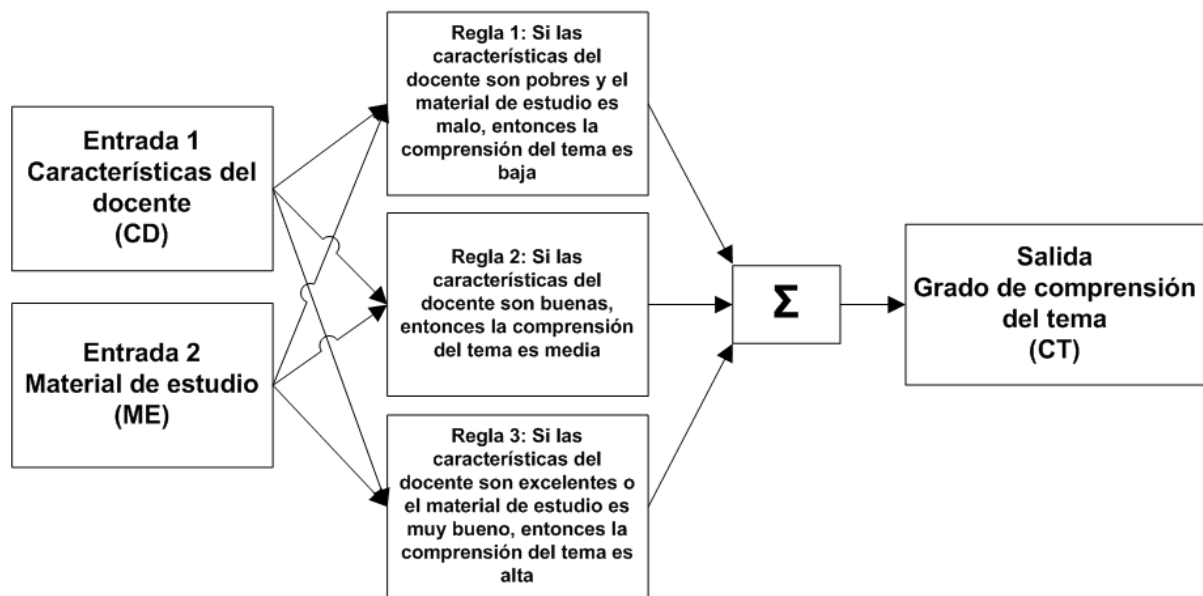


Figura 2.3.1.1.2.2. Sistema de inferencia difuso sobre la comprensión de un tema por parte de un estudiante.

Fuente: Jang y otros, (1997).

Una vez que las entradas han sido fuzzificadas, se debe recurrir al antecedente de cada regla difusa y se aplica el operador difuso que permita combinar las partes del antecedente. En este sentido, el operador borroso permite obtener un número para la regla correspondiente, que representa el resultado del antecedente para esa regla. De esta manera, los operadores comúnmente utilizados en esta etapa son \wedge (AND) y \vee (OR), pero se pueden definir otros operadores.

En el ejemplo anterior, se está considerando que el antecedente de la tercera regla tiene dos partes que se deben combinar mediante el operador \vee : las características del docente son excelentes o el material de estudio es muy bueno. Este operador simplemente selecciona el máximo de los dos valores que han sido fuzzificados de acuerdo a las funciones de pertenencia. En el ejemplo, aplicando el proceso de inferencia para la tercera regla difusa, $\max(0; 0.7) = 0.7$; la salida después de aplicar el operador difuso para esta regla es 0.7 , como se muestra en la Figura 2.3.1.1.2.2, y este procedimiento deberá extenderse para cada una de las reglas de la base de conocimiento.

La entrada para el proceso de implicación difusa es un solo número dado por el antecedente, y la salida es un conjunto borroso. La implicación se realiza para cada regla del sistema de conocimiento. El valor proveniente del antecedente trunca el conjunto difuso del consecuente y el resultado es un conjunto difuso. En el ejemplo anterior, para determinar el conjunto difuso resultante se aplica el operador Y , que de acuerdo a la regla permite inferir sobre el conjunto difuso del consecuente “*conocimiento del tema muy bueno*”. Por lo tanto, el resultado del método de implicación para la tercera regla es el conjunto difuso truncado que se representa en la Figura 2.3.1.1.2.3.

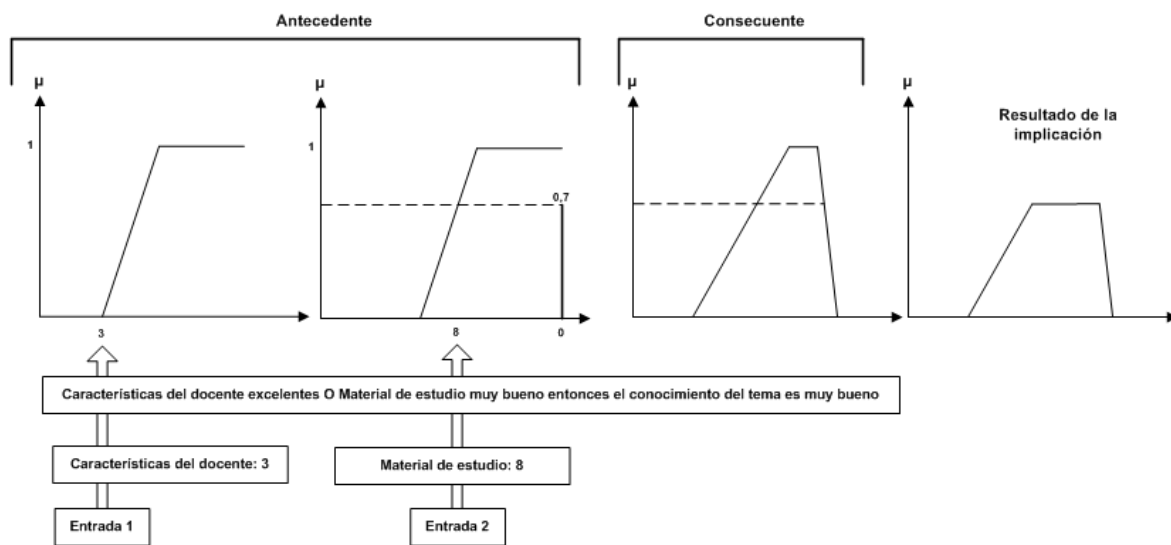


Figura 2.3.1.1.2.3. Proceso de obtención del conjunto difuso para la tercera regla difusa.

De esta manera, el procedimiento de inferencia se basa en la comprobación de todas las reglas de la base conocimientos que conforman el sistema de inferencia difuso. Por lo tanto, dado que para cada regla se estableció un conjunto difuso resultante, ahora se combinan estos resultados para tomar una decisión. El procedimiento de agregación consiste simplemente en combinar los conjuntos difusos truncados provenientes de la aplicación de cada regla para obtener un único conjunto difuso de salida.

Un método comúnmente utilizado para aplicar el procedimiento de agregación es el del máximo, que se ilustra en la Figura 2.3.1.1.2.4. La columna de la derecha muestra los tres conjuntos que provienen de aplicar las tres reglas, mientras que el último conjunto representa el resultante de aplicar la agregación de los tres conjuntos anteriores. Así pues, el procedimiento consiste en determinar el máximo valor correspondiente a cada uno de los tres conjuntos para cada elemento del intervalo analizado y por esa razón resulta un conjunto truncado.

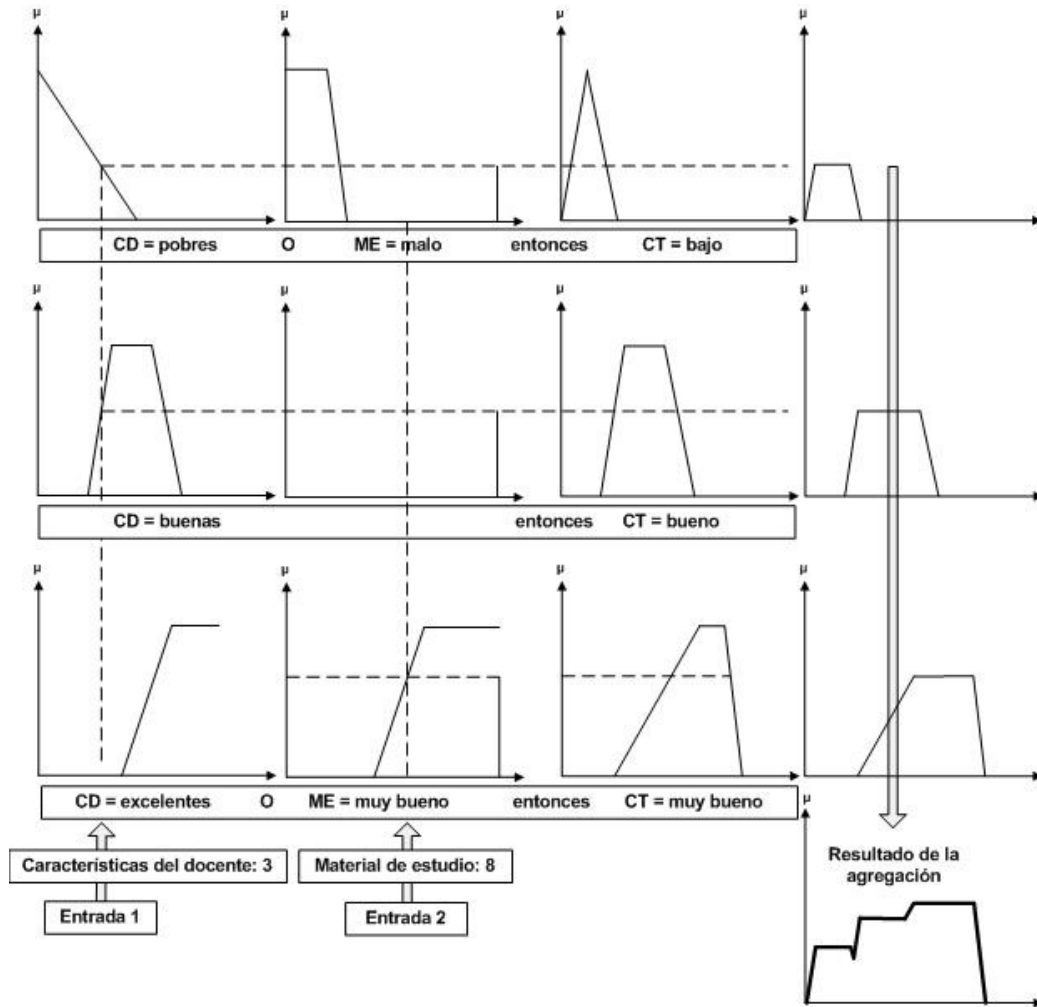


Figura 2.3.1.1.2.4. Conjunto difuso de salida resultante de la agregación.

2.3.1.1.3. Defuzzificación

La defuzzificación es definida como un mapeo de un conjunto difuso \hat{B} en $V \subset \mathcal{R}$ (que es la salida de la inferencia difusa) a un elemento de un conjunto clásico $y_q^{crisp} = y^* \in V$. Conceptualmente, la tarea de defuzzificar es especificar un punto, elemento de V , que refleje la mejor representación del conjunto difuso \hat{B} . Actualmente, no existe un algoritmo óptimo para la defuzzificación, sin embargo, algunos métodos de defuzzificación son prácticos. La obtención de la salida del sistema puede realizarse mediante diferentes métodos, por ejemplo, la media ponderada, el centro de masa, el centro de área, etc. A continuación se detallan las dos técnicas más utilizadas para la defuzzificación (Lee, 1990; Sugeno, 1985).

- El defuzzificador centro de gravedad o centroide (Faratin *et al.*, 1998; Ross, 1995). Especifica la salida y^* como el centro del área cubierta por la función de pertenencia del conjunto difuso B , que viene dada por la fórmula (8).

$$y^* = y_q^{crisp} = \frac{\sum_{i=1}^R b_i^q \prod_{y_q} \mu_{B_q^i}(y_q) dy_q}{\sum_{i=1}^R \prod_{y_q} (y_q) dy_q}; \text{ para el caso discreto} \quad (8)$$

$$y^* = y_q^{crisp} = \frac{\int b_i^q \prod_{y_q} \mu_{B_q^i}(y_q) dy_q}{\int \prod_{y_q} (y_q) dy_q}; \text{ para el caso continuo}$$

donde R es el número de reglas difusas, b_i^q es el centro del área de la función de pertenencia de B_q^P asociado con el conjunto difuso implicado \hat{B}_q^i para i -ésima regla² $(j, k, \dots, l; p, q)_i$, y la fórmula (9) denota el área bajo $\mu_{B_q^i}(y_q)$.

$$\prod_{y_q} \mu_{B_q^i}(y_q) dy_q \quad (9)$$

En este sentido, el sistema difuso debe ser definido como las expresiones que se muestran en (10).

$$\sum_{i=1}^R \prod_{y_q} \mu_{B_q^i}(y_q) dy_q \neq 0; \text{ para el caso discreto} \quad (10)$$

$$\int \prod_{y_q} \mu_{B_q^i}(y_q) dy_q \neq 0; \text{ para el caso continuo}$$

para toda u_i , o la salida y_q^{crisp} , no será definida apropiadamente. Este valor no debe ser cero si existe una regla seleccionada para cada posible combinación de las entradas del sistema difuso y si todo el conjunto difuso de las consecuencias tiene área distinta de cero.

Por último, con el fin de simplificar el valor determinista del defuzzificador centro de gravedad, en la expresión (11) se muestra la fórmula de la salida y^* de todas las funciones de y_i con el correspondiente peso w_i (Kiska *et al.*, 1985).

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^R w_i y_i}{\sum_{i=1}^R w_i}; \text{ para el caso discreto}$$

² Se usará $(j, k, \dots, l; p, q)_i = R^i$ para denotar la i -ésima regla difusa.

(11)

$$y^* = \frac{\int_{i=1}^R w_i y_i dy_i}{\int_{i=1}^R w_i dy_i}; \text{ para el caso continuo}$$

- Defuzzificador centro promedio (Faratin *et al.*, 1998). Determina la salida y_q^{crisp} usando los centros de cada salida de las funciones de pertenencia. El valor óptimo o máximo de cada conclusión es representada mediante el conjunto difuso implicado en las fórmulas que se establecen en (12).

$$y_q^{crisp} = \frac{\sum_{i=1}^R b_i^q \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\}}{\sum_{i=1}^R \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\}}; \text{ para el caso discreto}$$

(12)

$$y_q^{crisp} = \frac{\int_{i=1}^R b_i^q \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\} dy_q}{\int_{i=1}^R \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\} dy_q}; \text{ para el caso continuo}$$

donde el término “sup” denota el supremo ($\sup_x \{ \mu(x) \}$) y es el valor más alto de $\mu(x)$. De esta manera, b_i^q es el centro del área de la función de pertenencia de B_q^P asociado con el conjunto de implicación difusa B_q^i para la i -ésima regla ($j, k, \dots, l; p, q$) _{i} . Así pues, el sistema difuso puede ser definido mediante las expresiones de (13).

$$\sum_{i=1}^R b_i^q \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\} \neq 0; \text{ para el caso discreto}$$

(13)

$$\int_{i=1}^R b_i^q \sup_{y_q} \left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\} dy_q \neq 0; \text{ para el caso continuo}$$

para toda u_i , en donde el término $\left\{ \mu_{B_q^i} \left(y_q \right) \right\}$ es regularmente fácil de calcular si $\mu_{B_q^i} \left(y_q \right) = 1$ para, al menos un y_q . Así pues, para varias estrategias de inferencias se pueden utilizar los cálculos correspondientes para la i -ésima regla ($j, k, \dots, l; p, q$) _{i} ,

quedando el conjunto difuso de implicaciones \hat{B}_q^i definido con la función de pertenencia (14).

$$\mu_{\hat{B}_q^i}(y_q) = \mu_i(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \cdot \mu_{B_q^p}(y_q) \quad (14)$$

De esta manera, el supremo quedaría como la expresión (15).

$$\sup_{y_q} \left\{ \mu_{\hat{B}_q^i}(y_q) \right\} = \mu_i(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) \quad (15)$$

Por lo tanto, la ecuación para la defuzzificación centro promedio se representaría como las expresiones que se muestran en (16).

$$y_q^{crisp} = \frac{\sum_{i=1}^R b_i^q \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n)}{\sum_{i=1}^R \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n)} ; \text{ para el caso discreto} \quad (16)$$

$$y_q^{crisp} = \frac{\int_{i=1}^R b_i^q \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n) dy_q}{\int_{i=1}^R \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n) dy_q} ; \text{ para el caso continuo}$$

donde se debe asegurar que $\sum_{i=1}^R \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n) \neq 0$; para el caso discreto y

$\int_{i=1}^R \mu_i(u_1, u_2, \dots, u_n) dy_q$; para el caso continuo, para toda u_i .

De esta manera, después de aplicar el sistema de inferencia difuso se obtiene un conjunto borroso que, a través del proceso de defuzzificación, se transforma en el valor concreto que se está buscando. Es decir, la entrada al procedimiento de defuzzificación es un conjunto difuso y la salida es un número.

Para el ejemplo citado anteriormente (Lavalle y Curia, 2011), se utilizó el método del centro de gravedad, que consiste en calcular el centro de masa del conjunto difuso de salida y tomar como valor defuzzificado la abscisa de dicho punto. La Figura 2.3.1.1.3.1 muestra el conjunto difuso de salida correspondiente a los valores de entrada que componen el par (3,8), y el valor concreto de salida 56,4. A partir de este valor se puede concluir que la comprensión del alumno del tema desarrollado por el docente a partir de las características didácticas del profesorado y el material de estudio tiene un valor de 56,4%.

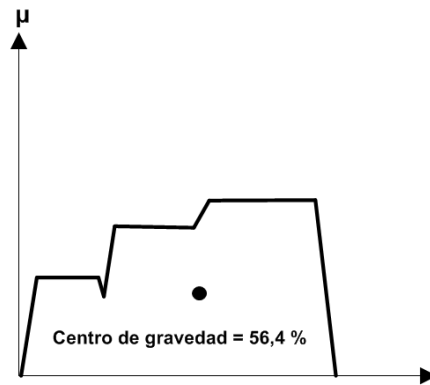


Figura 2.3.1.1.3.1. Resultado de la defuzzificación.

2.3.1.2. Tipos de sistemas difusos

En este apartado se tratarán los controladores difusos de tipo *Mamdani* y *Sugeno*. Estos controladores han sido utilizados exitosamente en una gran variedad de aplicaciones en el control difuso. En este sentido, el objetivo del controlador difuso Mamdani es representar un exitoso operador humano y, sin embargo, el controlador difuso de tipo Sugeno sugiere ser más eficiente en cálculos y en métodos de adaptación learning.

2.3.1.2.1. Mamdani

La construcción de un sistema difuso tipo Mamdani (Semerci, 2004; Rutkowski, 2004; Zadeh, 1965) debe estar basada en una serie de reglas difusas descritas por (17).

$$\begin{aligned}
 R^1: & \text{ IF } u_1 \text{ es } A_1^j \text{ y } u_2 \text{ es } A_2^k \text{ y, } \dots \text{ , y } u_n \text{ es } A_n^l \text{ THEN } y_1 \text{ es } B_1^r \\
 R^j: & \text{ IF } u_1 \text{ es } A_1^j \text{ y } u_2 \text{ es } A_2^k \text{ y, } \dots \text{ , y } u_n \text{ es } A_n^l \text{ THEN } y_j \text{ es } B_j^s \\
 R^m: & \text{ IF } u_1 \text{ es } A_1^j \text{ y } u_2 \text{ es } A_2^k \text{ y, } \dots \text{ , y } u_n \text{ es } A_n^l \text{ THEN } y_m \text{ es } B_m^t
 \end{aligned} \tag{17}$$

donde $A_1^j, A_2^k, \dots, A_n^l$ y B_j^s para R^j , representan los valores lingüísticos correspondientes (Passino y Yurkovich, 1998).

Si la entrada al sistema difuso es dado por $u_i = x_i^*$, entonces, haciendo uso del fuzzificador singleton de (1), se tiene la expresión (18).

$$(u_i \text{ es } A_i^j) \rightarrow \mu_{A_i^j}(x_i^*) \tag{18}$$

donde A_i^j denota el valor lingüístico correspondiente a la i -ésima entrada de la j -ésima regla difusa R^j correspondiente a la base de reglas difusas descritas por (17). Al hacer uso de la ecuación $u_i = x_i^*$, la j -ésima regla difusa de la base de reglas es representada por la expresión (19).

$$R^j: \text{ IF } x_1^* \text{ es } A_1^j \text{ y } x_2^* \text{ es } A_2^k \text{ y, } \dots \text{ , y } x_n^* \text{ es } A_n^l \text{ THEN } y_j \text{ es } B_j^s \tag{19}$$

donde la operación difusa de la j -ésima regla (19) es definida por (20).

$$\prod_i^n \mu_{A_i^j}(x_i^*) \tag{20}$$

El motor de inferencia difusa que utiliza esta base de reglas difusas es el mecanismo de inferencia del producto o implicación de Mamdani. Por tanto, para la j -ésima regla se tiene la ecuación (21).

$$\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \mu_{B_j}^{\wedge}(y) \quad (21)$$

y la l -regla p se obtiene mediante el operador “OR”, como se muestra en la expresión (22).

$$\mu_p = \max_{i=1}^M \left[\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \mu_{B_{j=l}}^{\wedge}(y) \right] \quad (22)$$

donde el índice M representa el número de reglas (16) y \hat{B}_j^s denota el valor lingüístico correspondiente a la salida y_j de la j -ésima regla difusa R^j , con $j = l$ (Mamdani y Asslian, 1975a).

El método de defuzzificación puede ser obtenido suponiendo que \bar{y}_j es centro de \hat{B}_j . Por tanto, la altura de la l -regla del conjunto difuso quedaría como la expresión (23).

$$\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \mu_{B_j}^{\wedge}(\bar{y}_j) \quad (23)$$

y $\mu_{B_j}^{\wedge}(\bar{y}_j) = 1$ es un conjunto difuso normalizado. En este sentido, sustituyendo este conjunto en (19), se obtiene las fórmulas del centro promedio de (24).

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{y}_j \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \right)}{\sum_{j=1}^m \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \right)} ; \text{ para el caso discreto} \quad (24)$$

$$y^* = \frac{\int_{i=1}^R \bar{y}_j \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \right) dy}{\int_{i=1}^R \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i^*) \right) dy} ; \text{ para el caso continuo}$$

Por todo ello, los sistemas difusos con base de reglas difusas y mecanismos de inferencia tipo producto, con fuzzificador singleton y defuzzificador centro promedio, poseen el mapeo no lineal, como muestran las fórmulas de la expresión (25).

$$y^{crisp} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{y}_j \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i) \right)}{\sum_{j=1}^m \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i) \right)}; \text{ para el caso discreto}$$

$$y^{crisp} = \frac{\int_{i=1}^R \bar{y}_j \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i) \right) dy}{\int_{i=1}^R \left(\prod_i^n \mu_{A_i'}(x_i) \right) dy}; \text{ para el caso continuo}$$
(25)

2.3.1.2.2. Takagi-Sugeno

El modelo difuso de Takagi-Sugeno (o modelo TKS) formaliza un método sistemático para generar reglas difusas a partir de un conjunto de datos de entradas y salidas (Ying, 1997; Sugeno, 1992; Takagi y Sugeno, 1985). Una expresión de regla difusa usual en este modelo tiene la forma (26).

$$\text{If } x \text{ es } A \text{ e } y \text{ es } B \text{ then } z = f(x,y) \quad (26)$$

donde A y B son conjuntos difusos en el antecedente, mientras $z = f(x, y)$ es una función clásica en la consecuencia. Usualmente $f(x, y)$ es un polinomio en las variables de entrada x e y , pero este puede ser cualquier función mientras pueda describir apropiadamente la salida del modelo dentro de la región difusa especificada por la regla de antecedentes. En este sentido, si $f(x, y)$ es un polinomio de primer orden, el sistema resultante de inferencia difusa es llamado modelo difuso de Sugeno de primer orden. De esta manera, si f es una constante, entonces se tiene un modelo difuso de Sugeno de orden cero, el cual puede ser visto como un caso especial de la regla de inferencia difusa de Mamdani, en la cual cada regla es especificada por un singleton (o una consecuencia pre-defuzzificadora), o un caso especial del modelo Tsukamoto. Sin embargo, un modelo de Sugeno de orden cero es equivalente a una red de funciones básica radiales.

Un caso especial del modelo difuso lingüístico se obtiene cuando la consecuencia, el conjunto difuso B_i , es formado por conjuntos difusos de singleton. Estos sistemas se representan simplemente como números reales b_i , obteniéndose las reglas (27).

$$R_i : \text{IF } x \text{ es } A_i \text{ THEN } y = b_i, i = 1, 2, \dots, K. \quad (27)$$

Este modelo singleton es un método simplificado de inferencia-defuzzificación y se utiliza generalmente con las expresiones de (28).

$$y = \frac{\sum_{i=1}^K \beta_i b_i}{\sum_{i=1}^K \beta_i}; \text{ para el caso discreto}$$
(28)

$$y = \frac{\int_{i=1}^K \beta_i b_i dy}{\int_{i=1}^K \beta_i dy} ; \text{ para el caso continuo}$$

Este método de defuzzificación se llama el medio difuso “*fuzzy mean*”. El modelo difuso del singleton pertenece a una clase general de las funciones aproximadoras, llamadas la extensión de las funciones básicas (Friedman, 1991), y toma la expresión (29).

$$y = \sum_{i=1}^K \phi(x) b_i ; \text{ para el caso discreto}$$

$$y = \int_{i=1}^K \phi(x) b_i dy ; \text{ para el caso continuo}$$
(29)

La mayoría de las estructuras usadas en la identificación de sistemas no lineales, tales como las redes neuronales artificiales, las redes neuronales de funciones básicas radiales (Ferrari *et al.*, 2004), o tiras (splines), pertenecen a esta clase de sistemas.

Por último, se ha evidenciado que el sistema de inferencia difusa es una de las herramientas de modelado más importantes del control difuso debido a que su estructura se basa estrictamente en la teoría de la lógica difusa. Por otra parte, los sistemas de inferencia difusa definidos en este apartado, basados en alguno de los métodos propuestos, dan la posibilidad de representar conceptualmente el mejor mapeo no lineal de salida de un sistema difuso con el objetivo de simular el conocimiento de un experto en la valoración cualitativa y cuantitativa de los MOOCs.

2.3.2. Sistemas basados en Reglas Difusas

En la vida cotidiana se encuentran muchas situaciones complejas gobernadas por reglas deterministas: sistemas de control de tráfico, sistemas de seguridad, transacciones bancarias, etc. Los sistemas basados en reglas son una herramienta eficiente para tratar estos problemas. Las reglas deterministas constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en sistemas expertos. En este sentido, la base de conocimiento contiene el conjunto de reglas que definen el problema y el motor de inferencia obtiene las conclusiones aplicando la lógica clásica a estas reglas.

En este apartado se presenta los conceptos básicos que forman parte de los sistemas expertos basados en reglas y se particulariza en los sistemas basados en reglas difusas. También se pretende describir la base de conocimiento de los sistemas expertos basados en reglas. Seguidamente, se muestra el modo de operar del motor de inferencia, de cómo trabaja el subsistema de control de la coherencia y cómo se explican las conclusiones sacadas por el motor de inferencia. De esta manera, se obtendrá una metodología englobada en este marco teórico que valore cualitativamente la calidad MOOCs mediante un sistema basado en reglas.

2.3.2.1. La base de conocimiento

En los sistemas basados en reglas intervienen dos elementos importantes: la base de conocimiento y los datos. Los datos están formados por la evidencia o los hechos conocidos en una situación particular. Este elemento es dinámico, es decir, puede cambiar de una aplicación a otra. Por esta razón, no es de naturaleza permanente y se almacena en la memoria de trabajo.

En situaciones deterministas, las relaciones entre un conjunto de objetos pueden ser representadas mediante un conjunto de reglas. El conocimiento se almacena en la base de conocimiento y consiste en un conjunto de objetos y un conjunto de reglas que gobiernan las relaciones entre esos objetos. La información almacenada en la base de conocimiento es de naturaleza permanente y estática, es decir, no cambia de una aplicación a otra, a menos que se incorporen al sistema experto elementos de aprendizaje.

De esta manera, una regla es una afirmación lógica que relaciona dos o más objetos e incluye dos partes, la premisa y la conclusión. Cada una de estas partes consiste en una expresión lógica con una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante los operadores lógicos *y*, *o*, o *no*. Se escribe normalmente como “*If premisa, then conclusión*”.

En general, ambas, la premisa y la conclusión de una regla, pueden contener afirmaciones múltiples objeto-valor. Una expresión lógica que contiene solo una afirmación objeto-valor se denomina expresión lógica simple; en caso contrario, expresión lógica compuesta (Castillo *et al.*, 1997).

En base a lo anterior, un ejemplo de problema determinista puede ser formulado usando un conjunto de reglas. Así pues, se considera una situación en la que un usuario o cliente desea sacar dinero de su cuenta corriente mediante un cajero automático (CA). En cuanto el

usuario introduce la tarjeta en el CA, la máquina la lee y la verifica. Si la tarjeta no es verificada con éxito (por ejemplo, porque no es legible), el CA devuelve la tarjeta al usuario con el mensaje de error correspondiente. En otro caso, el CA pide al usuario su número de identificación personal (NIP). Si el número fuese incorrecto, se dan tres oportunidades de corregirlo. Si el NIP es correcto, el CA pregunta al usuario cuánto dinero desea sacar. Para que el pago se autorice, la cantidad solicitada no debe exceder de una cierta cantidad límite diaria, además de haber suficiente dinero en la cuenta del cliente.

En este caso se tienen siete objetos, y cada objeto puede tomar uno y solo un valor de entre sus posibles valores. La Tabla 2.3.2.1.1 muestra estos objetos y sus posibles valores. La Figura 2.3.2.1.1 muestra siete reglas que gobiernan la estrategia que el CA debe seguir cuando un usuario intenta sacar dinero de su cuenta. En la Regla 1, por ejemplo, la premisa consiste en seis afirmaciones objeto-valor conectadas mediante el operador lógico y, lo que indica que la premisa es cierta si las seis afirmaciones lo son. Por ello, la Regla 1 relaciona el objeto Pago (en la conclusión) con los demás objetos. Según la Regla 1, la acción que debe iniciar el CA es dar el dinero al usuario si la tarjeta se ha verificado correctamente, la fecha no ha expirado, el NIP es correcto, el número de intentos para dar el NIP correcto no se ha excedido y la cantidad solicitada no excede ni la cantidad disponible ni el límite máximo diario (Castillo *et al.*, 1997).

Tabla 2.3.2.1.1. Objetos y posibles valores para el empleo de un cajero automático.

Fuente: Castillo y otros, (1997).

Objeto	Conjunto de posibles valores
Tarjeta	{verificada, no verificada}
Fecha	{expirada, no expirada}
NIP	{correcto, incorrecto}
Intentos	{excedidos, no excedidos}
Balance	{suficiente, insuficiente}
Límite	{excedido, no excedido}
Pago	{autorizado, no autorizado}

Las expresiones lógicas en cada una de las restantes reglas de la Figura 2.3.2.1.1 constan de una sola afirmación. Así pues, la Regla 1 indica cuándo debe permitirse el pago, y las restantes cuándo debe rechazarse.

Algunos sistemas imponen ciertas restricciones a las reglas, como por ejemplo: no permitir en la premisa el operador lógico o, y limitar las conclusiones a expresiones lógicas simples. En este sentido, hay buenas razones para imponer estas restricciones. En primer lugar, las reglas que satisfacen estas restricciones son fáciles de tratar a la hora de realizar alguna aplicación de ordenador. Y por otro lado, las dos restricciones anteriores no dan lugar a una pérdida de generalidad, puesto que reglas mucho más generales pueden ser reemplazadas por conjuntos de reglas de esta forma. A esto se le llama sustitución de reglas. Por tanto, el conjunto de reglas especificado inicialmente por el experto humano puede

requerir una sustitución posterior por un conjunto de reglas equivalente para satisfacer estas restricciones (Clancey, 1983).

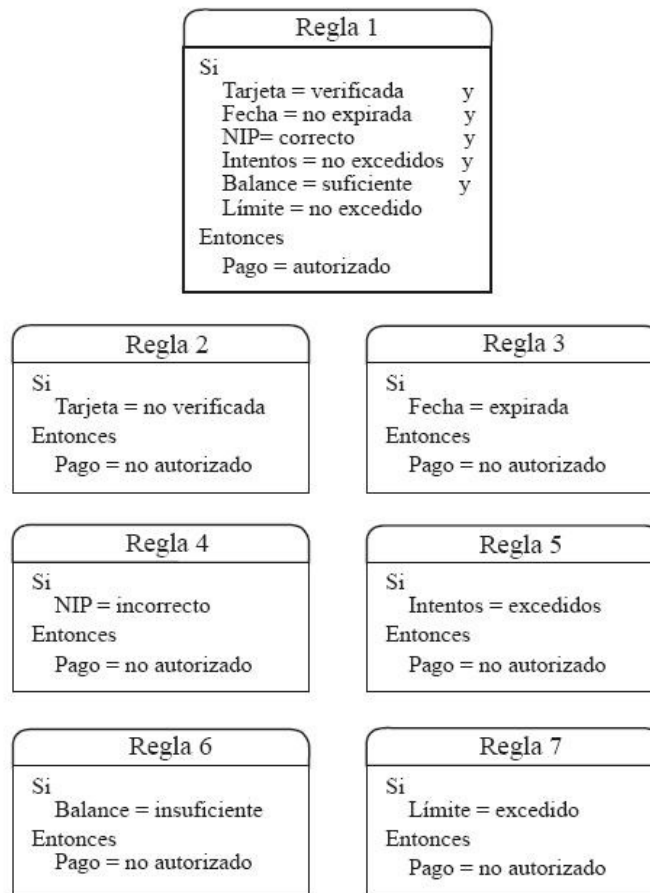


Figura 2.3.2.1.1. Ejemplos de reglas para sacar dinero de un cajero automático.

Fuente: Castillo y otros, (1997).

En la Tabla 2.3.2.1.2 se muestran ejemplos de sustitución de reglas. De esta manera, cada regla de la primera columna puede ser sustituida por el correspondiente conjunto de reglas de la segunda columna y que todas las reglas de ésta satisfacen las condiciones anteriores. Por ejemplo, la primera regla compuesta de la Tabla expresa *Regla 1: IF A o B, THEN C*, puede ser reemplazada por las dos reglas simples *Regla 1a: IF A, THEN C* y *Regla 1b: IF B, THEN C* (Castillo *et al.*, 1997).

Tabla 2.3.2.1.2. Ejemplos de sustitución de reglas: Las reglas en la primera columna son equivalentes a las reglas de la segunda columna. En los seis primeros ejemplos las sustituciones se aplican a la premisa y en los cuatro últimos, a la conclusión.

Fuente: Cohen y Feigenbaum, (1982).

Regla	Reglas Equivalentes
Si A o B , entonces C	Si A , entonces C Si B , entonces C
Si \overline{A} o \overline{B} , entonces C	Si \overline{A} y B , entonces C
Si \overline{A} y \overline{B} , entonces C	Si \overline{A} , entonces C Si \overline{B} , entonces C
Si $(A$ o $B)$ y C , entonces D	Si A y C , entonces D Si B y C , entonces D
Si $\overline{(A$ o $B)}$ y C , entonces D	Si \overline{A} y \overline{B} y C , entonces D
Si \overline{A} y \overline{B} y C , entonces D	Si \overline{A} y C , entonces D Si \overline{B} y C , entonces D
Si A , entonces B y C	Si A , entonces B Si A , entonces C
Si A , entonces B o C	Si A y B , entonces C Si A y \overline{C} , entonces B
Si A , entonces \overline{B} y \overline{C}	Si A y B , entonces \overline{C} Si A y C , entonces \overline{B}
Si A , entonces \overline{B} o \overline{C}	Si A , entonces \overline{B} Si A , entonces \overline{C}

2.3.2.2. El motor de inferencia

El motor de inferencia usa los datos (hechos y evidencias) y el conocimiento (conjunto de reglas almacenado en la base de conocimiento) para obtener nuevas conclusiones o hechos. En este sentido, si la premisa de una regla es cierta, entonces la conclusión de la regla debe ser también cierta. Los datos iniciales se incrementan incorporando las nuevas conclusiones. Por ello, tanto los hechos iniciales o datos de partida como las conclusiones derivadas de ellos forman parte de los hechos o datos de que se dispone en un instante dado.

Las conclusiones pueden clasificarse en dos tipos: simples y compuestas. Las conclusiones simples son las que resultan de una regla simple y las compuestas son las que resultan de más de una regla. Para obtener conclusiones, los expertos utilizan diferentes tipos de reglas y estrategias de inferencia y control, como son las reglas de inferencia *Modus Ponens*, *Modus Tollens* y *Resolución*, y las estrategias de inferencia *Encadenamiento de reglas*, *Encadenamiento de reglas orientado a un objetivo* y *Compilación de reglas*, que son utilizadas por el motor de inferencia para obtener conclusiones simples y compuestas. Las dos primeras reglas de inferencia se usan para obtener conclusiones simples y el resto de reglas y estrategias para obtener conclusiones compuestas (Castillo *et al.*, 1997).

Sin embargo, ninguna de las estrategias anteriores, si se implementan solas, conduce a todas las conclusiones posibles. Por ello, deben implementarse varias reglas y estrategias en el sistema experto para que el motor de inferencia sea capaz de obtener tantas conclusiones como sea posible.

1. Modus Ponens y Modus Tollens

El Modus Ponens es quizás la regla de inferencia más comúnmente utilizada. Se usa para obtener conclusiones simples. En ella se examina la premisa de la regla, y si es cierta, la conclusión pasa a formar parte del conocimiento. En este sentido, si se tiene la regla “*If A es cierto, then B es cierto*” y se sabe además que “*A es cierto*”, la regla Modus Ponens concluye que “*B es cierto*”. Esta regla de inferencia es la base de un gran número de sistemas expertos (Cormen *et al.*, 1990).

La regla de inferencia Modus Tollens se utiliza también para obtener conclusiones simples. En este caso, se examina la conclusión y si es falsa, se concluye que la premisa también es falsa. Así pues, si se tiene la regla, “*If A es cierto, then B es cierto*” pero se sabe que “*B es falso*”, con la regla Modus Ponens no se puede obtener ninguna conclusión, pero sí se puede concluir que “*A es falso*”. La regla Modus Tollens es menos utilizada que la Modus Ponens. Por ello, la regla Modus Ponens se mueve hacia adelante, es decir, de la premisa a la conclusión de una regla, mientras que la regla Modus Tollens se mueve hacia atrás, es decir, de la conclusión a la premisa. Las dos reglas de inferencia no deben ser vistas como alternativas sino como complementarias.

La regla Modus Ponens necesita información de los objetos de la premisa para concluir, mientras que la regla Modus Tollens necesita información sobre los objetos de la conclusión. De hecho, para un motor de inferencia que solamente utiliza Modus Ponens, la incorporación de la regla de inferencia Modus Tollens puede ser considerada como una expansión de la base de conocimiento mediante la adición de reglas (Castillo *et al.*, 1997).

2. El Mecanismo de Resolución

Las reglas de inferencia Modus Ponens y Modus Tollens pueden ser utilizadas para obtener conclusiones simples. Por otra parte, las conclusiones compuestas, que se basan en dos o más reglas, se obtienen usando el llamado mecanismo de resolución. Esta regla de inferencia consiste en las etapas siguientes (García y Chien, 1991):

1. Las Reglas son sustituidas por expresiones lógicas equivalentes.
2. Estas expresiones lógicas se combinan en otra expresión lógica.
3. Esta última expresión se utiliza para obtener la conclusión.

Estas etapas involucran conceptos tales como la combinación y simplificación de expresiones lógicas.

3. Encadenamiento de Reglas

Otra de las estrategias de inferencia más utilizadas para obtener conclusiones compuestas es el llamado encadenamiento de reglas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende, por una parte, de los hechos conocidos, y, por otra, de las reglas que se activan. La estrategia de encadenamiento de reglas se da en el algoritmo siguiente (Hayes-Roth, 1985):

1. Datos. Una base de conocimiento (objetos y reglas) y algunos hechos iniciales.
2. Resultado. El conjunto de hechos derivados lógicamente de ellos.
 - 2.1. Asignar a los objetos sus valores conocidos tales como los dan los hechos conocidos o la evidencia.
 - 2.2. Ejecutar cada regla de la base de conocimiento y concluir nuevos hechos, si es posible.
 - 2.3. Repetir la Etapa 2.2 hasta que no puedan ser obtenidos nuevos hechos.

Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no pueden obtenerse nuevos hechos. Las relaciones entre los objetos implicados pueden representarse gráficamente, como se ilustra en la Figura 2.3.2.2.1, donde cada objeto se representa por un nodo. Las aristas representan la conexión entre los objetos de la premisa de la regla y el objeto de su conclusión. De esta manera, se puede apreciar que las premisas de algunas reglas coinciden con las conclusiones de otras reglas.

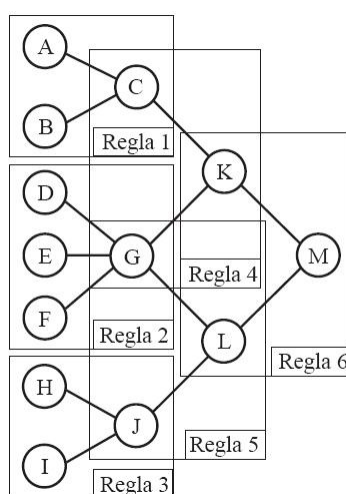


Figura 2.3.2.2.1. Una representación gráfica de las relaciones entre seis reglas.

Fuente: Castillo y otros, (1997).

Así pues, se evidencia que la estrategia de Encadenamiento de Reglas diferencia claramente entre la memoria de trabajo y la base de conocimiento. La memoria de trabajo contiene datos que surgen durante el periodo de consulta. Las premisas de las reglas se comparan con los contenidos de la memoria de trabajo y cuando se obtienen nuevas conclusiones son pasadas también a la memoria de trabajo.

4. Encadenamiento de Reglas Orientado a un Objetivo

El algoritmo de Encadenamiento de Reglas Orientado a un Objetivo requiere del usuario seleccionar, en primer lugar, una variable o nodo objetivo; entonces el algoritmo se orienta a través de las reglas en búsqueda de una conclusión para el nodo objetivo (Hayes-Roth, 1985). Si no se obtiene ninguna conclusión con la información existente, entonces el algoritmo fuerza a requerirle al usuario una nueva información sobre los elementos que son relevantes para obtener información sobre el objetivo. El algoritmo registra los siguientes pasos (Castillo *et al.*, 1997):

1. Datos. Una base de conocimiento (objetos y reglas), algunos hechos iniciales, y un nodo o variable objetivo.
2. Resultado. El valor del nodo o variable objetivo.
 - 2.1. Asigna a los objetos sus valores conocidos tales como están dados en los hechos de partida, si es que existe alguno. Marcar todos los objetos cuyo valor ha sido asignado. Si el nodo objetivo está marcado, ir a la Etapa 2.7; en otro caso:
 - (a) Designar como objetivo inicial el objetivo en curso.
 - (b) Marcar el objetivo en curso.
 - (c) Sea *Objetivos Previos* = \varnothing , donde \varnothing es el conjunto vacío.
 - (d) Designar todas las reglas como activas (ejecutables).
 - (e) Ir a la Etapa 2.2.
 - 2.2. Encontrar una regla activa que incluya el objetivo en curso y ninguno de los objetos en *Objetivos Previos*. Si se encuentra una regla, ir a la Etapa 2.3; en otro caso, ir a la Etapa 2.5.
 - 2.3. Ejecutar la regla referente al objetivo en curso. Si concluye, asignar el valor concluido al objetivo en curso, e ir a la Etapa 2.6; en otro caso, ir a la Etapa 2.4.
 - 2.4. Si todos los objetos de la regla están marcados, declarar la regla como inactiva e ir a la Etapa 2.2; en otro caso:
 - (a) Añadir el objetivo en curso a *Objetivos Previos*.
 - (b) Designar uno de los objetos no marcados en la regla como el objetivo en curso.
 - (c) Marcar el objetivo en curso.

(d) Ir a la Etapa 2.2.

2.5. Si el objetivo en curso es el mismo que el objetivo inicial, ir a la Etapa 2.7; en otro caso, preguntar al usuario por el valor del objetivo en curso. Si no se da un valor, ir a la Etapa 2.6; en otro caso asignar al objeto el valor dado e ir a la Etapa 2.6.

2.6. Si el objetivo en curso es el mismo que el objetivo inicial, ir a la Etapa 2.7; en otro caso, designar el objetivo previo como objetivo en curso, eliminarlo de *Objetivos Previos*, e ir a la Etapa 2.2.

2.7. Devolver el valor del objetivo en curso si es conocido.

5. *Compilación de reglas*

La Compilación de Reglas es una técnica que consiste en comenzar con un conjunto de datos (información) y tratar de alcanzar algunos objetivos. Cuando ambos se han determinado previamente, las reglas pueden ser compiladas, es decir, pueden escribirse los objetivos en función de los datos para obtener las ecuaciones objetivo (Pedersen, 1989).

6. *Control de la Coherencia, de Reglas y de Hechos*

No obstante, en situaciones complejas se pueden dar informaciones inconsistentes, como por ejemplo, reglas inconsistentes y/o combinaciones de hechos no factibles. Por ello, es muy importante controlar la coherencia del conocimiento tanto durante la construcción de la base de conocimiento como durante los procesos de adquisición de datos y razonamiento. Si la base de conocimiento contiene información inconsistente (por ejemplo, reglas y/o hechos), es muy probable que el sistema experto se comporte de forma poco satisfactoria y obtenga conclusiones absurdas (Hayes-Roth, 1985). El objetivo del control de la coherencia consiste en (Castillo *et al.*, 1997):

1. Ayudar al usuario a no dar hechos inconsistentes, por ejemplo, dándole al usuario las restricciones que debe satisfacer la información demandada.

2. Evitar que entre en la base de conocimiento cualquier tipo de conocimiento inconsistente o contradictorio.

El control de la coherencia debe hacerse controlando la coherencia de las reglas y los hechos.

Por otro lado, un conjunto de reglas se denomina coherente si existe, al menos, un conjunto de valores de todos los objetos que producen conclusiones no contradictorias (Pedersen, 1989). En consecuencia, un conjunto coherente de reglas no tiene por qué producir conclusiones no contradictorias para todos los posibles conjuntos de valores de los objetos. Es decir, es suficiente que exista un Control de Reglas que haga que un conjunto de valores sea conducido a conclusiones no contradictorias. Un conjunto de reglas puede ser coherente aunque algunos conjuntos de valores puedan producir conclusiones inconsistentes. Estos conjuntos de valores se llaman valores no factibles. Por ello, cualquier valor no factible debe

ser eliminado de la lista de valores posibles de su correspondiente objeto para eliminar la posibilidad de que el motor de inferencia pueda obtener conclusiones inconsistentes (Castillo *et al.*, 1997).

Los datos o evidencias suministrados por los usuarios deben ser también consistentes en sí y con el conjunto de reglas de la base de datos. Por ello, el sistema no debe aceptar hechos que contradigan el conjunto de reglas y/o hechos existentes en cada instante del proceso, pues la inconsistencia surge de los hechos y las reglas inconsistentes (Pedersen, 1989). En este sentido, la coherencia de los hechos puede lograrse mediante las estrategias siguientes (Castillo *et al.*, 1997):

1. Eliminar todos los valores no factibles (los que contradicen el conjunto de reglas y/o hechos) de los objetos una vez detectados. Así pues, cuando se pregunte al usuario por información sobre los valores de un conjunto de objetos, el sistema experto debería aceptar solo los valores de cada objeto que sean consistentes con las reglas y con el conocimiento previo.

2. El motor de inferencia debe comprobar que los hechos conocidos no contradicen el conjunto de reglas.

3. Suministrar al usuario una lista de objetos a los que no se ha asignado valores previamente.

4. Para cada uno de los objetos, mostrar y aceptar solo sus valores factibles.

5. Actualizar continuamente la base de conocimiento, es decir, tan pronto como se dé un hecho o se obtenga una conclusión, y eliminar los valores no factibles. El motor de inferencia obtiene todas las conclusiones posibles examinando, y posiblemente concluyendo, las reglas tan pronto como una simple unidad de información llegan al sistema. Por tanto, dar varias unidades de información simultáneamente puede conducir a inconsistencias en la base de datos.

Por último, la actualización continua de la base de conocimiento es muy importante puesto que no actualizar implica la posibilidad de que evidencias contradictorias puedan convivir en la base de conocimiento. Por ello, el conocimiento debe ser actualizado inmediatamente tras la incorporación de cada hecho, ya que la eliminación automática de valores no factibles y la actualización continua del conocimiento aseguran la coherencia de la base de conocimiento.

2.3.2.3. Los tipos de Sistemas Basados en Reglas Difusas

Un SBRD¹ es un sistema de datos dirigidos en el que se establece unas relaciones entre las entradas y las salidas en base a un conjunto de reglas difusas *IF-THEN*. El conjunto de pares de datos numéricos de entrada-salida se representan con la expresión (30).

$$\left(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}; y^{(1)}\right), \left(x_1^{(2)}, x_2^{(2)}; y^{(2)}\right), \dots, \left(x_1^{(n)}, x_2^{(n)}; y^{(n)}\right) \quad (30)$$

¹ Acrónimo en castellano de Sistemas Basados en Reglas Difusas o FRBS, acrónimo en inglés de Fuzzy Rule Based System

donde x_1 y x_2 son entradas e y es la salida de un sistema de dos entradas y una salida. Las reglas difusas se generan a partir de estos pares de entrada de salida que determinan el mapeo $f : (x_1, x_2) \rightarrow y$ (Wang y Mendel, 1992). Un ejemplo de una regla difusa en este tipo de sistema se muestra en la expresión (31).

$$R^l: \text{IF } x^{(l)}_1 \text{ es } F^l_1 \text{ y } x^{(l)}_2 \text{ es } F^l_2 \text{ THEN } y^{(l)} \text{ es } G^l \quad (31)$$

En esta expresión, F^l_k representa la variable lingüística, $F^l_k \subset f(X_k)$, $k=1, 2, 3, \dots, n$ son las funciones de pertenencia antecedentes y $G^l \subset f(Y)$ es la función de pertenencia consecuente (Mendel y Mouzouris, 1997). Las variables lingüísticas de entrada se denotan por x_k , $k = 1, 2, 3, \dots, n$ y la variable lingüística de salida por y . En un SBRD, la parte consecuente de la regla se puede clasificar en tres tipos (Cordon *et al.*, 1999).

Una vez delimitado el conjunto que contiene todos los subconjuntos de interés para el contexto del problema planteado, la función de pertenencia $\mu_A(x)$ del conjunto difuso \hat{A} se aplica al universo X en valores numéricos comprendidos en el intervalo $[0, 1]$.

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1] \quad (32)$$

$$A = \left\{ \left(x, \mu_A(x) \right); x \in X, \mu_A(x) \in [0,1] \right\} \quad (33)$$

No obstante, el nivel de acuerdo entre la inferencia de los sistemas difusos y los expertos humanos no suele ser del 100% debido a que la lógica difusa da grados de pertenencia, a diferencia de la mente humana (Mazlounzadeh *et al.*, 2009).

2.3.2.3.1. Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Mamdani

El sistema de inferencia difusa Mamdani es la metodología comúnmente utilizada cuando las funciones de pertenencia de salida son conjuntos difusos (Mazlounzadeh *et al.*, 2008). La idea principal de este método es la descripción de los estados de proceso mediante variables lingüísticas y utilizar dichas variables como desarrollo para el control de normas (Mamdani y Asslian, 1975a). Este método, como caso particular de sistema de inferencia borrosa, además de la base de conocimientos y de un motor de inferencia borrosa, necesita un fuzzificador que represente los datos numéricos como conjuntos difusos y un defuzzificador que transforme la salida puesta a una acción de control no difusa (Alavi, 2013).

En la Figura 2.3.2.3.1.1 se muestra el SBRD de tipo Mamdani. Es el sistema más usado actualmente y consta de los siguientes pasos (Ranjan *et al.*, 2015):

- Paso 1. La segregación del Universo en regiones difusas.
- Paso 2. La generación de las reglas difusas y base de reglas.
- Paso 3. El procesamiento de pares de datos numéricos de entrada-salida.
- Paso 4. El procedimiento de defuzzificación.

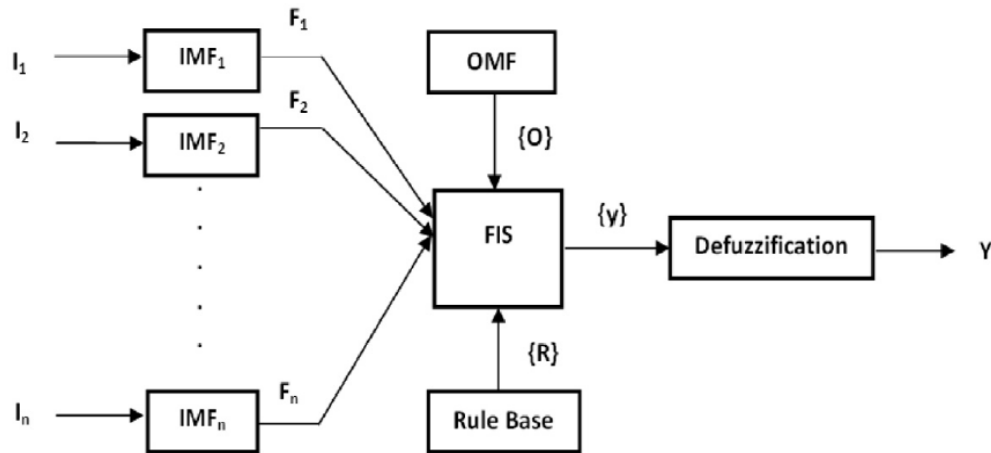


Figura 2.3.2.3.1.1. SBRD tipo Mamadani.

Fuente: Ranjan y otros, (2015).

Paso 1. La segregación del Universo en regiones difusas

En este paso inicial se decide el intervalo de dominio de cada región difusa en base a los datos numéricos de entrada. La función de pertenencia para cada dominio de entrada y salida se estructura en esta segregación. La forma de la función de pertenencia se diseña en base al estado e incertidumbre del problema. De manera general, la forma de las funciones de pertenencia suelen ser triangular, trapezoidal, sigmoideal o Gaussiana. En este sentido, si la forma es constante para todas las funciones de pertenencia de un problema determinado, el área de estas regiones pueden diferir. Por tanto, esta decisión se basa en los datos numéricos y la experiencia de los expertos. Cada dominio difuso segregado se denota mediante frases comparativas simples, como por ejemplo: *más alto*, *mucho más alto*, *un poco más alto...* para un dominio que represente *la altura*. La Figura 232312 muestra un ejemplo donde los intervalos de dominios de entrada x_1 y x_2 se dividen en tres y cinco regiones, respectivamente, y el intervalo de dominio de salida y se divide en cinco regiones con funciones de pertenencia triangulares con diferentes formas.

La Figura 232311 explica el sistema basado en reglas difusas de tipo Mamdani. En este caso, I_1, I_2, \dots, I_n son un conjunto de datos de entrada numéricos introducidos en sus respectivas funciones de pertenencia $IMF_1, IMF_2, \dots, IMF_n$ y produce sus respectivos datos de entrada difusos, F_1, F_2, \dots, F_n . El sistema de inferencia difuso (FIS²) produce el dato de salida difuso 'y' por el recorrido de todos los datos de entrada difusos a la función de pertenencia de salida (OMF³) utilizando las correspondientes reglas R de la base de reglas. 'Y' es el valor numérico defuzzificado de 'y'.

Paso 2. La generación de las reglas difusas y base de reglas

Las reglas producen una relación entre los dominios de entrada y salida. Esta relación se basa en la simple declaración *IF-THEN*. Esta declaración consiste en una parte *IF* explicando la propuesta antecedente y la parte *Then* explicando la propuesta consecuente. Ambas partes

² Acrónimo en inglés de Fuzzy Inference System

³ Acrónimo en inglés de Output Membership Function

pueden tener múltiples condiciones separadas por operadores booleanos como Y (AND) y O (OR). Para un determinado planteamiento del problema, cada regla se basa en un análisis adecuado sobre datos numéricos de entrada y la experiencia de los expertos. Una regla basada en estas condiciones se muestra en la Figura 2.3.2.3.1.2 y se podría expresar como (34).

$$R^l: \text{IF } x_1 \text{ es } F_1^3 \text{ y } x_2 \text{ es } F_2^4 \text{ THEN } y \text{ es } F_3^3 \quad (34)$$

La regla R^l generada se basa en el planteamiento del problema que exigía una operación Y (AND) o de lo contrario podría haber sido un operador O (OR) también. Esto depende del contexto de la declaración del problema. Todas las reglas son generadas asimismo basándose en los datos numéricos y las regiones difusas con la experiencia de los expertos tenidas en consideración.

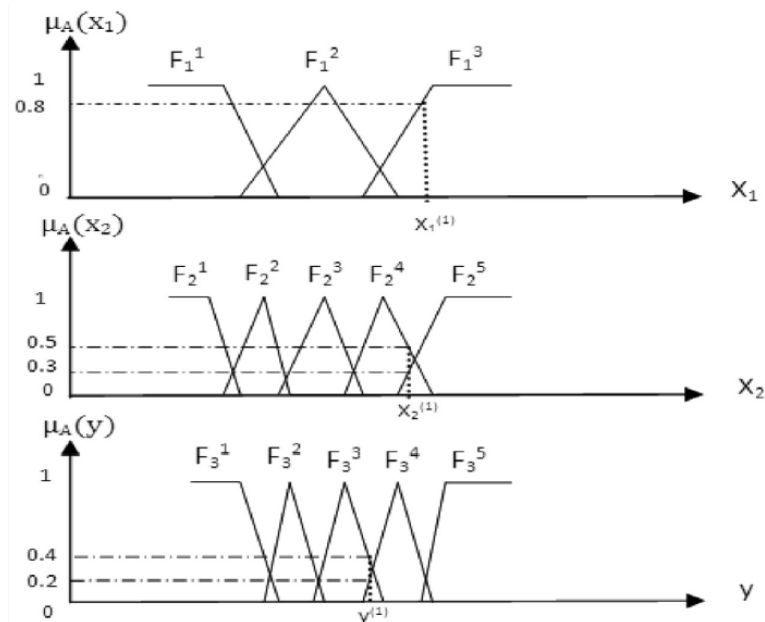


Figura 2.3.2.3.1.2. Representación de las operaciones de las funciones de pertenencia del SBRD de Mamdani.
Fuente: Ranjan y otros, (2015).

La representación de estas reglas se hace en forma de matriz y se le conoce como la base de reglas difusas. Esta representación se hace difícil cuando el número de parámetros de entrada es mayor. La elección del número de parámetros y la base de reglas deciden la interpretabilidad y la precisión de los SBRD. La interpretabilidad de sistemas difusos es la capacidad de explicar el comportamiento del sistema de una manera comprensible (Riid y Rüstern, 2014).

En este sentido, el incremento del número de parámetros de entrada no hace necesario siempre la búsqueda de una mejor precisión de la salida. Esto se debe a que los modelos y controladores difusos no pueden por lo general tener un gran número de variables sin ser afectado de la dimensionalidad (Riid y Rüstern, 2014).

Otra forma de abordar este problema es hacer las reglas más concisas para cubrir todos los aspectos de la declaración del problema particular. La mejor opción para un SBRD sería contar con una base de reglas que cubran la totalidad del dominio de entrada y salida de manera eficiente y utilizando el menor número de parámetros de entrada y que la salida se encuentre dentro de los márgenes de error de la salida. Con todo ello, se debería satisfacer el compromiso entre la interpretabilidad y la exactitud de los SBRD (Ranjan *et al.*, 2015). En base a lo anterior, muchos investigadores han estudiado técnicas para la determinación de las reglas, y se suele usar el conocimiento experto (Mazloumzadeh *et al.*, 2008), ya que la forma de ciertas funciones de pertenencia influye en el resultado global (MathWorks, 2004).

Paso 3. El procesamiento de pares de datos numéricos de entrada-salida

Después de la generación de todas las funciones de pertenencia y la base de reglas, los datos numéricos de entrada se mapean con los datos numéricos de salida basados en las funciones de pertenencia y la base de reglas. Los datos numéricos de entrada se asignan inicialmente a las respectivas funciones de pertenencia y se localizan sus grados de pertenencia específicos. Como se describió en el paso 2, un grado se asigna a cada dato numérico de entrada basada en su respectiva función de pertenencia. Ahora, basado en la regla de gobierno sobre ese dato numérico de entrada particular, la resultante del grado mapeado calculado a partir de la propuesta antecedente se asigna a la función de pertenencia de salida.

Esto se hace al mismo tiempo para todas las funciones de pertenencia y, finalmente, se recogen un número de funciones de pertenencia de salida reducido. De la Figura 232312, después de mapear $x^{(1)}_1$ en las series F_1 de funciones de pertenencia, el grado de salida de la primera etapa se encontró en $0 \cdot F^1_1, 0 \cdot F^2_1, 0.8 \cdot F^3_1$. De manera similar, para el mapeo de $x^{(1)}_2$ en las series F_2 de funciones de pertenencia, el grado de salida de la segunda etapa se encontró en $0 \cdot F^1_2, 0 \cdot F^2_2, 0 \cdot F^3_2, 0.5 \cdot F^4_2, 0.3 \cdot F^5_2$. La regla R^l tiene el operador Y (AND) en la propuesta antecedente. Por lo tanto, se considera el grado mínimo de todas las combinaciones de la función de pertenencia de entrada asignada. La combinación que no tiene ninguna proposición consecuente se considera como cero o que la regla no existe. El grado final para cada caso quedará ahora asignado a la función de pertenencia de salida basada en la base de reglas. Finalmente, se recogen y se agregan un grupo reducido de funciones de pertenencia de salida.

Paso 4. El procedimiento de defuzzificación

Las funciones de pertenencia de salida agregadas pasan por una etapa llamada defuzzificación, donde esta información colectiva necesita ser convertida a un dato numérico para ser usado en sistemas reales. Entre los procesos de defuzzificación se encuentran el método del centroide, el método biselector, la mitad del máximo, el menor del máximo, el mayor del máximo, etc. El procedimiento de defuzzificación más fácil y, posiblemente, mejor es el método del centroide. La salida final (Y) de este método se calcula con las expresiones de (35).

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^k y^i \cdot \mu_{A^i}(y_i)}{\sum_{i=1}^k \mu_{A^i}(y_i)} ; \text{ para el caso discreto} \tag{35}$$

$$Y = \frac{\int_{i=1}^k y^i \cdot \mu_{A^i}(y_i) dy}{\int_{i=1}^k \mu_{A^i}(y_i) dy} ; \text{ para el caso continuo}$$

En esta fórmula, y^i representa el valor central de A^i (el centro de una región difusa se define como el punto que tiene el valor absoluto más pequeño entre todos los puntos en los que la función de pertenencia para esta región tiene valor de pertenencia igual a uno) y k es el número de reglas difusas en la base de reglas (Riid y Rüstern, 2014).

2.3.2.3.2. Sistemas Basados en Reglas Difusas de tipo Takagi-Sugeno-Kang (TSK)

La Figura 2.3.2.3.2.1 muestra el diagrama de bloques del SBRD de TSK. Este modelo es parecido al de Mamdani pero incluye algunos cambios. Uno de ellos se hace en la generación de las reglas. La propuesta antecedente de la regla se compone de variables lingüísticas, pero la propuesta consecuente se representa como una función de las variables de entrada (Poonam *et al.*, 2012).

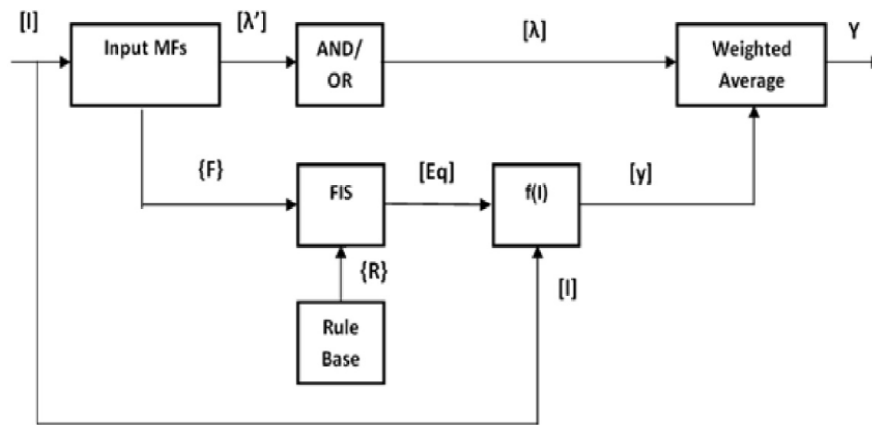


Figura 2.3.2.3.2.1. SBRD tipo TSK.

Para un par de entrada-salida $(x^{(1)}_1, x^{(1)}_2; y^{(1)})$, las reglas se expresarían con (36) y (37).

$$R^1: \text{ IF } x^{(1)}_1 \text{ es } F^1_1 \text{ y } x^{(1)}_2 \text{ es } F^1_2 \text{ THEN } y^{(1)} = f_1(x^{(1)}_1, x^{(1)}_2) \tag{36}$$

$$R^2: \text{ IF } x^{(1)}_1 \text{ es } F^2_1 \text{ y } x^{(1)}_2 \text{ es } F^2_2 \text{ THEN } y^{(2)} = f_2(x^{(1)}_1, x^{(1)}_2) \tag{37}$$

Aquí, $f_1(x^{(1)}_1, x^{(1)}_2) = p_1 x^{(1)}_1 + q_1 x^{(1)}_2 + r_1$ y $f_2(x^{(1)}_1, x^{(1)}_2) = p_2 x^{(1)}_1 + q_2 x^{(1)}_2 + r_2$, donde (p_i, q_i, r_i) es un vector de números reales. La resultante de salida (Y) se basa en el grado de aplicabilidad, por ejemplo, λ_1 y λ_2 para las entradas $x^{(1)}_1$ y $x^{(1)}_2$, respectivamente. La salida resultante se muestra en la expresión (38).

$$Y = \frac{\lambda_1 y^{(1)} + \lambda_2 y^{(2)}}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (38)$$

En general, la representación de la salida resultante (Y) con el número R de reglas se muestra en las siguientes expresiones de (39).

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^R \lambda_i y^{(i)}}{\sum_{i=1}^R \lambda_i} ; \text{ para el caso discreto} \quad (39)$$

$$Y = \frac{\int_{i=1}^R \lambda_i y^{(i)} dy}{\int_{i=1}^R \lambda_i dy} ; \text{ para el caso continuo}$$

En este modelo, el escenario de la defuzzificación se modifica con un promedio ponderado con el fin de obtener una salida *crisp*. Así pues, esta expresión no tiene una función de pertenencia de salida. La fuerza e interpretación expresiva de la salida de Mamdani se pierde en el FIS de Sugeno desde que las propuestas consecuentes de las reglas no son difusas (Hamán y Geogranas, 2008). Por esta razón, el SBRD de Mamdani se utiliza ampliamente en comparación con el SBRD de TSK. Pero el SBRD de TSK tiene un mejor tiempo de procesamiento debido a que el promedio ponderado reemplaza el tiempo del proceso de defuzzificación que consume (Kaur y Kaur, 2012).

En la Figura 2.3.2.3.2.1, la I representa el conjunto de variables de entrada numéricas para cada ciclo y F el valor fuzzificado del conjunto I . De esta manera, λ' indica el grado de aplicabilidad y λ denota el grado final de aplicabilidad. En el FIS se introducen la F y las reglas señaladas por R . Eq representa el conjunto de ecuaciones seleccionadas en base a la regla R y los datos de entrada difusos F . La sustitución de un dato de entrada numérico I en las ecuaciones Eq se hace por $f(I)$, que produce los datos de salida numéricos y . El grado final de aplicabilidad λ a lo largo de datos de salidas numéricos y generan los datos de salida finales.

2.3.3. La lógica difusa en el contexto educativo

La lógica difusa, a diferencia de la propia de Boole, contempla no sólo las opciones de verdadero y falso, sino también las múltiples variables de respuesta que se encuentran entre ambas. Es decir, es una alternativa a la lógica discreta en el sentido en que usa grados de pertenencia categorial en vez de adscribirse a categorías máximas de orden contrario (todo-nada; blanco-negro). 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 eviten esos problemas.

Así pues, se puede decir que la lógica difusa o borrosa es una alternativa a la lógica basada en conjuntos discretos que pretende saber si alguien o algo forma parte o no de un conjunto determinado según cumpla ciertas condiciones (un estudiante necesita apoyo educativo específico o no), mientras que, por el contrario, en la lógica difusa, se descubren grados diversos de pertenencia y no adscripciones basadas en todo o nada (Ballester y Colom, 2006). 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).

En el marco de la lógica difusa no se rechaza la lógica discreta, sino que se la considera uno de los casos posibles, de tal manera que la lógica discreta se podría entender como un caso particular de la lógica difusa: exactamente aquellos casos en que las adscripciones a la verdad y a la falsedad fuesen absolutas (por ejemplo: haber conseguido un determinado título académico o haber resuelto un problema matemático); sin embargo, en determinados procesos, como la meteorología, la economía, la medicina y los educativos, no todas las realidades son de este tipo (Froelich y Salmerón, 2014). 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. Esto es lo que casi siempre ha realizado la Teoría de la Educación, a saber, buscar fórmulas arbitrarias y artificiales de definir discretamente situaciones educativas (por ejemplo, medir ciertas actitudes para considerar que los alumnos han integrado los valores de la educación ambiental o definir objetivos para reconocer que determinados alumnos conocen una materia). Sin embargo, este escenario se sitúa ante un reduccionismo que no se ajusta a la verdad; pues bien, 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, la educación es compleja y caótica, es decir, incierta, y la lógica difusa es, paralelamente, una estrategia para abordar los problemas de incertidumbre. Incluso en las evaluaciones educativas, que pretenden afinar los niveles de certidumbre discriminando positiva o negativamente al alumnado, a un centro o al profesorado, los especialistas se encuentran con los denominados cuantificadores borrosos. 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. Es decir, los cuantificadores borrosos son proposiciones que no se pueden considerar axiomas y, por tanto, impiden y no permiten la derivación de otras proposiciones.

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 (40), como una relación entre los elementos de S y los elementos del conjunto $0,1$:

$$U : S \rightarrow \{0,1\} \quad (40)$$

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. 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 \hat{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; los valores entre 0 y 1 indicarán los grados de pertenencia del elemento al conjunto borroso \hat{F} . En este sentido, esta relación se considera una función –la función de pertenencia del conjunto \hat{F} –, por lo que una sentencia del tipo « X está en \hat{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.

Aunque no parece haber demasiada diferencia con este tipo de funciones, tiene grandes aplicaciones si se tiene 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, o la calidad de las aulas, 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).

Por último, este tipo de lógica se asocia al concepto de fiabilidad, como una de las características más valiosas de calidad de componentes, productos y grandes sistemas complejos. Los usuarios de los servicios demandan cada vez más una mayor fiabilidad de productos y servicios. En este sentido, un mayor conocimiento del comportamiento del sistema o proceso conduce a un significativo aumento del nivel de fiabilidad (Salmerón y Gutiérrez, 2012).

2.3.3.1. Aplicaciones de la lógica difusa en el ámbito educativo

La lógica difusa ha provocado una auténtica renovación en diversos campos, fundamentalmente a la hora de estudiar procesos muy complejos, turbulentos o desordenados. Los algoritmos solo pueden dar razón a procesos determinados y, en consecuencia, muy alejados de los contextos complejos y caóticos, pues, solo se pueden utilizar para la aplicación concreta para la que fueron diseñados. Así pues, la lógica difusa se muestra pertinente para dar cuenta de tales procesos para las situaciones indeterminadas y de hipercomplejidad.

En este sentido, la lógica difusa es una herramienta básica en las programaciones de sistemas expertos y de utilidad en el campo de la inteligencia artificial, que es donde ha experimentado su mayor aplicación. Esto conduce a señalar que las aplicaciones de la lógica difusa se centran en aquellos campos en los que se requiere fundamentalmente de control, evaluación, toma de decisiones o de reconocimiento de patrones. Por tanto, se han aplicado con cierta profusión en el campo de la economía y de las finanzas (McNeil y Freiberger, 1995; Brasler y Homburg, 1996) y se está trabajando en medicina, a través de sistemas expertos que coadyuvan a la toma de decisiones en el diagnóstico médico.

Sin embargo, en el campo de la educación se han llevado a cabo algunos intentos muy singulares desde perspectivas propias de la ingeniería, y en general, desde la tecnología. La mayoría de los trabajos que aúnan educación y lógica difusa corresponde a estudios sobre la propia enseñanza de la teoría de los *fuzzy sets* en las escuelas de ingeniería, de robótica y de tecnología. Otros estudios están orientando sus líneas de investigación en la evaluación de sistemas expertos y de sistemas tecnológicos de aprendizaje, dándose cierto interés en evaluar la educación a distancia (Ibrahim, 2001).

De esta manera, la cuestión de la lógica difusa en la educación se encuentra relacionada con la evaluación y la calidad de la enseñanza de los sistemas expertos y tecnológicos que se usan en el aprendizaje de contenidos, a su vez tecnológicos, y en el aprendizaje de la propia teoría de los *fuzzy sets*. Un ejemplo de aplicación directa se tiene en el Instituto Tecnológico de Morelos (México), que estuvo trabajando en un sistema experto que sea capaz de orientar al alumnado en la elección de una carrera profesional dentro del sistema nacional mexicano de Institutos Tecnológicos, enfocada a futuros estudiantes de carreras tecnológicas (Ménez *et al.*, 2004).

A continuación se muestran algunos ejemplos de aplicaciones de la lógica difusa en el contexto educativo:

Ejemplo 1. Evaluación del proceso de aprendizaje utilizando lógica difusa (Gokmen et al., 2010).

Los sistemas educativos suelen emplear métodos clásicos de evaluación del proceso de aprendizaje de los alumnos. En este sistema convencional, el rendimiento de los estudiantes depende de los resultados de las pruebas escritas y se evalúan sólo como éxito o fracaso. En este sentido, la lógica difusa, como técnica matemática de la teoría de conjuntos, sería un método alternativo, y no clásico, de la evaluación de los mismos y se podría aplicar de forma diferente en la toma de decisiones de este proceso. En este trabajo de investigación se propuso un nuevo método de evaluación de los aprendizajes de los alumnos basados en los sistemas de lógica difusa. En este caso, se trataba de la evaluación de los estudiantes de la asignatura Laboratorio de Técnicas de Control de la Facultad de Educación Técnica de la Universidad Marmara (Estambul, Turquía). El Departamento de Educación de Electricidad de dicha Universidad lo llevó a cabo con lógica difusa y se comparó con el método de evaluación clásico. La muestra del estudio se basó en las notas que veinte estudiantes obtuvieron en la asignatura detallada anteriormente. En este caso, se usó la lógica difusa para ser una herramienta útil flexible en la evaluación de rendimiento de los estudiantes en aplicaciones de laboratorio, a diferencia de los métodos clásicos que se adhieren a los cálculos matemáticos constante.

La evaluación de los resultados mostró variaciones entre los métodos de la lógica clásica y la difusa. Aunque la evaluación del aprendizaje utilizando la lógica difusa es complicada y requiere aplicaciones informáticas adicionales, proporciona algunas ventajas de evaluación. Así pues, este tipo de lógica hace que la evaluación sea flexible y ofrezca muchas opciones, mientras que el método clásico se adhiere al cálculo matemático constante. En la fase de aplicación, el docente responsable de la aplicación informática de la asignatura puede editar los rangos de las funciones y las reglas de pertenencia, permitiendo la evaluación heterogénea del aprendizaje de los alumnos de forma flexible y objetiva. En la Figura 2.3.3.1.1 se muestra el modelo difuso de inferencia realizado por estos investigadores.

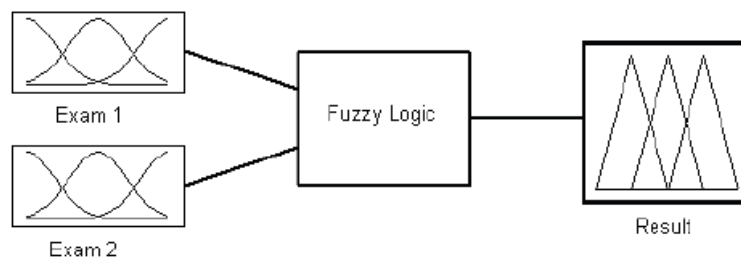


Figura 2.3.3.1.1. Modelo difuso para determinar el rendimiento de los alumnos.

Fuente: Gokmen y otros, (2010).

La fuzzificación de los resultados de los exámenes se llevó a cabo usando variables de entrada y sus funciones de pertenencia de los conjuntos difusos. Cada estudiante tenía asociado dos resultados de los exámenes, los cuales forman las variables de entrada del

sistema de lógica difusa. En este sentido, cada variable de entrada tiene cinco funciones de pertenencia triángulo. De esta manera, las funciones de pertenencia tienen el mismo intervalo y, por tanto, los exámenes tienen el mismo promedio ponderado. El conjunto difuso de variables de entrada se muestra la Tabla 2.3.3.1.1.

Tabla 2.3.3.1.1. Conjunto de variables lingüísticas de entrada.
Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Linguistic Expression	Symbol	Interval
Very Low	VL	(0, 0, 25)
Low	L	(0, 25, 50)
Average	A	(25, 50, 75)
High	H	(50, 75, 100)
Very High	VH	(75, 100, 100)

Aunque se aprecia que las notas de los exámenes pueden pertenecer a una o dos funciones de pertenencia, como se muestra en la Figura 2.3.3.1.2, la ponderación de los componentes de cada función de pertenencia puede ser diferente.

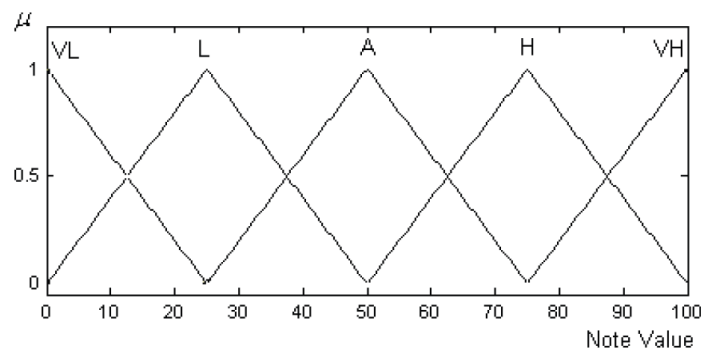


Figura 2.3.3.1.2. Las funciones de pertenencia del examen 1 y examen 2.
Fuente: Gokmen y otros, (2010).

En base a lo anterior, mientras que una puntuación de 25 sólo pertenece a la función de pertenencia “Low” (baja), una puntuación de 30 pertenece a las funciones de pertenencia “Low” y “Average” (media), pero se pondera más fuertemente dentro de “Low” que en la de “Average”. La variable de salida, que es el valor del rendimiento académico y titulado como “Result”, tiene cinco funciones de pertenencia. En la Tabla 2.3.3.1.2 se muestra dicha variable lingüística de salida.

Tabla 2.3.3.1.2. Conjunto de variable lingüística de salida.
Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Linguistic Expression	Symbol	Interval
Very Unsuccessful	VU	(0, 0, 0.25)
Unsuccessful	U	(0, 0.25, 0.5)
Average	A	(0.25, 0.5, 0.75)
Successful	S	(0.5, 0.75, 1)
Very Successful	VS	(0.75, 1, 1)

Las funciones de pertenencia de los valores del rendimiento académico se pueden visualizar en la Figura 2.3.3.1.3.

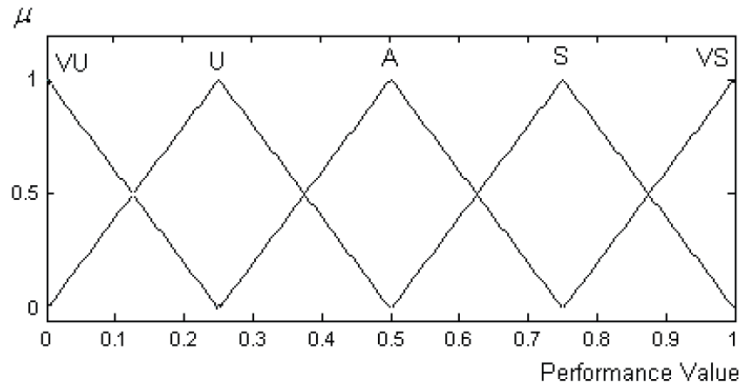


Figura 2.3.3.1.3. Las funciones de pertenencia de los valores del rendimiento académico.

Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Las reglas difusas determinan las funciones de pertenencia de las variables de entrada y salida que se utilizarán en el proceso de inferencia. Estas reglas son lingüísticas y etiquetadas como “IF-THEN” (Altrock, 1995; Semerci, 2004). A continuación se muestran las reglas utilizadas en este caso.

- R1. *IF Exam1 is VL and Exam2 is VL THEN Result is VU*
- R2. *IF Exam1 is VL and Exam2 is L THEN Result is VU*
- R3. *IF Exam1 is VL and Exam2 is A THEN Result is U*
- R4. *IF Exam1 is VL and Exam2 is H THEN Result is U*
- R5. *IF Exam1 is VL and Exam2 is VH THEN Result is A*
- R6. *IF Exam1 is L and Exam2 is VL THEN Result is VU*
- R7. *IF Exam1 is L and Exam2 is L THEN Result is U*
- R8. *IF Exam1 is L and Exam2 is A THEN Result is U*
- R9. *IF Exam1 is L and Exam2 is H THEN Result is A*
- R10. *IF Exam1 is L and Exam2 is VH THEN Result is A*
- R11. *IF Exam1 is A and Exam2 is VL THEN Result is U*
- R12. *IF Exam1 is A and Exam2 is L THEN Result is U*
- R13. *IF Exam1 is A and Exam2 is A THEN Result is A*
- R14. *IF Exam1 is A and Exam2 is H THEN Result is S*

- R15. *IF Exam1 is A and Exam2 is VH THEN Result is S*
 16. *IF Exam1 is H and Exam2 is VL THEN Result is U*
 17. *IF Exam1 is H and Exam2 is L THEN Result is A*
 18. *IF Exam1 is H and Exam2 is A THEN Result is S*
 19. *IF Exam1 is H and Exam2 is H THEN Result is S*
 20. *IF Exam1 is H and Exam2 is VH THEN Result is VS*
 21. *IF Exam1 is VH and Exam2 is VL THEN Result is A*
 22. *IF Exam1 is VH and Exam2 is L THEN Result is S*
 23. *IF Exam1 is VH and Exam2 is A THEN Result is S*
 24. *IF Exam1 is VH and Exam2 is H THEN Result is VS*
 25. *IF Exam1 is VH and Exam2 is VH THEN Result is VS*

El proceso de “*decisión difusa*” o “*inferencia difusa*” se basa en la elección de un solo valor de pertenencia de salida en el caso de que varias reglas difusas sean activas según los distintos valores de las funciones de pertenencia de entrada. Así pues, en este caso se utilizó el método de inferencia difusa propuesto por Mamdani (Semerci, 2004; Zadeh, 1965; Rutkowski, 2004), como se muestra en la fórmula (41).

$$\mu_C(y) = \max_k [\min [\mu_{A_i}(\text{input}(i)) \cdot \mu_{B_j}(\text{input}(j))]] \quad k = 1, 2, \dots, r \quad (41)$$

Esta expresión determina un valor de la función de pertenencia de salida para cada regla activa. Cuando una regla está activa, se aplica una operación *AND* entre entradas. En este sentido, se elige el valor de entrada más pequeño y su valor de pertenencia se determina como valor de pertenencia de la salida para dicha regla. Este método se repite de forma que las funciones de pertenencia de salida se calculan para cada regla. En resumen, gráficamente las operaciones *AND* (min) se aplican entre las entradas y las operaciones *OR* (max) entre las salidas.

En base a lo anterior, el valor del rendimiento académico defuzzificado se calcula mediante la fórmula (42) del método del centroide y se obtiene un valor numérico representado en la Figura 2.3.3.1.4 (Semerci, 2004).

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z) \cdot z \cdot dz}{\int \mu_C(z) \cdot dz} \quad (42)$$

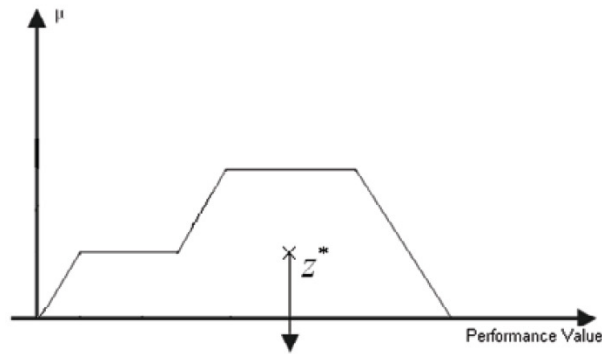


Figura 2.3.3.1.4. Defuzzificación con el método del centroide.
Fuente: Gokmen y otros, (2010).

La Tabla 2.3.3.1.3 muestra las calificaciones obtenidas por los 20 estudiantes en el examen 1 y 2. Luego, se fuzzificaron ambos resultados de los exámenes para todos los alumnos y por medio de las funciones de pertenencia descritas previamente. Las funciones de pertenencia activas se determinaron de acuerdo con la tabla de reglas, utilizando la técnica de decisión difusa Mamdani. La salida o valor del rendimiento académico se defuzzificó utilizando el método del centroide de la forma geométrica de las funciones de pertenencia agregadas de todos los alumnos. Esta secuencia se repitió utilizando los resultados de los exámenes para cada alumno/a.

Tabla 2.3.3.1.3. Resultados de los exámenes y valores del rendimiento académico calculado.
Fuente: Gokmen y otros, (2010).

No	Exam 1	Exam 2	Performance Value	No	Exam 1	Exam 2	Performance Value
1	40	65	0.53	11	65	45	0.576
2	20	35	0.243	12	89	100	0.908
3	50	65	0.645	13	100	100	0.92
4	10	20	0.203	14	65	35	0.5
5	45	65	0.576	15	48	50	0.473
6	34	60	0.462	16	45	55	0.5
7	48	55	0.533	17	55	25	0.31
8	56	90	0.759	18	84	80	0.765
9	74	70	0.735	19	63	65	0.639
10	45	50	0.44	20	28	30	0.31

Ambas entradas tenían las mismas funciones de pertenencia triangulares. Así pues, la sustitución del examen 1 con el examen 2 no debería cambiar el valor del rendimiento académico calculado. Si la simetría o el rango de valores de las funciones de pertenencia no es igual, uno de los exámenes tiene una mayor influencia sobre el valor del rendimiento académico de salida que el otro.

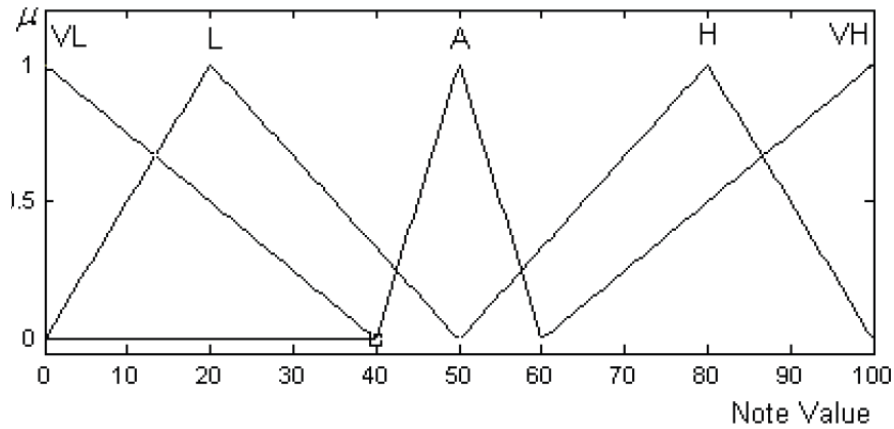


Figura 2.3.3.1.5. Funciones de pertenencia adaptado para el examen 2.
 Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Por ejemplo, si se cambian las funciones de pertenencia y el rango de valores del examen 2, manteniendo los criterios originales para examen 1, como se muestra en la Figura 2.3.3.1.5, el rango de valores de la función de pertenencia promedio se encoge; el valor superior de la función de pertenencia de L se mueve a 20; el valor superior de la función de pertenencia de H se mueve a 80; y los rangos de los valores de las funciones de pertenencia VL y VH se mueven a 40 y 60, respectivamente.

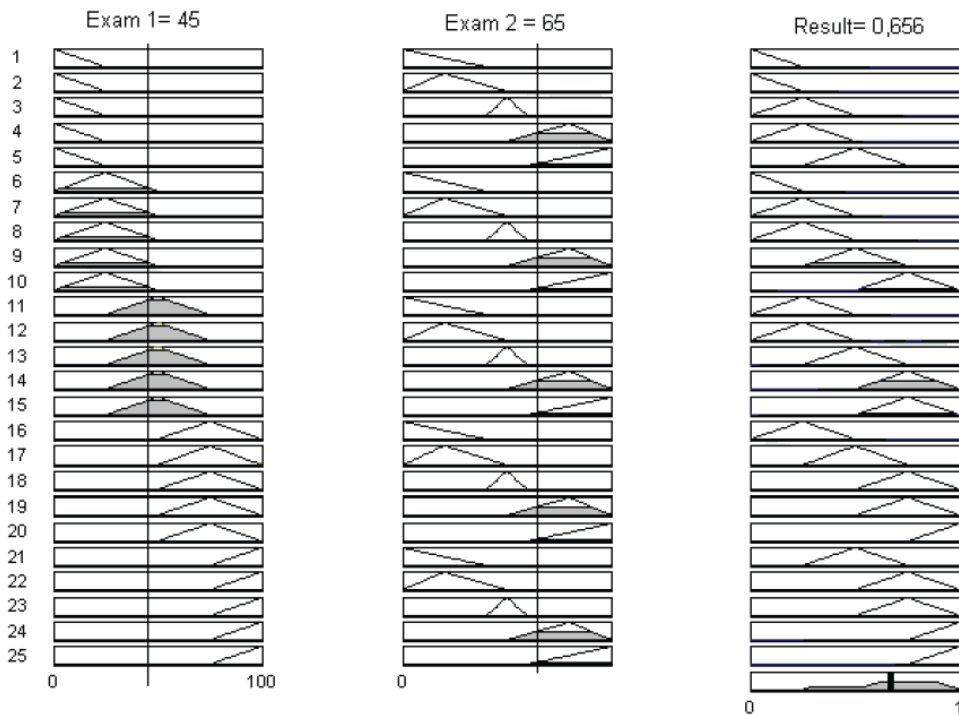


Figura 2.3.3.1.6. Reglas activas y valores del rendimiento académico para calificaciones del examen que se encuentran entre 45 y 65.
 Fuente: Gokmen y otros, (2010).

La adaptación de la función de pertenencia para el examen 2 tiene como objetivo penalizar las puntuaciones por debajo de 50 y recompensar las puntuaciones por encima de 50, como se puede observar en la Tabla 2.3.3.1.4. Para las puntuaciones de los exámenes inferiores a 50, los valores de rendimiento académico decrecieron y para las calificaciones de los exámenes por encima de 50, los valores de rendimiento académico aumentaron. En este sentido, no se produce ningún tipo de cambio para las puntuaciones de 50. La figura 2.3.3.1.6 muestra las reglas activas y valor del rendimiento académico obtenido de las calificaciones del examen que se encuentran entre 45 y 65.

En este escenario, las reglas difusas 9, 10, 14 y 15 están activas, y al final de la defuzzificación se obtiene un valor de rendimiento de 0,656.

Tabla 2.3.3.1.4. Variaciones en el valor del rendimiento académico de acuerdo a criterios del examen 2.

Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Nº	Exam 1	Exam 2	Performance Value	Nº	Exam 1	Exam 2	Performance Value
1	40	65	0.637	11	65	45	0.551
2	20	35	0.242	12	89	100	0.908
3	50	65	0.75	13	100	100	0.92
4	10	20	0.202	14	65	35	0.384
5	45	65	0.676	15	48	50	0.473
6	34	60	0.625	16	45	55	0.505
7	48	55	0.54	17	55	25	0.3
8	56	90	0.76	18	84	80	0.778
9	74	70	0.761	19	63	65	0.753
10	45	50	0.44	20	28	30	0.238

Entre otras conclusiones, se destacó que los miembros del equipo docente deben comunicarse entre sí y consensuar acuerdos sobre las normas, las funciones de pertenencia y cualquier otro criterio de evaluación adoptado. Las valoraciones de la evaluación utilizando el método clásico y el método de la lógica difusa se dan en la Tabla 2.3.3.1.5. Para la comparación, las calificaciones promedio con el método clásico se valoran hasta 100 y el valor mínimo de aprobado se acepta como 0,5.

En el escenario *Fuzzy 1*, todas las funciones de pertenencia son las mismas para ambos exámenes, mientras que en el escenario *Fuzzy 2*, todas las funciones de pertenencia del Examen 2 fueron modificadas. Se puede observar que existe una relación lineal entre el método clásico y Fuzzy 1. En este sentido, si un alumno tiene éxito en el método de evaluación clásico, también tendrá éxito en el escenario Fuzzy 1. La comparación del método clásico con el escenario Fuzzy 2 revela diferencias en las valoraciones de los aprendizajes. Para valoraciones inferiores de 50 en el método clásico, la valoración de Fuzzy 2 es menor; sin embargo, para puntuaciones por encima de 50, la valoración es mayor que en el método clásico. Por ejemplo, un alumno con unas valoraciones de 34 y 60 en los exámenes 1 y 2, respectivamente, no tiene éxito en el método clásico (0,47), pero sí lo tiene en el escenario Fuzzy 2 (0,625).

Tabla 2.3.3.1.5. Comparación de métodos de evaluación del aprendizaje de los alumnos.*Fuente: Gokmen y otros, (2010).*

No	Exam 1	Exam 2	Classical Method	Fuzzy 1	Fuzzy 2
1	40	65	0.525	0.53	0.637
2	20	35	0.275	0.243	0.242
3	50	65	0.575	0.645	0.75
4	10	20	0.15	0.203	0.202
5	45	65	0.55	0.576	0.676
6	34	60	0.47	0.462	0.625
7	48	55	0.515	0.533	0.54
8	56	90	0.73	0.759	0.76
9	74	70	0.72	0.735	0.761
10	45	50	0.475	0.44	0.44
11	65	45	0.55	0.576	0.551
12	89	100	0.945	0.908	0.908
13	100	100	1	0.92	0.92
14	65	35	0.5	0.5	0.384
15	48	50	0.49	0.473	0.473
16	45	55	0.5	0.5	0.505
17	55	25	0.4	0.31	0.3
18	84	80	0.82	0.765	0.778
19	63	65	0.64	0.639	0.753
20	28	30	29	0.31	0.238

En base a lo anterior, se entrevistó a la plantilla del Departamento de Educación de Electricidad de la Universidad y se preguntó a 20 académicos acerca de la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes con la lógica difusa. Los puntos de vista de los expertos variaron en el uso de los dos métodos de evaluación. Algunos valoraron el potencial de flexibilidad del método de lógica difusa, pero otros señalaron el inconveniente en que los cálculos de las valoraciones de los aprendizajes podrían ser difíciles de explicar a los estudiantes. No obstante, con este sistema se abordan los cálculos con el uso de un sistema informático automatizado. Este trabajo concluye que la evaluación de los aprendizajes usando lógica difusa es adecuada no sólo para las materias de laboratorio, sino que también puede ser utilizado para la evaluación de aprendizajes de asignaturas teóricas.

Ejemplo 2. Un método difuso basado en ServQual para mediciones fiables de la calidad de la educación superior en Italia (Lupo, 2013).

En los últimos años, la atención que la Unión Europea ha centrado en el sector de la educación ha producido un nuevo compromiso universitario dirigido a los aspectos de calidad para todos los servicios relacionados con la educación. De hecho, un servicio orientado a la calidad requiere la excelencia en el diseño y planificación de las actividades del mismo, así como durante su oferta y el método de evaluación del mismo. Sin embargo, considerando que las evaluaciones de los servicios se basan principalmente en las valoraciones de los participantes del mismo, que pueden ser caracterizadas por posibles incertidumbres relacionadas por ignorancias parciales, impresiones subjetivas e, incluso, cierta vaguedad de

los integrantes. Por lo tanto, bajo estas condiciones, se pueden obtener resultados poco fiables por los métodos convencionales de análisis de rendimientos de servicios.

En esta investigación se presenta un método basado en una extensión reciente del modelo de paradigma de discrepancia ServQual, que se muestra en la Figura 2.3.3.1.7, y que utiliza de forma combinada la Teoría de Conjuntos Difusos y el Método de AHP¹ para considerar eficazmente la incertidumbre en los análisis de rendimiento de los servicios educativos basados en las valoraciones que los miembros implicados han desarrollado. En este caso particular, se considera la Teoría de Conjuntos Difusos para hacer frente a esa incertidumbre, mientras que el método AHP se adopta como herramienta para estimar los pesos de importancia de los atributos del servicio estratégico.

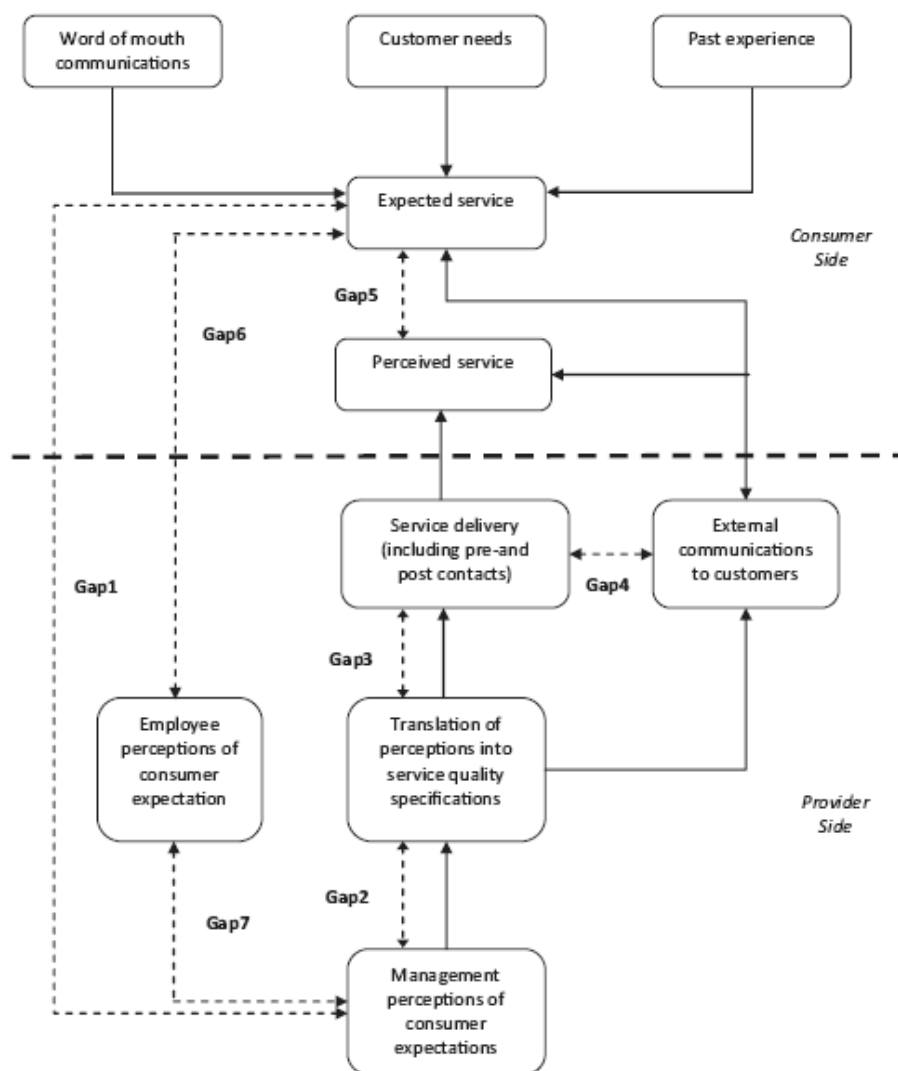


Figura 2.3.3.1.7. Modelo conceptual ServQual.
Fuente: Parasuraman y otros, (1985).

¹ Acrónimo en inglés de Analytic Hierarchy Process, o en castellano PAJ, Proceso de Análisis Jerárquico

Posteriormente, la aplicación del método ha sido demostrada en un análisis de rendimiento de servicios educativos relacionados con el Programa de Ingeniería de Gestión de la Universidad de Palermo (Italia), cuyo árbol de valores de muestra en la Figura 2.3.3.1.3. El análisis del servicio realizado permite obtener los factores de rendimiento de los servicios educativos que más influyen en el sistema. Desde dicho análisis, las principales deficiencias de los servicios han sido evaluadas y se han identificado unas estrategias de mejora adecuadas para la calidad general del servicio.

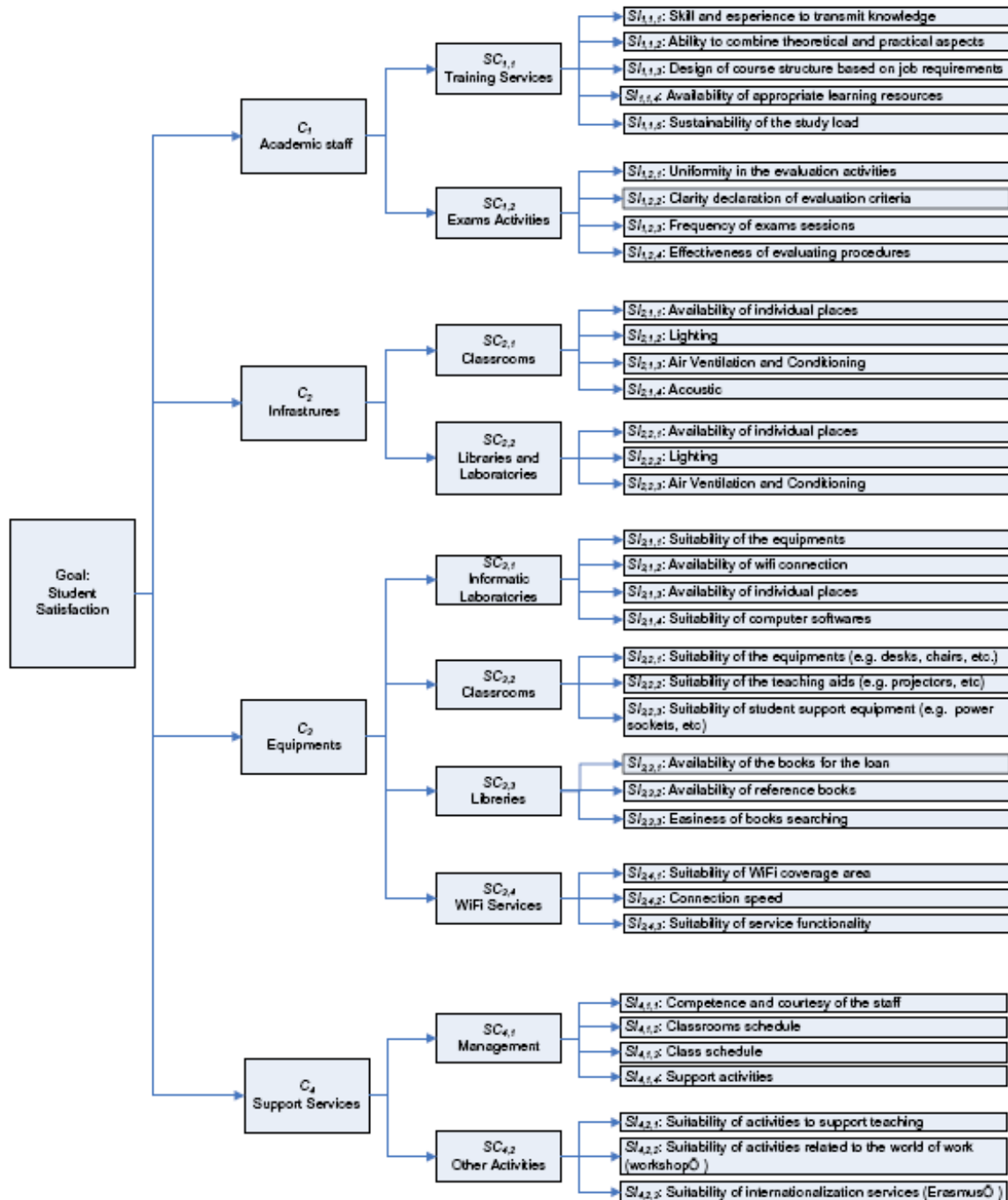


Figura 2.3.3.1.3. Árbol de valores de los servicios educativos del Programa de Ingeniería de Gestión.
Fuente: Lupo, (2013).

Por otra parte, los efectos de las discrepancias entre las expectativas de los estudiantes y su nivel de satisfacción han sido investigados y cuantificados por medio de un modelo de regresión. Esto último permite evaluaciones de resultados adecuados de las actividades relacionadas con el rendimiento del servicio educativo realizadas con actividades ejecutadas por las autoridades decisoras del servicio y los profesores. Por último, los resultados obtenidos muestran que la percepción de los profesores sobre la calidad del servicio educativo influye de manera significativa en todos los niveles de rendimiento del mismo.

Ejemplo 3. Aprendizaje profesional: Un enfoque del modelo basado en lógica difusa (Gravani et al., 2007).

El H-PLM² está influenciado por dos factores claves (Gravani y John, 2005): el clima y la planificación, y sus variables asociadas (el respeto mutuo, la colaboración, la confianza mutua, el apoyo, la apertura). En esta investigación se aplicó un análisis de las consecuencias de una propuesta basada en lógica difusa sobre una serie de datos representativos, extraídos de un programa de formación en servicios de Grecia.

Este enfoque fue adoptado como una herramienta eficiente y robusta para hacer frente a la complejidad y multi-variabilidad del aprendizaje profesional. Este modelo propuesto, denominado FL-PLM³, se construyó a partir de un modelo de cascada de cinco sistemas de inferencia difusos, cada uno utilizado para modelar las características específicas del aprendizaje profesional, como se muestra su estructura en la Figura 2.3.3.1.4.

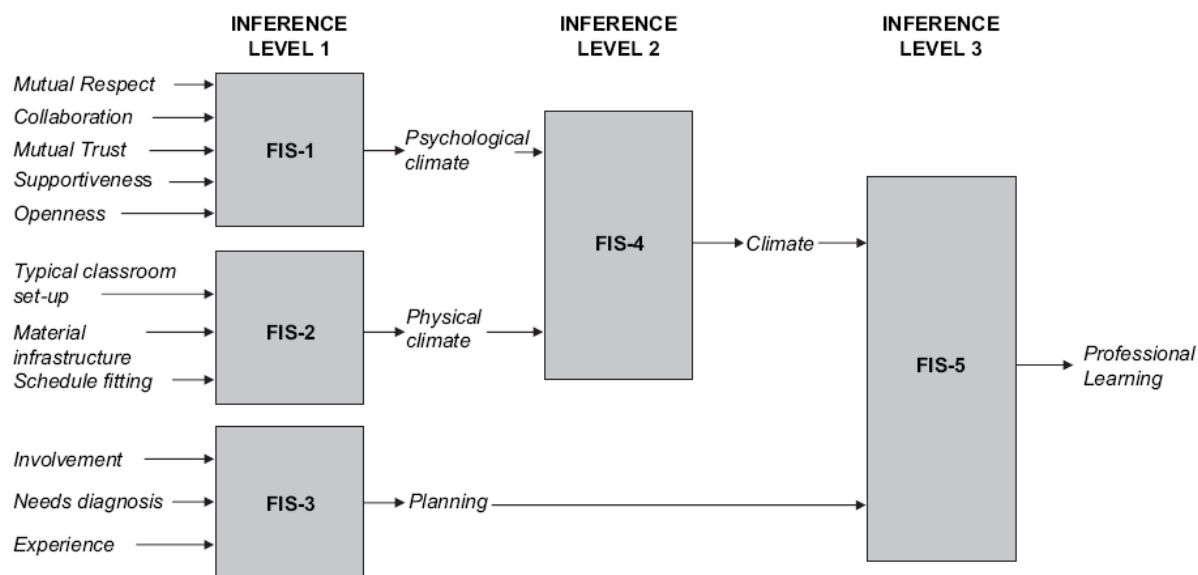


Figura 2.3.3.1.4. Estructura del esquema de la propuesta FL-PLM.

Fuente: Gravani y otros, (2007).

² Acrónimo en inglés de Heuristic professional learning modelling o en castellano, modelo heurístico de aprendizaje profesional.

³ Acrónimo en inglés de Fuzzy logic-based professional learning modelling, o en castellano, modelo de aprendizaje profesional basado en lógica difusa.

Para el nuevo modelo se emplearon once variables y se sirvió como la base estructural para el esquema FL-PLM. El número de variables a utilizar, sin embargo, es una cuestión importante que, a su vez, influye en la exactitud de la evaluación. De la Tabla 2.3.3.1.6 se deriva que se emplean 15 parámetros clave y variables en total para caracterizar PL⁴. Sin embargo, este número se traduce en una gran dificultad para que los expertos expresen lingüísticamente las reglas de evaluación. Esto se debe a que, cuanto mayor sea el número de las variables lingüísticas, más complicado serán los procesos de adquisición de conocimientos.

Tabla 2.3.3.1.6. Parámetros y variables principales utilizadas para la evaluación del aprendizaje profesional por el método del H-PLM.

Fuente: Gokmen y otros, (2010).

Climate		Planning
Psychological	Physical	
Mutual respect	Typical classroom setup	Involvement
Collaboration	Material infrastructure	Needs diagnosis
Mutual trust	Schedule fitting	Experience
Supportiveness		
Openness		

Como remedio a esta situación, se empleó un esquema de sistema de inferencia difuso combinado. En este caso, la salida de un sistema de inferencia difuso se puede usar como una entrada al siguiente sistema, hasta que se evalúe PL. Este enfoque permite que todos los parámetros y variables claves sean utilizados como variables lingüísticas iniciales o intermedias. Esta secuencia anidada de sistemas de inferencia difusos permite manejar más variables lingüísticas y conforma el esquema de FL-PLM propuesto. De la Figura 2.3.3.1.4 se evidencia que el sistema propuesto tiene una secuencia de tres profundidad de inferencias usando cinco sistemas de inferencias difusos, es decir, FIS-1,..., FIS-5. Inicialmente FIS-1, FIS-2 y FIS-3, salida de los valores del clima psicológico, el clima físico y la planificación, respectivamente, sobre las variables lingüísticas iniciales de entrada (respeto mutuo, la colaboración, la confianza mutua, el apoyo, la apertura) para FIS-1; (distribución típica de las clases, la infraestructura material, horario apropiado) para FIS-2; y (implicación, diagnóstico de necesidades, la experiencia) para FIS-3. En el segundo nivel de la inferencia, el clima psicológico y el clima físico son considerados como variables lingüísticas intermedios y se utilizan para FIS-4, que emite el valor del clima. Por último, en el tercer nivel de la inferencia, el clima y la planificación se consideran como variables lingüísticas intermedios y se utilizan para FIS-5, que emite el aprendizaje profesional como la salida final del sistema.

El uso del sistema propuesto para la evaluación del PL, por medio de un gran número de variables lingüísticas, aumenta la precisión y la validez del sistema inteligente que se trate.

⁴ Professional Learning

Por otra parte, a pesar del aumento del número de variables lingüísticas empleadas, el desarrollo del procedimiento de inferencia FL-PLM sigue siendo sencillo, ya que se basa en unidades estructurales más pequeñas. Por lo tanto, el procedimiento de adquisición de conocimientos para el desarrollo de cada base de conocimientos del sistema de inferencia difuso mantiene sus características. En este sentido, los evaluadores pueden describir fácilmente los módulos de evaluación mediante el uso de un pequeño número de variables lingüísticas que luego producen una estructura que es más complicada, y sin embargo beneficiosa para la calidad de los resultados de inferencia.

El contexto del método se ensayó en dos programas de asignaturas en servicio organizadas por filólogos (profesores de educación secundaria en griego antiguo y moderno, latín, historia y filosofía) de la Universidad Aristóteles de Tesalónica, Thessaloniki (Grecia), entre diciembre de 2000 y junio de 2001. Estos programas se denominaban: “Formación en Prácticas para Filólogos”, organizado por el Departamento de Filología (División de Estudios Clásicos) y “Profesional-servicio en el entrenamiento para Filólogos”, organizado por el Departamento de Filosofía y Educación en colaboración con el Departamento de Historia y Arqueología Departamento.

El programa en el Departamento de Filología ofreció 420 horas de formación en la antigua filosofía griega, la tragedia, la retórica, la literatura latina, Lengua Latina, griego moderno, y Metodología de la Enseñanza de la Antigua y Moderna Grecia. En este sentido, se formó en TICs a 30 filólogos experimentados de diferentes partes de Grecia y 10 profesores universitarios estaban involucrados en la enseñanza de las materias anteriores. El programa se dirigió principalmente a los profesores que enseñaban en las escuelas secundarias superiores. De esta manera, se actualizaría su conocimiento de la materia en las dos lenguas clásicas.

El Departamento de Filosofía y Educación ofreció 420 horas de formación que distribuyó de forma similar entre las siguientes materias: Historia General e Historia de la Civilización, antiguo y griego moderno, Lingüística, Teoría de la Educación y la Investigación, Metodología de la Enseñanza de la Historia, Lengua griega, antigua y moderna literatura griega, la evolución del contexto socio-cultural y económico, así como las TICs. En total, 47 profesores universitarios estaban involucrados en la enseñanza de 29 filólogos que asistieron al programa. El método de evaluación fue idéntico en ambos cursos.

Veintidós profesores de secundaria (11 de cada uno de los dos departamentos) y 12 profesores universitarios (seis de cada uno de los dos departamentos) fueron seleccionados al azar para el presente estudio. Los docentes de secundaria tenían diferente experiencia docente y una amplia experiencia en la enseñanza de prácticamente todos los temas que un filólogo podría enseñar en una escuela típica griega. Los profesores universitarios eran asistentes de investigación y tenían diferentes experiencias en la docencia universitaria. Sus áreas de especialización incluían Estudios Clásicos, Pedagogía, Historia, Griego Moderno, Lingüística y TICs en la Educación. En base a lo anterior, la muestra fue oportunista en lugar de estratificada. De acuerdo con este enfoque, cada individuo tenía la misma probabilidad de ser seleccionado (Miles y Huberman, 1994).

La Figura 2.3.3.1.5 muestra algunos ejemplos de las funciones de pertenencia empleados en el esquema de FL-PLM. En particular, la figura superior (a) e inferior (b) muestran las funciones de pertenencia que se corresponden con los valores difusos de las variables lingüísticas "participación" (entrada) y "planificación" (salida), respectivamente, empleados en FIS-3. A partir de ello (por ejemplo, en la zona 4a), se puede notar que las mesetas superiores de las funciones de pertenencia trapezoidal definen las áreas del universo del discurso que corresponden a los valores difusos específicos, por ejemplo, bajo, medio, alto, con certeza absoluta (asignada a 1).

Por otro lado, las mesetas más bajas definen nuevas áreas de apoyo de los valores difusos relevantes, sin embargo, con diferentes grados de certeza (los valores de estas áreas del universo del discurso se asignan a números difusos de menos de 1, a 0). De esta manera, se materializa un clímax de evaluación de la variable lingüística bajo esta consideración, donde en lugar de utilizar umbrales suaves entre los diferentes valores, la borrosidad de la transición se describe mediante las funciones de pertenencia que se solapan. Estas consideraciones justifican la selección de la forma trapezoidal de los conjuntos de funciones de entrada y de pertenencia de salida.

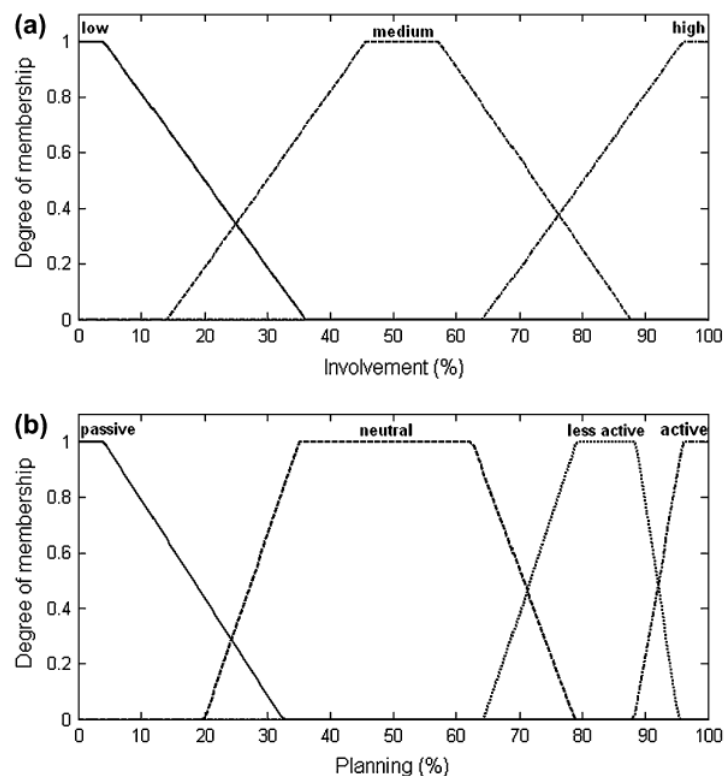


Figura 2.3.3.1.5. La estructura de las funciones de pertenencia que corresponden a los valores difusos de las variables lingüísticas (a) participación y (b) planificación empleadas en el FIS-3 del esquema de la propuesta FL-PLM.

Fuente: Gravani y otros, (2007).

En este sentido, los datos representativos revelaron la eficiencia del modelo propuesto para manejar una multitud de parámetros y variables, y la inferencia sobre ellos para producir resultados que coinciden con los hallazgos del enfoque cualitativo H-PLM. De esta manera, se produce un enfoque cuantitativo alternativo para evaluar el aprendizaje profesional, que toma bajo consideración el factor humano y la naturaleza complicada del mismo.

En este planteamiento, la lógica difusa proporciona la flexibilidad y la robustez de la subjetividad o sesgo humano y extiende las capacidades de seguimiento de los procesos del aprendizaje profesional. Así pues, el modelo demuestra estadísticamente diferentes tendencias significativas cuantitativas en el aprendizaje profesional en consonancia con el enfoque cualitativo convencional. Por otra parte, pone de relieve las ventajas del enfoque de la lógica difusa hacia la recuperación de la información relevante, datos complicados reales y da lugar a otras ideas heurísticas sobre el aprendizaje profesional.

Ejemplo 4. Un modelo matemático basado en lógica difusa-genética para evaluar el rendimiento académico de los alumnos de educación a distancia (Yildiz et al., 2012).

La predicción del rendimiento académico de los sistemas de educación a distancia es muy importante para los estudiantes e instructores de los cursos. En este sentido, si los instructores pudieran evaluar y predecir antes los rendimientos de los alumnos en el inicio de la duración del curso de Estambul (Turquía), entonces podrían actuar sobre los contenidos del curso y el estilo de enseñanza. De esta manera, contribuiría a la adquisición del éxito del estudiantado.

En base a esta predicción, la construcción de modelos matemáticos basados en modelo lógica difusa-genética es uno de los métodos más eficientes y efectivos. De entre muchos enfoques, los modelos basados en lógica difusa tienen la topología más apropiada. En esta investigación se usa un modelo difuso para modelar los datos de la educación a distancia y predecir los rendimientos académicos de los estudiantes. Para incrementar el éxito del modelo difuso, las funciones de pertenencia se optimizaron mediante algoritmos genéticos. Así pues, se usaron diferentes parámetros sobre los usuarios: cuándo se inscribieron en un sistema de gestión de aprendizaje, frecuencia con la que iniciaron sesiones y tiempo que permanecieron en línea.

Varios estudios centran sus investigaciones en el campo de análisis del rendimiento académico de los estudiantes de educación a distancia. En este sentido, algunos se han centrado en algoritmos genéticos y árboles de decisiones. Otros han incorporado algoritmos genéticos para predecir si los alumnos suspenderán o superarán un determinado curso (Zafra y Ventura, 2009). Esta última predicción se ha basado en actividades de estudiantes, tales como quizzes, asignaciones y foros.

También se han realizado métodos predictivos de evaluación de alumnos aplicados a cursos de e-learning de niveles de iniciación (Lykourantzou et al., 2009). Por otra parte, se ha estudiado un modelo que simula un procedimiento de redes neuronales en minería de datos de

empresas (Vandamme *et al.*, 2007). En este caso, se ha clasificado a los alumnos en tres grupos: “riesgo bajo”, “riesgo medio” y “alto riesgo” que tienen una probabilidad alta de suspender. En esta línea, investigadores han guiado un algoritmo de aprendizaje de máquina supervisado en la que la formación estaba comprendida por características demográficas claves de alumnos y sus marcas en unas asignaciones escritas (Kotsiantis *et al.*, 2005). Por último, se han usado redes neuronales, árboles de decisión y regresiones lineales para estimar el rendimiento académico de los alumnos (Ibrahim y Rusli, 2007). En este caso, ellos han empleado perfiles demográficos y promedios de grados de puntuación acumulativos de los alumnos en el primer semestre.

En la literatura, los estudios de predicción relacionados con el método de lógica difusa son generalmente llevados a cabo por asociaciones con redes neuronales artificiales. Así pues, se ha presentado un estudio en el que se introduce un enfoque sistemático de diseño de sistema de inferencia difuso basado en una clase de redes neuronales a evaluar el rendimiento académico de los alumnos (Taylan y Karagozoglu, 2009). El desarrollo del método se usó un sistema difuso aumentado con redes neuronales para mejorar algunas de las características como la flexibilidad, la velocidad y la adaptabilidad, denominado sistema de inferencia neuro-difuso adaptativo. En esa investigación, redes neuronales y difusas han sido usados para predecir rendimientos académicos basados en cuatro criterios que son valoraciones adquiridas, tiempo empleado, número de intentos y ayuda necesaria.

En el presente estudio, se utiliza un curso de informática en Moodle⁵ de la Yildiz Technical University (Turquía) impartido durante el primer semestre del año académico 2010/2011 a los alumnos de Farmacia. Este curso ha abastecido de datos al modelo difuso planteado. El curso tenía una duración de 12 semanas y se registraron 62 alumnos en el mismo. El modelo utiliza primero el modelo difuso clásico para predecir grados de superación de los alumnos. Luego, se mejora el modelo con algoritmos de optimización genéticos para obtener un intento de predicción más alto.

En este modelo, las funciones de pertenencia se organizan en tres conjuntos de datos de entrada: recency, frequency y monetary. El rendimiento académico se usó como valor de salida del modelo. Así pues, los valores de entrada y salida se determinaron como bajo, medio y alto.

Mediante el uso de este modelo y los datos de dicho curso de seis semanas de duración, se predijo al principio el nivel de éxito de los estudiantes al final del semestre y los resultados fueron comparados con los datos reales. En base a todo lo anterior, después de la optimización de los intervalos de las funciones de pertenencia, la exactitud de la predicción del rendimiento académico de los estudiantes ascendió a un 84,52%.

⁵ Modular Object Oriented Developmental Learning Environment.

CAPÍTULO 3

Diseño metodológico de la investigación

Índice del Capítulo 3

3.1.	Enfoque metodológico de la investigación.	155
3.2.	Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a los cursos MOOCs.	160
3.3.	Comparativa entre el estándar adaptado de la Norma UNE 66181:2012 y el instrumento de evaluación ADECUR [®] .	170
3.3.1.	El instrumento de evaluación ADECUR [®] .	171
3.3.2.	Análisis interno de los indicadores comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR [®] .	178
3.3.3.	Análisis interno de los indicadores no comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR [®] .	179
3.3.4.	Propuestas de diseño de nuevos instrumentos de evaluación de calidad de cursos MOOCs.	182
3.4.	Diseño de un instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y mediante lógica difusa: EduTool [®] .	185
3.4.1.	Valoraciones de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 por los jueces expertos.	187
3.4.1.1.	Variables lingüísticas de los juicios de expertos.	190
3.4.1.2.	Funciones de inferencia.	191
3.4.1.3.	Agregaciones de las variables lingüísticas.	192
3.4.1.4.	Defuzzificación de los datos.	193
3.4.1.5.	Ponderaciones de los indicadores de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	198
3.4.2.	Sistemas de reglas difusos sobre los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	202
3.4.3.	EduTool [®] : Una propuesta del instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.	208

CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez descrito el planteamiento del estudio de investigación en su capítulo primero y revisada la literatura científica que sedimenta la misma, en este capítulo tercero se dibuja el lienzo metodológico del diseño de la investigación. En este sentido, la metodología es uno de los ejes vertebradores de toda investigación porque representa los pilares de sustentación para alcanzar los objetivos planteados, así pues en este capítulo se describe el enfoque y tipo de la investigación, los instrumentos de recogida de información a los expertos, la metodología empleada sobre la ponderación de los subfactores del estándar UNE 66181:2012, la creación del instrumento EduTool[®], el sistema de reglas difuso empleado en la valoración cualitativa y cuantitativa de los cursos a partir del instrumento, y las herramientas para procesar la información y la determinación de la población de estudio.

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En una primera instancia, la investigación utiliza un enfoque multimétodo, mixto, ecléctico, holístico, sistémico e integrador, superando el monismo metodológico y la polaridad cuantitativa/cualitativa para concurrir en la simbiosis dialéctica de ambas perspectivas en una estrategia de complementariedad y convergencia del conocimiento y análisis integral del fenómeno objeto de estudio: diseñar un modelo de reglas difuso para el análisis y evaluación de MOOCs con la norma UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual.

Los estudios de investigación se clasifican en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos (Hernández *et al.*, 2010). El presente trabajo de investigación es de naturaleza descriptiva. En este sentido, siguiendo a los mismos autores, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno (norma UNE 66181:2012) que se someta a un análisis.

Referente a la estructura global de la presente investigación y siguiendo las pautas de Briones (1990), a continuación se mencionan las etapas de dicha estructura:

1. Planteamiento del problema.
2. Diseño de la investigación.
3. Construcción de los instrumentos.
4. Análisis de los datos.
5. Conclusiones.

En este sentido, en el Tabla 3.1.1 se muestra las diferentes etapas llevadas a cabo en el desarrollo de la investigación. Asimismo, es una investigación de tipo no-experimental porque se realizó sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los

fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos (Hernández *et al.*, 2010). En esta misma línea, es una investigación de carácter educativo, donde el investigador desea describir y conocer la comprensión del fenómeno de la calidad en la formación MOOC, en decir, valorar cualitativa y cuantitativamente la calidad de los cursos MOOCs. Por tanto, se inserta en la perspectiva propia de las Ciencias Sociales que adopta un enfoque integrador y comprensivo de los fenómenos socio-culturales.

Tabla 3.1.1. Etapas generales de la investigación.

Fuente: Adaptación de Briones; (1990).

Planteamiento del objeto de estudio
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar y adaptar la norma UNE 66181:2012 mediante lógica difusa para crear un instrumento de valoración de la calidad de la formación virtual. - Valorar con el instrumento anterior la calidad cuantitativa y cualitativa de los cursos MOOCs ofertados por las principales plataformas en un determinado periodo de tiempo.
Diseño de la investigación
<ul style="list-style-type: none"> - La investigación parte de un enfoque multimétodo, ecléctico, holístico, sistémico e integrador para el estudio integral del fenómeno objeto de análisis: Diseñar un modelo de reglas difuso para el análisis y evaluación de MOOCs con la norma UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual.
Elaboración de instrumentos y recogida de la información
<ul style="list-style-type: none"> - En una primera instancia, se ponderan los subfactores de la norma UNE 66181:2012 aplicando la lógica difusa en el conjunto de 10 jueces expertos, todos ellos Inspectores de Educación con extensa trayectoria profesional en supervisión, evaluación y asesoramiento del sistema educativo español. - Se crea el instrumento de valoración cuantitativa de la calidad de los cursos virtuales denominado: EduTool[®]. - Se aplica un sistema de reglas difuso para que el instrumento valore la calidad cualitativa de los cursos virtuales. - Posteriormente, se valora la calidad cuantitativa y cualitativa de 5 cursos más relevantes en el segundo trimestre del año 2014 y provenientes eminentemente de la categoría de informática y ciencias de la computación de las plataformas contenedoras de MOOCs más relevantes y referidas en la literatura de investigación (Sandia <i>et al.</i>, 2006). En este sentido, se seleccionaron cuatro plataformas (tres en inglés y uno en castellano): Udacity, EdX, MiriadaX y Coursera.
Análisis e interpretación de los datos
<ul style="list-style-type: none"> - De la información recopilada por EduTool[®] se realiza un ranking de las plataformas valoradas y una representación gráfica de las valoraciones en un sistema adaptado de representación isométrico. - Posteriormente se aplicará un análisis de concordancia entre el procedimiento de valoración EduTool[®] y mediante un juicio de expertos. - Por último, con la información obtenida se elaborarán las conclusiones.
Construcción reflexiva e introspectiva de las conclusiones
<ul style="list-style-type: none"> - En el ocaso de la Tesis Doctoral se cristalizan las conclusiones, es decir, el apartado que se vierten las aportaciones más relevantes e innovadoras que ha surgido de la investigación efectuada.

Por otra parte, dentro del tipo de investigación no experimental se usa un diseño transeccional o transversal debido a que se recolectan datos sobre la aplicación del instrumento EduTool[®] en un solo momento (Hernández *et al.*, 2010). En esta investigación se valora la calidad cuantitativa y cualitativa de 5 cursos más relevantes en el segundo trimestre del año 2014 y provenientes eminentemente de la categoría de informática y ciencias de la computación.

Y dentro del diseño transversal será de tipo descriptivo, ya que se busca recoger información de manera independiente del juicio de expertos, analizarla mediante lógica difusa y ser usada en un enfoque integrador cualitativo-cuantitativo para la obtención del instrumento EduTool[®], que se apoya principalmente en el uso de técnicas difusas de

adaptación de la norma UNE 66181:2012 sobre la formación virtual, particularizada para MOOCs, tanto de corte cualitativo como cuantitativo, para su posterior aplicación en la valoración de la calidad de 5 cursos de las principales plataformas MOOC, para luego ofrecer un ranking de las plataformas observadas según la calidad ofrecida.

En este sentido, la implicación de la lógica difusa se basa en tomar las ponderaciones valoradas por los expertos es un conjunto difuso que expresa el grado de pertenencia al conjunto que tiene cada uno de los elementos. Esta función de pertenencia asocia para cada elemento (opinión del experto/a en la escala de 1 a 5) un grado de pertenencia al conjunto difuso. 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 Π (forma de campana o gaussiana).

Posteriormente, 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*).

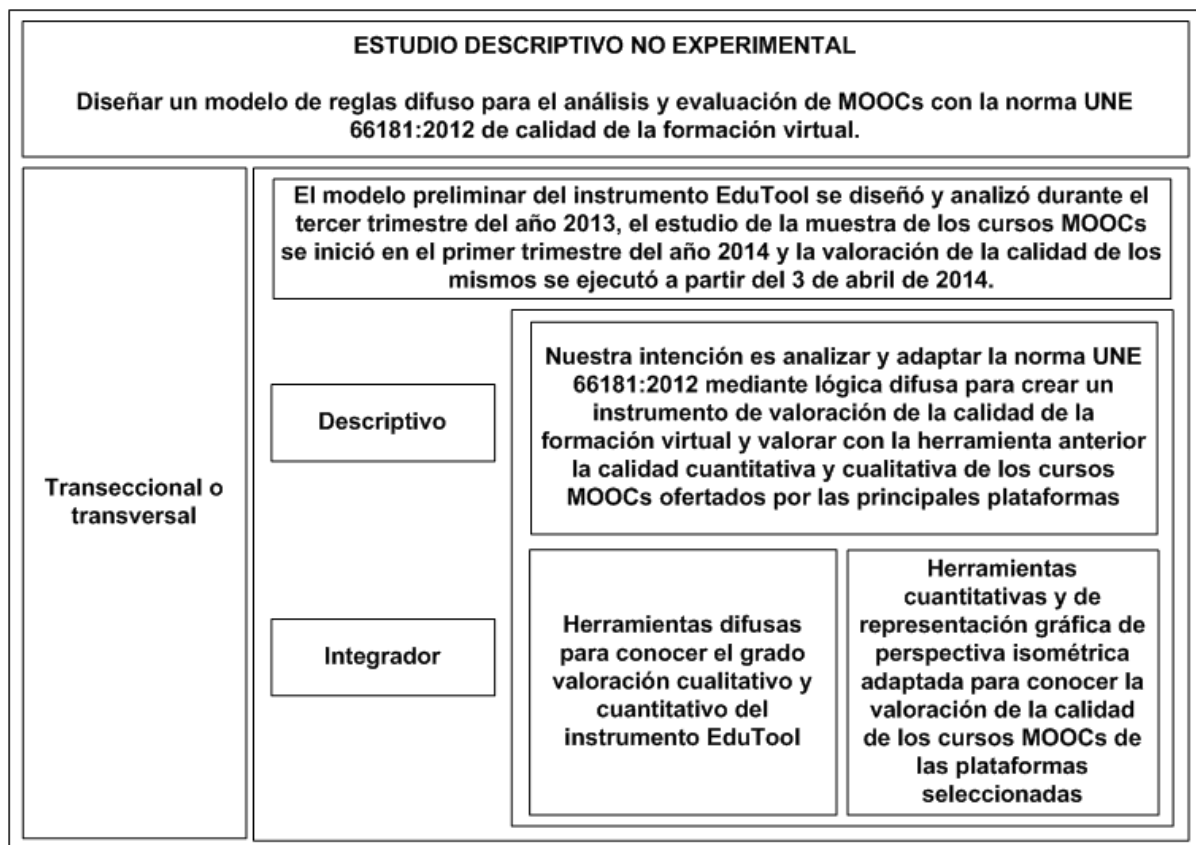


Figura 3.1.1. Relaciones anidadas de los diferentes enfoques adoptados en la investigación.

Por último, 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 problema, es necesario obtener una respuesta a estas interpretaciones mediante la defuzzificación, que 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 defuzzificado de una función de pertenencia asociada al valor de la variable lingüística agregada.

Para una mayor comprensión de la investigación, en la Figura 3.1.1 se muestra el diseño de relaciones anidadas.

A modo de síntesis, en la Tabla 3.1.2 se presentan las características globales de la investigación realizada en cuanto al diseño metodológico y tipo de investigación de herramientas utilizadas.

Tabla 3.1.2. Características generales de la investigación.

No Experimental	Diseñar un modelo de reglas difuso para el análisis y evaluación de MOOCs con la norma UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual.
Transeccional o transversal	El modelo preliminar del instrumento EduTool se diseñó y analizó durante el tercer trimestre del año 2013, el estudio de la muestra de los cursos MOOCs se inició en el primer trimestre del año 2014 y la valoración de la calidad de los mismos se ejecutó a partir del 3 de abril de 2014.
Descriptivo	La investigación analiza y adapta la norma UNE 66181:2012 mediante lógica difusa para crear un instrumento de valoración de la calidad de la formación virtual y valorar con la herramienta anterior la calidad cuantitativa y cualitativa de los cursos MOOCs ofertados por las principales plataformas.
Integrador/Complementario: Cualitativo-Cuantitativo	Herramientas difusas para conocer el grado valoración cualitativo y cuantitativo del instrumento EduTool®. Herramientas cuantitativas y de representación gráfica de perspectiva isométrica adaptada para conocer la valoración de la calidad de los cursos MOOCs de las plataformas seleccionadas.

Por último, en los siguientes apartados se describirá el método de elaboración del instrumento y la recogida de la información de los cursos a valorar. En este sentido, se ponderarán los subfactores de la norma UNE 66181:2012 aplicando la lógica difusa en el conjunto de las respuestas lingüísticas de 10 jueces expertos, se creará el instrumento de valoración cuantitativa de la calidad de los cursos virtuales, denominado EduTool®, luego se aplicará un sistema de reglas difuso para que el instrumento valore la calidad cualitativa de los cursos virtuales y, posteriormente, se valorará la calidad cuantitativa y cualitativa de 5 cursos más relevantes en el segundo trimestre del año 2014 y provenientes eminentemente de la categoría de informática y ciencias de la computación de las 4 plataformas contenedoras de MOOCs más relevantes, tres en inglés y uno en castellano, y referidas en la literatura de investigación (Sandia *et al.*, 2006): Udacity, EdX, MiriadaX y Coursera.

En esta misma línea, se describirá el análisis e interpretación de los datos de la información recopilada por EduTool® y se realizará un ranking de las plataformas valoradas y una representación gráfica de las valoraciones en un sistema adaptado de representación gráfica isométrica.

Por último, se tratará un análisis de concordancia entre el procedimiento de valoración de EduTool[®] y mediante un juicio de dos expertos. Con la información obtenida se elaborará la construcción reflexiva e introspectiva de las conclusiones.

En síntesis, en este trabajo se utilizará un enfoque multimétodo e integrador justificado con diferentes procedimientos difusos para diseñar un modelo de reglas que analice y evalúe los MOOCs con la norma UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual.

3.2. ADAPTACIÓN DE LA NORMA UNE 66181:2012 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; Sangrà, 2013; Vázquez-Cano *et al.*, 2013; Zapata-Ros, 2013) y por instituciones de Educación Superior en el mundo globalizado (Haggard, 2013), pero aún es necesaria 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 dicha adaptación no se ha tomado la información de los niveles de calidad de acuerdo a un sistema de representación de estrellas acumulativas. Es decir, un curso MOOC podría incluir indicadores de distintas rúbricas de niveles de calidad sin ser acumulativos, de tal forma que cada estándar de calidad se podría valorar y no tendrían que contener la suma de los indicadores de los niveles anteriores.

Así pues, manteniendo los términos de la Norma UNE-EN ISO 9000, es relevante afirmar que calidad normativa en el diseño de cursos MOOCs debe mantener las dimensiones que abarcan los factores de satisfacción de la formación virtual: empleabilidad, metodología de aprendizaje y accesibilidad.

De esta manera, en esta adaptación de la norma UNE 66181:2012 se puede apreciar que todos los indicadores de cada nivel de calidad son susceptibles de ser valorados. De esta manera, un nivel de calidad “Muy bueno” no tendría que conllevar todos los indicadores de los niveles “Inicial”, “Básico” y “Bueno”. Así pues, un curso con un nivel de calidad “Muy bueno” podría distinguirse de otros cursos con el mismo nivel de calidad si contemplara algún indicador del nivel “Excelente” (sin llegar a serlo), y por tanto, poseer un mayor valor añadido en la calidad del curso ofertado con respecto a los demás cursos valorados con el mismo nivel.

En este sentido, un curso MOOC podría incluir indicadores de distintas rúbricas de niveles de calidad sin la restricción de ser acumulativos. Por tanto, se hace necesario el desglose de indicadores de cada uno de los niveles en el diseño del instrumento y que sean susceptibles de poder valorar cualitativa y cuantitativamente cualquier aspecto de todas las dimensiones que abarcan los factores de satisfacción de la formación virtual, y particularmente, los MOOCs.

En la Tabla 3.2.1 se muestra la adaptación de la norma a indicadores desglosados de valoración de la dimensión de “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”. En las Tablas 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 y 3.2.5, la adaptación a indicadores de valoración de los subfactores de “*diseño didáctico-instruccional*”, “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*”, “*tutoría*” y “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” de la dimensión de

“metodología de aprendizaje”, respectivamente. Y por último, en las Tablas 3.2.6, 3.2.7 y 3.2.8, la adaptación a indicadores de valoración de los subfactores de “*accesibilidad hardware*”, “*accesibilidad software*” y “*accesibilidad web*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”, respectivamente.

Tabla 3.2.1. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración de la dimensión de “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”.

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)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Los alumnos reciben un diploma de asistencia	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de evaluación de conocimientos adquiridos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	El certificado de conocimientos está reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Excelente	El título o certificado alcanzado posee validez internacional	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Tabla 3.2.2. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*diseño didáctico-instruccional*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.1. Diseño didáctico-instruccional	Inicial	Se describen unos objetivos generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Excelente	Los objetivos de aprendizaje se organizan por competencias	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
			Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido

Tabla 3.2.3. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	Inicial	Los recursos formativos son únicamente material de consulta para el autoestudio	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Los alumnos pueden realizar actividades de autoevaluación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Excelente	Se programan sesiones sincronas para el trabajo individual o en grupo	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

	dinamizadas por el formador	
	Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Tabla 3.2.4. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*tutoría*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.3. Tutoría	Inicial	No hay tutoría	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Los tutores del curso responden a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de los aprendizajes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Excelente	Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Se programan sesiones sincronas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Tabla 3.2.5. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Inicial	Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asíncrona que permite la interacción entre los participantes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ ¹) y/o Ayuda	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje (mapas de navegación, mecanismos de búsqueda sencilla o por etiquetas, opción de volver atrás o deshacer, interfaz usable, etc.)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Excelente	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (RSS ² , wiki, blog, redes sociales...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Tabla 3.2.6. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*accesibilidad hardware*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.1. Accesibilidad hardware	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

¹ Acrónimo en inglés de Frequently Asked Questions

² Acrónimo en inglés de Really Simple Syndication

Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Bueno	La plataforma hardware de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Muy bueno	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:20033 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Excelente	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la Norma UNE 139801:20034 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

Tabla 3.2.7. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*accesibilidad software*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.2. Accesibilidad software	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ⁵ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Excelente	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ⁶ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

Tabla 3.2.8. Adaptación de la norma UNE 66181:2012 a indicadores de valoración del subfactor “*accesibilidad web*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.3. Accesibilidad web	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
		Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Muy bueno	Cumple los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 ⁷ que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A de WCAG ⁸ 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Excelente	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 ⁹ que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad AA de WCAG 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	

A continuación se facilitan los requisitos en las Normas UNE 139801:2003, UNE 139802:2009 y UNE 139803:2012 para la accesibilidad del hardware, software y contenido web que se aclara en específica en la Tabla anterior.

³ Se anexan los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 al final de este apartado.

⁴ Se anexan los requisitos de prioridad 2 de la Norma UNE 139801:2003 al final de este apartado.

⁵ Se anexan los requisitos que se debe cumplir de la Norma UNE 139802:2009 al final de este apartado.

⁶ Se anexan los requisitos que se debe cumplir de la Norma UNE 139802:2009 al final de este apartado.

⁷ Se anexan los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 al final de este apartado.

⁸ Acrónimo en inglés de Web Content Accessibility Guidelines

⁹ Se anexan los requisitos de nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 al final de este apartado.

A. Requisitos de accesibilidad del hardware establecidos por la Norma UNE 139801:2003. En la Tabla 3.2.9 se muestran los requisitos de prioridad 1 y en la Tabla 3.2.10 los requisitos de prioridad 2.

Tabla 3.2.9. Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

4.1.1. Los botones e interruptores deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlos y activarlos.
4.1.2. Los botones e interruptores deben poder manejarse con una sola mano y su activación no requerirá movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
4.1.3. Los controles deben ser cóncavos, suficientemente grandes y tener una superficie no deslizante.
4.1.4. Los botones e interruptores deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlos provoque su activación.
4.1.5. El color no debe ser la única manera de distinguir los botones e interruptores.
4.1.6. Si existe activación mediante sensores biométricos, deben suministrarse formas alternativas de activación.
4.2.1. La fuerza necesaria para activar las teclas debe ser como máximo 22,2 N.
4.2.2. La pulsación de teclas debe transmitir al usuario la correspondiente sensación táctil y sonora.
4.2.3. Las teclas deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlas provoque su activación.
4.2.4. El color no debe ser la única manera de distinguir teclas.
4.2.5. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el retardo necesario para que comience la repetición automática cuando se mantiene pulsada una misma tecla.
4.2.6. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el tiempo que transcurre entre dos efectos consecutivos durante la repetición automática producida al mantener pulsada una misma tecla.
4.2.7. El ordenador debe disponer de un teclado independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de un teclado externo adicional.
4.2.8. Los periféricos deben ofrecer alternativas a la pulsación simultánea de varias teclas, si la acción correspondiente no es realizable por software.
4.3.1. El ordenador debe disponer de una pantalla independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de una pantalla externa adicional.
4.4.1. Toda señal sonora importante debe proporcionarse de forma visual o bien estar disponible para que el software la recoja.
4.4.2. El volumen se debe poder controlar mediante un mando físico o mediante el software.
4.6.1. Las ranuras para tarjetas de expansión, los puertos y conectores deben cumplir las normas industriales comúnmente aceptadas.
4.8.1. La documentación del producto debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, con un vocabulario adecuado para la tarea realizada por el producto.
4.8.2. La documentación del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.8.3. La información sobre las características de accesibilidad del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.9.1. El producto no debe generar campos electromagnéticos o de radio-frecuencia que puedan interferir con los usuarios de prótesis auditivas.
4.9.2. Si el producto tiene una cubierta, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.
4.9.3. Todos los componentes del sistema deben tener una base estable y no deslizante, excepto aquellos componentes que requieran ser desplazados para realizar alguna de sus funciones básicas.
4.9.4. El ordenador debe poder apagarse por software.
4.9.5. Los dispositivos que tengan bandejas de alimentación de papel, deben tener al menos una de ellas que permita colocar el papel sin necesidad de extraerla entera o levantar cubiertas adicionales.
4.9.6. Los dispositivos que tengan bandejas de salida de papel, deben tener al menos una de ellas sin cubierta o con posibilidad de eliminarla.

Tabla 3.2.10. Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

4.1.7. Aquellas opciones de funcionamiento modificables por botones e interruptores deben ser también configurables mediante software.
--

-
- 4.1.8. El estado de todos los botones e interruptores de estado conmutable se debe poder distinguir visualmente y, además, a través de tacto o de sonido.
-
- 4.1.9. Las etiquetas de los botones e interruptores imprescindibles para el manejo del producto deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste, un tipo de letra sans-serif y una altura mínima de 4 mm.
-
- 4.1.10. Los símbolos de las etiquetas de los botones e interruptores deben estar normalizados o en su defecto, ser de uso común.
-
- 4.2.9. Debe existir una indicación visual y, además, sonora o táctil, sobre el estado en el que se encuentran las teclas de bloqueo y de estado conmutable.
-
- 4.2.10. Cada grupo funcional de teclas debe presentar un color distintivo.
-
- 4.2.11. Los grupos de teclas alfanuméricas y numéricas deben tener teclas guía con marca táctil.
-
- 4.2.12. Las etiquetas de las teclas deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste y un tipo de letra sans-serif.
-
- 4.3.2. El color, brillo y contraste se deben poder ajustar para adaptarse a las condiciones ambientales.
-
- 4.3.3. Si la pantalla ofrece un mecanismo para cambiar su posición, debe poder hacerse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen hacer mucha fuerza (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
-
- 4.3.4. Si la pantalla viene equipada con un receptor de televisión (analógica o digital), debe estar preparada para ser capaz de mostrar los subtítulos que emitan las cadenas de televisión.
-
- 4.4.3. El usuario debe poder seleccionar un volumen que sobrepase en 20 dB el nivel sonoro ambiental. Ámbito: ordenador y periférico.
-
- 4.4.4. Si un producto genera salida por síntesis de voz, se deben poder ajustar sus parámetros básicos: velocidad y tono.
-
- 4.4.5. Si un producto genera salida por voz, debe ofrecer algún mecanismo para escucharlo de forma privada (sin molestar a otros usuarios) y para interrumpir esa salida.
-
- 4.4.6. Si el producto genera una salida sonora por auriculares u otros dispositivos similares colocados cerca de la oreja, debe evitar interferencias con las prótesis auditivas.
-
- 4.5.1. La inserción y extracción de medios de almacenamiento debe poder realizarse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
-
- 4.5.2. Las unidades de medios extraíbles deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlas y utilizarlas.
-
- 4.5.3. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben permitir la expulsión del medio por software.
-
- 4.5.4. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben utilizar una plataforma móvil para insertar y extraer el medio.
-
- 4.5.5. El usuario debe ser advertido mediante señales visuales y sonoras cuando se produzca una inserción incorrecta de cualquiera de los medios de almacenamiento.
-
- 4.6.2. La fuerza requerida para conectar y desconectar cables y elementos externos no debe sobrepasar 22,2 N.
-
- 4.6.3. Los cables y sus correspondientes conexiones se deben poder reconocer a través del tacto y de la vista.
-
- 4.7.1. Cuando es necesaria una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un aviso antes de que el tiempo expire. Este aviso tendrá que ser percibido tanto de forma visual como sonora.
-
- 4.7.2. Cuando es necesario una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un mecanismo para que el usuario pueda indicar que necesita más tiempo para dar dicha respuesta.
-
- 4.9.7. Si el producto tiene alguna tapa o puerta que protege determinados controles, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.
-

B. Requisitos de accesibilidad del software establecidos por la Norma UNE 139802:2009. En las Tablas 3.2.11 y 3.2.12 se muestran los requisitos para alcanzar el nivel 4 y 5, respectivamente, de accesibilidad del software.

Tabla 3.2.11. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software.
Fuente: Norma UNE 66181:2012.

-
- 8.1.1. Proporcionar un nombre a cada elemento de interfaz de usuario.
-
- 8.1.4. Hacer que los nombres estén disponibles para las ayudas técnicas (AT).
-

-
- 8.2.4. Facilitar la individualización del cursor y del puntero.
 - 8.2.7. Permitir que el usuario controle el tiempo de respuesta.
 - 8.3.1. Hacer que los controles de las características de accesibilidad sean fáciles de descubrir y operables.
 - 8.3.3. Evitar interferir con las características de accesibilidad.
 - 8.4.4. Proporcionar alternativas cuando las ayudas técnicas no estén operativas.
 - 8.4.5. Permitir que el software pueda controlar la expulsión de medios.
 - 8.4.9. Permitir que persistan los avisos o la información sobre errores.
 - 8.5.2. Facilitar la comunicación entre el software y las AT.
 - 8.5.3. Utilizar los servicios estándar de accesibilidad.
 - 8.5.4. Hacer que la información de elementos de interfaz de usuario esté disponible para las ayudas técnicas.
 - 8.5.5. Permitir que las ayudas técnicas cambien el foco de teclado y la selección.
 - 8.5.6. Proporcionar descripciones de los elementos de interfaz de usuario.
 - 8.5.7. Hacer que la notificación de eventos esté disponible para las ayudas técnicas.
 - 8.5.9. Utilizar las entradas y salidas estándar del sistema.
 - 8.5.10. Facilitar una presentación adecuada de tablas.
 - 8.5.11. Permitir la instalación de emuladores de teclado o de dispositivos apuntadores.
 - 8.5.12. Permitir que las ayudas técnicas supervisen las operaciones de salida.
 - 8.6.1. Leer el contenido de sistemas cerrados.
 - 8.6.2. Anunciar cambios en sistemas cerrados.
 - 8.6.3. Operatividad a través de controles que sean reconocibles táctilmente.
 - 8.6.4. Dejar pasar las funciones del sistema.
 - 9.1.2. Permitir el control en paralelo de las funciones del dispositivo apuntador mediante teclado.
 - 9.2.1. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto.
 - 9.2.2. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto de gran visibilidad.
 - 9.3.2. Facilitar el uso completo mediante teclado.
 - 9.3.3. Permitir la entrada secuencial de combinaciones de teclas.
 - 9.3.4. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de tecla.
 - 9.3.5. Permitir el ajuste de la aceptación de la pulsación repetida de la misma tecla.
 - 9.3.8. Permitir que los usuarios desactiven la repetición de teclas.
 - 9.3.12. Reservar asignaciones de atajos de teclado de accesibilidad.
 - 9.3.14. Separar la navegación con el teclado de la activación.
 - 9.4.2. Proporcionar control directo de la posición del puntero para dispositivos externos.
 - 9.4.4. Permitir cambiar la asignación de funciones de los botones de dispositivos apuntadores.
 - 9.4.6. Proporcionar la función de mantener pulsado un botón de dispositivo apuntador.
 - 9.4.9. Permitir el ajuste de parámetros de clics múltiples.
 - 9.4.10. Permitir el ajuste de la velocidad del puntero.
 - 9.4.11. Permitir el ajuste de la aceleración del puntero.
 - 9.4.13. Proporcionar un medio para encontrar el puntero.
 - 9.4.14. Proporcionar alternativas a operaciones simultáneas de puntero.
 - 10.1.1. Evitar frecuencias de destello que provocan ataques epilépticos.
 - 10.1.2. Permitir que el usuario pueda controlar la presentación de información dependiente del tiempo.
 - 10.1.3. Proporcionar alternativas accesibles para información audiovisual relevante para la tarea.
 - 10.2.4. Proporcionar acceso mediante teclado a la información que se representa fuera de la pantalla física.
 - 10.4.1. No transmitir información utilizando únicamente el color.
-

10.5.3. Permitir la navegación sin puntero entre ventanas.
10.5.4. Permitir usar ventanas “siempre delante”.
10.5.5. Permitir al usuario controlar múltiples ventanas “siempre delante”.
10.5.7. Permitir posicionar las ventanas.
10.5.10. Permitir que las ventanas eviten tener el foco.
10.6.2. Permitir el control del volumen.
10.6.7. Permitir a los usuarios elegir alternativas visuales para salidas sonoras.
10.6.8. Sincronizar los equivalentes sonoros de eventos visuales.
10.6.9. Proporcionar servicios de síntesis de voz.
10.7.1. Mostrar cualquier subtítulo proporcionado.
10.7.3. Dar soporte a la configuración global de los subtítulos.
10.8.1. Permitir que los usuarios puedan detener, iniciar y pausar.
10.8.4. Actualizar alternativas equivalentes del contenido multimedia cuando este cambie.
11.1.2. Proporcionar documentación de usuario en formato electrónico accesible.
11.1.3. Proporcionar alternativas de texto en la documentación electrónica y en la “Ayuda”.
11.1.5. Proporcionar documentación y “Ayuda” sobre las características de accesibilidad.
11.2.1. Proporcionar servicios de soporte técnico accesibles.

Tabla 3.2.12. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software.
Fuente: Norma UNE 66181:2012.

8.1.2. Proporcionar nombres significativos.
8.1.5. Mostrar nombres.
8.1.6. Proporcionar nombres y etiquetas que sean cortos.
8.2.1. Facilitar la individualización de los ajustes de preferencias de usuario.
8.2.2. Facilitar el ajuste de los atributos de los elementos comunes de interfaz de usuario.
8.3.2. Protección contra la activación o desactivación accidental de las características de accesibilidad.
8.3.4. Informar al usuario del estado de las características de accesibilidad.
8.3.5. Informar a los usuarios de la activación de las características de accesibilidad.
8.3.6. Permitir la visualización persistente.
8.4.3. Proporcionar la funcionalidad de “Deshacer” o “Confirmar”.
8.4.6. Dar soporte a las operaciones de “Copiar” y “Pegar”.
8.4.8. Permitir la selección de elementos como alternativa a la escritura.
8.4.10. Presentar las notificaciones de usuario utilizando técnicas consistentes.
8.4.11. Proporcionar notificaciones de usuario comprensibles.
8.4.12. Facilitar la navegación hacia la ubicación de los errores.
8.5.8. Permitir que las ayudas técnicas accedan a los recursos.
9.1.1. Proporcionar entradas de teclado desde todos los mecanismos estándar de entrada.
9.1.3. Permitir el control de las funciones del teclado mediante el dispositivo apuntador.
9.1.4. Proporcionar servicios de reconocimiento de voz.
9.2.3. Restaurar el estado cuando se recupera el foco del teclado.
9.3.6. Permitir el ajuste del ritmo de repetición de teclas.
9.3.7. Permitir el ajuste de la activación de la repetición de teclas.
9.3.9. Proporcionar notificación acerca de las teclas de conmutación.

9.3.11. Proporcionar indicadores implícitos o explícitos.
9.3.15. Respetar convenciones de teclado de la plataforma.
9.3.16. Facilitar la navegación en listas y menús.
9.4.3. Proporcionar objetos fáciles de seleccionar con dispositivos apuntadores.
9.4.5. Proporcionar métodos de entrada alternativos para operaciones complejas de dispositivo apuntador.
9.4.7. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de botones de dispositivo apuntador.
9.4.8. Permitir el ajuste de la distancia mínima de arrastre.
10.3.1. No transmitir información únicamente mediante atributos visuales del texto.
10.3.3. Ajustar la escala y disposición de elementos de interfaz de usuario en función de los cambios de tamaño de letra.
10.4.3. Permitir la individualización de esquemas de colores.
10.4.4. Permitir a los usuarios individualizar la codificación de colores.
10.4.5. Proporcionar contraste entre primer plano y fondo.
10.5.1. Proporcionar títulos de ventana únicos y significativos.
10.5.2. Proporcionar títulos de ventana que sean únicos en todo el sistema.
10.5.8. Permitir cambiar el tamaño de las ventanas.
10.5.9. Permitir minimizar, maximizar, restaurar y cerrar ventanas.
10.6.1. Usar patrones de tonos en lugar del valor del tono para transmitir información.
10.7.2. Permitir el control global de los subtítulos.
10.7.4. Colocar los subtítulos de forma que no oculten el contenido.
10.8.2. Permitir que los usuarios puedan repetir, rebobinar, pausar y saltar adelante o avanzar rápidamente.
10.8.3. Permitir al usuario controlar la presentación de múltiples flujos multimedia.
10.9.1. No transmitir la información únicamente mediante salida táctil.
10.9.2. Usa patrones táctiles familiares.
10.9.3. Permitir ajustar las salidas táctiles.
11.1.1. Proporcionar documentación y “Ayuda” compresibles.
11.1.4. Escribir las instrucciones y la “Ayuda”, sin hacer referencias innecesarias a dispositivos.
11.2.2. Proporcionar material de formación accesible.

C. Requisitos de accesibilidad web establecidos por la norma UNE 139803:2012. En las Tablas 3.2.13 y 3.2.14 se muestran los requisitos para alcanzar el nivel A y AA, respectivamente.

Tabla 3.2.13. Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.1.1. Contenido no textual.
1.2.1. Sólo audio y sólo vídeo (grabado).
1.2.2. Subtítulos (grabados).
1.2.3. Audiodescripción o Medio Alternativo (grabado).
1.3.1. Información y relaciones.
1.3.2. Secuencia significativa.
1.3.3. Características sensoriales.
1.4.1. Uso del color.
1.4.2. Control del audio.

2.1.1. Teclado.
2.1.2. Sin trampas para el foco del teclado.
2.2.1. Tiempo ajustable.
2.2.2. Poner en pausa, detener, ocultar.
2.3.1. Umbral de tres destellos o menos.
2.4.1. Evitar bloques.
2.4.2. Titulado de páginas.
2.4.3. Orden del foco.
2.4.4. Propósito de los enlaces (en contexto).
3.1.1. Idioma de la página.
3.2.1. Al recibir el foco.
3.2.2. Al recibir entradas.
3.3.1. Identificación de errores.
3.3.2. Etiquetas o instrucciones.
4.1.1. Procesamiento.
4.1.2. Nombre, función, valor.

Tabla 3.2.14. Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.2.4. Subtítulos (en directo).
1.2.5. Audiodescripción (grabado).
1.4.3. Contraste (mínimo).
1.4.4. Cambio de tamaño del texto.
1.4.5. Imágenes de texto.
2.4.5. Múltiples vías.
2.4.6. Encabezados y etiquetas.
2.4.7. Foco visible.
3.1.2. Idioma de las partes.
3.2.3. Navegación coherente.
3.2.4. Identificación coherente.
3.3.3. Sugerencias ante errores.
3.3.4. Prevención de errores (legales, financieros, datos).

En síntesis, esta adaptación del estándar normativo UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual a indicadores desglosados de valoración de la calidad se hace necesario para evaluar todos los aspectos de cualquier curso virtual en general, y particularmente, para cualquier MOOC.

En el siguiente apartado se realizará una comparativa entre los indicadores de las dimensiones de este instrumento adaptado de la Norma UNE 66181:2012 y los indicadores de los ejes de progresión didáctica de las dimensiones del instrumento ADECUR (análisis didáctico de modelos y estrategias de enseñanza de cursos universitarios en red).

3.3. COMPARATIVA ENTRE EL ESTÁNDAR ADAPTADO DE LA NORMA UNE 66181:2012 Y EL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN ADECUR[®]

Un MOOC es un camino para aprender, idealmente es un curso abierto, participativo, distribuido y una red de aprendizaje para toda la vida, es un camino de conexión y de colaboración, es un trabajo compartido (Vizoso, 2013). Este movimiento ha acaparado un interés mundial debido a su gran potencial para ofrecer una formación gratuita, de calidad y accesible a cualquier usuario independientemente de su país de procedencia, su formación previa y sin la necesidad de pagar por su matrícula (Liyanagunawardena *et al.*, 2013a)

Hoy en día, con la llegada acelerada de los cursos masivos, en línea y en abierto, se han considerado en la literatura divulgativa y científica como una revolución con un gran potencial en el mundo educativo y formativo (Bouchard, 2011; Aguaded *et al.*, 2013). El informe Horizon, liderado por el New Media Consortium y Educause, aporta un estudio prospectivo del uso de tecnologías y tendencias educativas en el futuro de distintos países. En su novena edición (Johnson *et al.*, 2013), destaca especialmente la incidencia de los MOOCs en el panorama educativo actual. Asimismo, la edición Iberoamericana orientada a la Educación Superior, iniciativa conjunta del "eLearn Center" de la UOC¹ y del *New Media Consortium*, indica que los cursos masivos abiertos se implantarán en nuestras instituciones de educación superior en un horizonte de cuatro a cinco años (Durall *et al.*, 2012).

En la línea de McAuley y otros (2010), se identifican una serie de aspectos pedagógicos que se plantean en el desarrollo de un MOOC. En primer lugar, hasta qué punto puede promover una investigación profunda y la creación de un conocimiento sofisticado, cómo articular la dicotomía amplitud frente a la profundidad de la participación de los estudiantes. Así como la participación puede extenderse más allá de las personas con acceso de banda ancha a Internet y avanzadas competencias en el uso de las redes sociales. Identificar los procesos y prácticas que podrían motivar a los usuarios merodeadores a ser más activos o adoptar roles más participativos. Por último, se deberían utilizar estrategias específicas para optimizar la contribución de los docentes y los participantes más avanzados.

En concordancia con los aspectos anteriores, este tipo de formación es utilizada por muchas organizaciones educativas sin garantizar el cumplimiento del apartado 6.2 de la Norma UNE-EN ISO 9001 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad, donde se establece que se debe "proporcionar la demanda necesaria a sus empleados y garantizar su competencia". En este sentido, la Norma UNE 66181:2012 sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual pretende servir como punto de referencia para identificar las características de las acciones formativas virtuales, y por ende, que los usuarios de formación no presencial puedan seleccionar los cursos que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y que las organizaciones educativas puedan mejorar su oferta y, con ello, la satisfacción de sus alumnos.

¹ Acrónimo de Universitat Oberta de Catalunya.

El análisis descriptivo comparativo entre instrumentos de evaluación de cursos virtuales producirá nuevos escenarios que ayudarán al diseño de herramientas de calidad más eficientes. Estos nuevos elementos serán capaces de disminuir el posible diferencial existente entre las expectativas de los participantes 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 mayor calidad. En este apartado se hace una comparativa entre los estándares de calidad de la citada Norma y los ejes de progresión didáctica correspondiente a un instrumento didáctico para el Análisis de los Modelos Didácticos y Estrategias de Enseñanza de Cursos Telemáticos de Formación Universitaria en Red (ADECUR[®]).

Este 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 subvencionados por el Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y desarrollado en el Laboratorio de Inteligencia Computacional, bajo la Dirección del Catedrático Dr. D. José L. Salmerón.

3.3.1. El instrumento de evaluación ADECUR[®]

ADECUR[®] es un instrumento de evaluación capaz de analizar e identificar los rasgos definitorios de la calidad didáctica de los cursos virtuales, desde los baremos proporcionados por el paradigma socio-constructivista e investigador, como vía para promover un desarrollo adecuado de los procesos de innovación docente (Cabero y López, 2009). Dicho instrumento, con marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas (número de expediente en vigor: 2855153), es fruto de un trabajo de la tesis doctoral del Dr. D. Eloy López Meneses titulada “*Análisis de los modelos didácticos y estrategias de enseñanza en Teleformación: diseño y experimentación de un instrumento de evaluación de las estrategias de enseñanza de cursos telemáticos de formación universitaria*”, con premio extraordinario de doctorado 2008/09, otorgado por la Universidad de Sevilla.

En este sentido, ADECUR[®] trata de analizar los modelos de enseñanza que presentan los cursos virtuales de formación y las estrategias de enseñanza que se pondrán de manifiesto por la presencia de unos determinados criterios estructurales y organizativos. Con ello se prima el ámbito más pragmático de la didáctica dentro de un marco de reflexión teórico. Este instrumento investiga en descubrir e indagar sobre la aproximación al modelo didáctico que subyace en cualquier curso virtual de formación vinculado al ámbito universitario y, en otro sentido, también se analizan las estrategias de enseñanza de los cursos universitarios en red.

Este instrumento didáctico consta de dos grandes dimensiones:

1. Dimensión psico-didáctica

Esta dimensión trata sobre los elementos del currículo y recoge diferentes aspectos del mismo: las intenciones educativas que persigue, la información que moviliza y transforma, las actividades que presenta y la secuenciación de las mismas, el ambiente de aprendizaje, el tipo de evaluación que utiliza y el seguimiento tutorial que ofrece.

Dicha dimensión se compone de seis ejes de progresión que representan el conjunto de componentes del pensamiento y la práctica del profesor y sus concepciones didácticas:

1. El “*ambiente virtual*”. Se entiende como el espacio virtual de interacción y comunicación de los participantes, el lenguaje empático utilizado, el contexto motivador, cordial y democrático que manifiesta dicho curso.
2. El “*tipo de aprendizaje que se promueve*”. Alude al aprendizaje significativo y colaborativo, a los recursos didácticos que usa para promover la comprensión. Igualmente, también hace referencia a la viabilidad de la funcionalidad de los aprendizajes construidos para su posterior aplicación en el ejercicio profesional.
3. Los “*objetivos*”. Describen los conocimientos, habilidades y actitudes que se consideran prioritarios para guiar el proceso de formación, sin exigir que todos los estudiantes logren al mismo tiempo un mismo aprendizaje. Igualmente, se valora su formulación y expresión clara y concisa.
4. Los “*contenidos*”. Es la información procedente de cualquier tipo de fuente: ideas previas y experiencias de los usuarios, aportaciones del profesor-tutor, documentos electrónicos, libros, webgrafía, vídeos, debates y/o contribuciones de los estudiantes u otros expertos. Asimismo, se tendrá en cuenta su relevancia, estructuración, lenguaje empleado, actualización y adaptación al nivel de los conocimientos del participante.
5. Las “*actividades y su secuenciación*”. Analizan aquellas actividades orientadas al enfoque constructivista e investigador, es decir, a relacionar los intereses y conocimientos previos de los estudiantes con las nuevas informaciones, desarrollo de procesos de reflexión, construcción y reconstrucción de conocimientos. Del mismo modo, las actividades destinadas a la planificación, análisis, organización y elaboración de la información. Asimismo, las que promueven la participación e implicación personal. También se contemplan las actividades y secuencias que se desarrollen en contextos próximos, significativos y contextualizados, las encaminadas a la toma de decisiones, simulaciones virtuales y la resolución de problemas. Y las orientadas a fomentar la interacción y el trabajo por proyectos.
6. La “*evaluación y la acción tutorial*”. Partiendo de la contribución de Cabero (2001), se considera que la evaluación debe basarse en múltiples perspectivas. Donde los criterios de evaluación que se asuman deben percibirse menos como elementos de control y más como elementos de autoanálisis. En este apartado, se recogen los siguientes indicadores para valorar si dicho curso se aproxima a una evaluación formativa y de carácter procesual. También, si está basada en la reflexión y seguimiento de los procesos teleformativos de los usuarios. Asimismo, se tiene en cuenta si en los

procesos de evaluación participan los estudiantes (autoevaluación y heteroevaluación), y si se incluyen procedimientos de retroacción y pruebas de evaluación, tanto cualitativos como cuantitativos. Igualmente, si dispone de un espacio para la evaluación del propio curso virtual y si los criterios de evaluación son coherentes con los demás elementos didácticos (objetivos, contenidos, actividades...). Respecto a la “*acción tutorial*”, se analiza si presenta el curso virtual un espacio para el asesoramiento y seguimiento para la aclaración puntual y personalizada de cualquier duda por parte del participante. Asimismo, se tiene en cuenta la figura del docente, en concreto si dinamiza, orienta y facilita el aprendizaje digital.

2. *Dimensión aspectos técnicos*

Esta dimensión describe los elementos técnicos que ofrece el curso en red desde la arquitectura de la información, el diseño del entorno, el sistema de navegación, usabilidad y sus elementos hipermedia. Se compone de un eje de progresión: “*recursos y aspectos técnicos*”. Hace referencia a aquellos elementos técnicos relacionados con la calidad del entorno hipermedia (imagen fija y en movimiento, sonido e iconos), con la amigabilidad del entorno, arquitectura de la información, facilidad de navegación y diseño del entorno (amigable, agradable, legible, motivador).

Además, se ha añadido unos nuevos elementos didácticos, los componentes de los ejes de progresión didácticos, para obtener una mayor profundización en el análisis de los modelos didácticos y estrategias didácticas de los cursos universitarios estudiados. Cada uno de estos ejes de progresión incluye a su vez un conjunto de componentes elementales para una mayor comprensión didáctica del modelo y de la estrategia didáctica adoptada por el curso. A continuación se describen estos veintitrés componentes elementales:

En cuanto al primer eje de progresión: “*ambiente virtual*”, se elaboró un único componente didáctico denominado: “*Relaciones de poder y afectivas*”. Con dicho componente se pretende evaluar si el entorno telemático, en general, es motivador y democrático. Para ello, se recopila información sobre la implicación personal y el fomento del trabajo colaborativo. La utilización de un lenguaje abierto y cordial. Para recoger datos sobre el ambiente afectivo y democrático, se analizan las relaciones sociales entre los participantes del curso a través del diálogo, normas de convivencia y el empleo de la personificación del entorno de trabajo para expresar estados de ánimo agradables, a través de animaciones o figuras animadas que acompañen al participante en su proceso formativo.

Respecto al segundo eje de progresión: “*aprendizaje*”, se relaciona con cuatro componentes:

1. “*Significatividad/comprensión*”. Se alude a los procedimientos y recomendaciones didácticas orientadas hacia la comprensión y el aprendizaje significativo, tales como: mapas o esquemas conceptuales, metáforas, ejemplos, preguntas, glosario,

simulaciones. Y aquellos recursos que contribuyen a relacionar los nuevos contenidos y experiencias con ideas y experiencias personales.

2. “*Interacción social*”. Se recogen la negociación y puesta en común de las concepciones personales de los usuarios.

3. “*Integración*”. Analiza las actividades, preguntas, esquemas, mapas conceptuales u otros recursos didácticos orientados a facilitar las relaciones entre conocimientos e ideas.

4. “*Funcionalidad*”. Recoge aquellas actividades que favorecen la aplicación de los conocimientos adquiridos a situaciones reales y cotidianas para los estudiantes. Igualmente, aquellas relacionadas con las competencias del perfil profesional del curso.

El eje de progresión: “objetivos”, se compone de dos componentes:

1. “*Función*”. Representa la aproximación a los objetivos definidos del curso, sin exigir un mismo aprendizaje final, pudiendo los estudiantes seguir su propio ritmo formativo.

2. “*Formulación*”. Define los objetivos que se proponen en el curso como intenciones de referencia a seguir. También, recoge como son definidos éstos, evitando sus enunciados ambiguos.

El siguiente eje de progresión: “contenidos”, consta de tres componentes elementales:

1. “*Función*”. Recoge el uso de diversos contenidos como fuente de información para la construcción de los aprendizajes formulados en los objetivos.

2. “*Diversidad de contenidos y de fuentes*”. Analiza la variedad de materiales y recursos que ofrece el curso (webgrafía, DVD, edublogs, wiki, vídeos, sindicación a noticias, etc.). La participación de agentes externos al curso (expertos, especialistas, otros profesores). Si los contenidos diseñados son válidos y actualizados. También, si se consideran las ideas y conocimientos previos de los estudiantes como contenidos del curso.

El último componente del eje de progresión relacionado con los contenidos es la: “*Significatividad potencial y validez didáctica*”. Alude a la relevancia e importancia de la información ofrecida y a la información construida por los participantes. Asimismo, se analizará si los contenidos son abordados con un creciente nivel de complejidad, es decir, desde lo más simples a los de mayor grado de dificultad y si se adaptan al nivel de conocimiento de los estudiantes. Lo mismo, en cuanto a si se promueve la utilización de diversas fuentes de información para probar su validez y funcionalidad. Por último, se valora el lenguaje científico utilizado (directo, conciso, adaptado a los discentes).

En lo referido al eje de progresión, “*actividades y secuenciación*”, se contempla seis componentes:

1. “*Tipos de actividades*”. Analiza las diferentes actividades que se desarrollan en el curso virtual. En concreto, las relacionadas con los intereses, ideas y experiencias previas de los educandos. Aquellas que se orienten a la integración de los conocimientos

previos con los nuevos contenidos adquiridos. Asimismo, las expresadas para promover la comprensión, la negociación, la resolución de problemas y la reflexión sobre lo aprendido.

2. “*Colaboración*”. Incluye las actividades que estimulan el trabajo grupal, como las herramientas que posibilitan el trabajo en equipo (chat, blogs, wiki, pizarra compartida). Además, actividades que favorecen el intercambio de ideas y experiencias a través de reuniones presenciales.

3. “*Autonomía*”. Hace referencia a la progresiva toma de decisiones, responsabilidades, sugerencias, propuestas por parte del alumnado.

4. “*Secuenciación*”. Analiza las propias secuencias de las actividades, como situaciones diseñadas intencionalmente para facilitar el enfoque integrador; es decir, actividades para la selección de problemas motivadores para el estudiante, actividades que facilitan la génesis de hipótesis y el contraste de conocimientos; y aquellas orientadas a la planificación y exploración de diversas fuentes de información. Asimismo, las dirigidas a estructurar, reestructurar, relacionar, comunicar, sintetizar los hallazgos encontrados. También contempla las actividades conducentes a elaborar conclusiones e informes científicos y por último, las encaminadas a valorar y reflexionar el propio proceso investigador.

5. “*Coherencia entre objetivos, contenidos y actividades*”. Recoge la congruencia de los diferentes elementos didácticos del curso virtual (objetivos, contenidos, actividades, procesos de evaluación).

6. “*Contextualización*”. Analiza las actividades que se plantean en situaciones reales y familiares para el usuario.

Igualmente, se valora su funcionalidad y significatividad.

El eje de progresión didáctica sexta denominada: “*evaluación y acción tutorial*”, consta de cuatro componentes:

1. “*Tipo de evaluación*”. Recoge la clase de evaluación que manifiesta el curso. En concreto, se analiza si la evaluación que se efectúa es procesual y continua basada en la reflexión y en la acción práctica educativa. Igualmente, si ésta se plantea como un proceso de ayuda, orientación y seguimiento del participante. Asimismo si analiza el progreso personal y académico durante su proceso virtual; incluyendo procedimientos de autoevaluación y heteroevaluación entre los educandos, y mecanismos de ayuda recíproca para paliar posibles dificultades de aprendizaje.

2. “*Instrumentos de evaluación*”. Incluye la implementación de diferentes pruebas (cuantitativas y cualitativas) para evaluar el progreso y los resultados de aprendizaje (conceptuales, procedimentales y actitudinales) de los estudiantes. Asimismo, si

presenta un espacio virtual para valorar el propio curso, su grado de satisfacción una vez realizado, y posibles sugerencias y propuestas de mejora.

3. “*Criterios de evaluación*”. Analiza la coherencia de los indicadores de evaluación con el enfoque integrador.

4. “*Tipo de acción tutorial*”. Hace referencia al asesoramiento didáctico. Alude al rol del profesorado en aspectos de seguimiento, supervisión, orientación, dinamización de los procesos virtuales. Asimismo, si dispone de recursos telemáticos para realizar consultas, resolver dudas o ayudar al estudiante durante su proceso formativo.

El último eje de progresión: “*recursos y aspectos técnicos*”, se compone de tres elementos:

1. “*Calidad del entorno hipermedia*”. Valora los elementos multimedia en red. Es decir, el texto, la imagen fija y en movimiento, el sonido y si los iconos son significativos, intuitivos, didácticos y relevantes para la formación del usuario.

2. “*Diseño y sistema de navegación*”. Recoge información sobre el diseño (homogéneo, uniforme, consistente, transparente) y si la navegación es adecuada (mapa web, visualización de las diferentes partes del curso, recuperación de la información, marcadores). Igualmente si incluye recursos relacionados con la planificación temporal (tablón, calendario).

Tabla 3.3.1.1. Dimensiones, ejes de progresión y grupos de indicadores de la versión final de ADECUR®.

Dimensión	Ejes de progresión didáctica	Componentes de los ejes de progresión didáctica	Grupos de indicadores	
Psico-didáctica	a) Ambiente virtual	1. Relaciones de poder y afectivas	1, 2.	
		1. Significatividad/compreñión	3, 4, 5, 6	
	b) Aprendizaje	2. Interacción social	7	
		3. Integración	8	
		4. Funcionalidad	9	
		5. Función	10	
	c) Objetivos	6. Formulaci3n	11, 12	
		7. Funci3n	13	
	d) Contenidos	8. Diversidad de contenidos y de fuentes	14, 15, 16, 17, 18	
		9. Significatividad potencial y validez didáctica	19, 20, 21, 22, 23, 24	
		10. Tipos de actividades	25, 26, 27, 28, 29, 30	
		11. Colaboraci3n	31, 32	
		e) Actividades y secuenciación (opci3n metodol3gica)	12. Autonomía	33
			13. Secuenciación	34, 35, 36
	f) Evaluaci3n y acci3n tutorial	14. Coherencia entre objetivos, contenidos y actividades	37	
		15. Contextualizaci3n	38, 39	
		16. Tipo de evaluaci3n	40, 41, 42, 43	
		17. Instrumentos de evaluaci3n	44, 45, 46	
		18. Criterios de evaluaci3n	47	
19. Tipo de acci3n tutorial		48, 49, 50, 51		
20. Calidad del entorno hipermedia		52		
Técnica-estética	g) Recursos y aspectos técnicos	21. Diseño y sistema de navegaci3n	53, 54, 55, 56	
		22. Facilidad de uso (usabilidad)	57	

3. “Facilidad de uso (usabilidad)”. Hace referencia al aspecto “usable” del entorno gráfico, es decir, si es fácil de usar, manejar, utilizar. Si es atractivo e intuitivo para el participante.

En la Tabla 3.3.1.1 se representan las dos dimensiones en relación con los ejes de progresión, sus componentes y los grupos de indicadores.

A título de ejemplo, se muestra en la Tabla 3.3.1.2 una versión documental del eje de progresión “ambiente virtual” de la dimensión psico-didáctica del instrumento. Esta hoja de registro permite apreciar los aspectos antes expuestos del mismo de un curso virtual.

Tabla 3.3.1.2. Hoja de registro del eje de progresión “ambiente virtual” de la dimensión psico-didáctica de ADECUR®.

Instrumento de Análisis Didáctico de las Estrategias de Enseñanza de Cursos Universitarios en Red (ADECUR®)				
Dimensión Psico-didáctica - Eje de progresión: Ambiente Virtual				
Ítem	Enunciado del ítem	Criterios	SÍ	NO
1	Potencia un contexto general motivador	1.1. Estimula al estudiante acerca de la utilidad y la importancia del propio curso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1.2. Invita a los estudiantes a la implicación personal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		1.3. Fomenta el trabajo en grupo de los estudiantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Favorece un ambiente afectivo y democrático	2.1. Existe algún espacio común para el diálogo y desarrollo de lazos sociales entre los miembros del curso (foros, bitácoras, wikis...) con normas de teleconvivencia y cordialidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2.2. Utiliza un estilo de lenguaje abierto y empático, evitando en lo posible las imposiciones autoritarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2.3. Promueve la participación en las decisiones colectivas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		2.4. Emplea la personificación del entorno gráfico para promover emociones y estados de ánimo positivos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Una vez descritas las dimensiones, los ejes de progresión didácticos y sus componentes, el instrumento final está constituido por 115 ítems. Cada ítem posee uno o varios criterios para responder a dos únicas opciones: “1”, si se cumple el criterio enunciado, o bien, “0”, si no aparece el mismo en el curso virtual.

Este instrumento didáctico nacido de esta investigación puede ser una herramienta didáctica muy interesante para los profesionales de la educación y expertos en el ámbito de los cursos MOOCs. En este sentido, se podría analizar el modelo didáctico y las estrategias de enseñanza de cursos universitarios MOOCs relacionados con las Ciencias Sociales.

Aunque su implementación siempre vendrá mediatizada por los criterios, algunas veces subjetivos, de los agentes evaluadores, se considera que el ADECUR® tiene un margen de error muy pequeño en aquellos cursos que una vez analizados correspondan al modelo transmisor, o bien, al integrador. Por otro lado, puede que el error se incremente en aquellos cursos pertenecientes al modelo de transición que se encuentren en la línea fronteriza con algunos de los dos modelos de Teleformación anteriores.

El estudio realizado abre una puerta a la innovación e investigación sobre la evaluación de la calidad de los cursos MOOC. La formación en red requiere el establecimiento de modelos pedagógicos orientados a promover un proceso de aprendizaje que combine la flexibilidad con una programación y una planificación muy bien estructurada. Todo ello con el establecimiento de vías abiertas de comunicación e intercambio en el aula virtual, las cuales facilitarán la creación de entornos que promuevan la construcción del conocimiento adaptado a las necesidades particulares de cada participante.

En este sentido, se hace necesario un acercamiento a lo participativo y compartido en el colectivo docente y discente (Mercader y Bartolomé, 2006), y además, evaluar esos entornos virtuales para conocer y reflexionar sus connotaciones socio-educativas. Y en este ámbito, se puede añadir que la investigación desarrollada realiza un aporte significativo en la innovación y evaluación de la didáctica-curricular al ofrecer un instrumento de evaluación de materiales hipermedia de carácter educativo y tecnológico.

En los siguientes apartados se tratarán los indicadores comunes de los instrumentos de evaluación y las diferencias de indicadores entre ambas herramientas. De esta forma, se pretende realizar un análisis interno de ADECUR[®] y de la Norma UNE 66181:2012. Análogamente al mundo del marketing empresarial, el análisis interno es una herramienta estratégica por excelencia, ya que el beneficio que se obtiene con su aplicación es conocer la situación real de ambos instrumentos, así como el riesgo y oportunidades que le brinda su utilización en la evaluación de cursos virtuales (Muñiz, 2010).

3.3.2. Análisis interno de los indicadores comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR[®]

Se ha tomado como premisa el análisis de los indicadores comunes de los subfactores de evaluación de calidad ADECUR y el estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 según las dimensiones de la norma. En este sentido, en la Tabla 3.3.2.1 se muestran los únicos indicadores comunes de calidad de la dimensión “*Metodología de aprendizaje*”, puesto que no hay ninguna otra dimensión que tenga indicadores comunes.

Tabla 3.3.2.1. Indicadores comunes de calidad de la dimensión “Metodología de aprendizaje” del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR[®].

Dimensión: Metodología de aprendizaje	Indicadores
Subfactor de satisfacción 2.1. Diseño didáctico-instruccional	Se describen unos objetivos generales
	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales
	Se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos
	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo
	Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje
	Las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista
	Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades)
	Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso
	La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad
	Subfactor de satisfacción 2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje
Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado	
Los alumnos pueden realizar actividades de autoevaluación	
Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje	
Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso	
Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación)	
Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...)	
Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	
Se programan sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador	
Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados)	
Subfactor de satisfacción 2.3. Tutoría	No hay tutoría
	Los tutores del curso responden a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido
	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido
	Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de los aprendizajes
	Se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...)
Subfactor de satisfacción 2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos
	Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a
	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asíncrona que permite la interacción entre los participantes
	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación
	Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ ²) y/o Ayuda Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje (mapas de navegación, mecanismos de búsqueda sencilla o por etiquetas, opción de volver atrás o deshacer, interfaz usable, etc.)

3.3.3. Análisis interno de los indicadores no comunes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y ADECUR[®]

² Acrónimo en inglés de Frequently Asked Questions

El análisis interno de indicadores no comunes conllevará unas debilidades o puntos débiles al instrumento que no los contemple. En este sentido, estos aspectos limitan o reducen la capacidad del alcance efectivo de dicha dimensión de la herramienta en la evaluación de cualquier curso MOOC. Sin embargo, al instrumento que posea dichos indicadores no comunes le supondrá unas fortalezas o puntos fuertes, que llevará consigo una ventaja en la capacidad del alcance dimensional de la evaluación. En la Tablas 3.3.3.1 se muestran los indicadores no comunes de los instrumentos.

Tabla 3.3.3.1. Indicadores no comunes de calidad del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR[®].

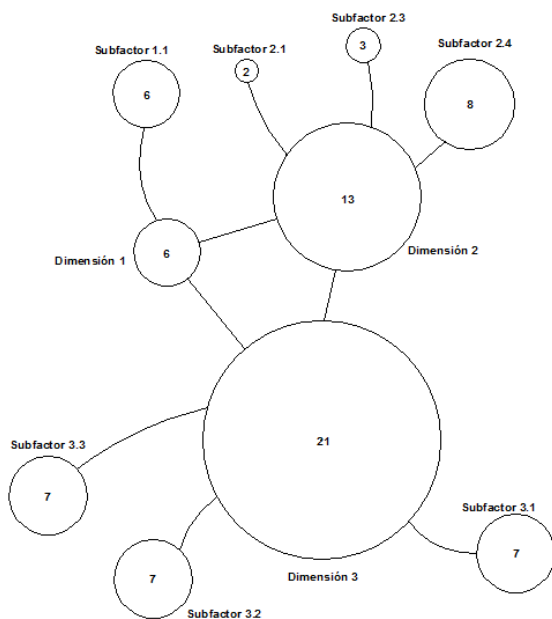
NORMA UNE 66181:2012	
Dimensión 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	Indicadores
Subfactor 1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	Todos
Dimensión 2: Metodología de aprendizaje	Indicadores
Subfactor de satisfacción 2.1. Diseño didáctico-instruccional	Los objetivos de aprendizaje se organizan por competencias Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido
Subfactor de satisfacción 2.3. Tutoría	Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado Se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a Permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia) Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales)
Subfactor de satisfacción 2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (RSS3, wiki, blog, redes sociales...)
Dimensión 3: Niveles de accesibilidad	Indicadores
Subfactor de satisfacción 3.1. Accesibilidad hardware	Todos
Subfactor de satisfacción 3.2. Accesibilidad software	Todos
Subfactor de satisfacción 3.3. Accesibilidad web	Todos
ADECUR	
Dimensión 1: Psico-didáctica	Indicadores
Subfactor 1.1 Ambiente virtual	Potencia un contexto general motivador Favorece un ambiente afectivo y democrático Contempla la posibilidad de diferentes niveles de conocimientos iniciales en los participantes
Subfactor de satisfacción 1.2. Aprendizaje	Introduce recursos que ayudan a relacionar las nuevas informaciones y experiencias con las concepciones y experiencias personales iniciales Emplea diferentes procedimientos para facilitar y mejorar la comprensión Impulsa la negociación y puesta en común de significados
Subfactor de satisfacción 1.4. Contenidos	Propone el uso de los diferentes contenidos como materia prima para la construcción de los aprendizajes perseguidos Los contenidos surgen en el contexto de cada una de las actividades propuestas por el curso Los contenidos documentales aportados por el curso están actualizados Tiene en cuenta como contenido los conocimientos previos de los estudiantes Permite realizar consultas a especialistas externos al curso virtual Los contenidos trabajados son relevantes La información y el lenguaje empleado es adecuado La formulación de los contenidos que aporta es adecuada al momento del proceso constructivo Facilita y promueve el acceso tanto a contenidos de tipo conceptual, como procedimental y actitudinal Promueve un acceso gradual a los contenidos relativos a cada aspecto abordado, desde las

³ Acrónimo en inglés de Really Simple Syndication

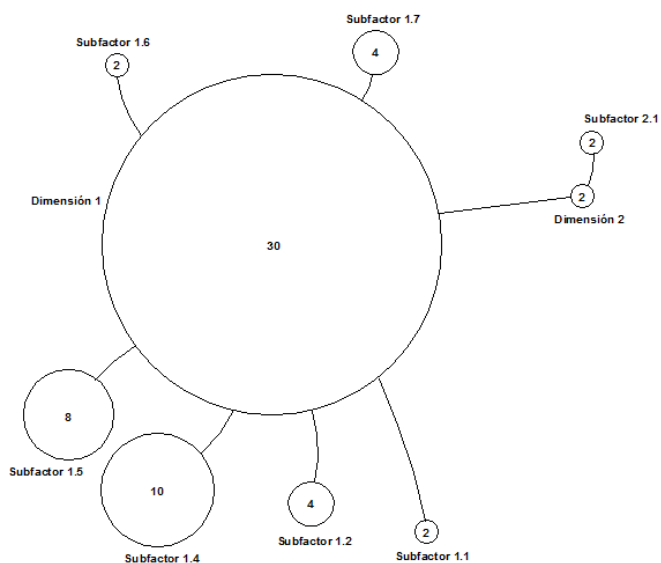
	formulaciones más simples a las más complejas
	Incluye actividades dirigidas a relacionar los intereses y conocimientos previos de los estudiantes con los nuevos contenidos
	Hay actividades expresamente dirigidas a integrar y relacionar conocimientos en esquemas más amplios
Subfactor de satisfacción 1.5. Actividades y secuenciación	Hay actividades dirigidas a facilitar la comunicación y debate de los conocimientos personales, así como la negociación de significados
	Incluye actividades de reflexión sobre lo aprendido, los procesos seguidos y dificultades afrontadas
	Incluye actividades que favorecen la toma de decisiones por los estudiantes
	Hay actividades que favorecen el aprendizaje autónomo
	Hay actividades que promueven el enfoque investigador
	Las actividades del curso se organizan en secuencias coherentes con perspectivas constructivistas e investigadoras sobre la enseñanza y el aprendizaje
Subfactor de satisfacción 1.6. Evaluación y acción	La evaluación es formativa
	Incluye procesos de evaluación protagonizados por los estudiantes
	Incluye la realización personal de diferentes pruebas de evaluación sobre los resultados de aprendizaje del curso
Subfactor de satisfacción 1.7. Tutorial	Presenta un espacio virtual para la evaluación del curso por parte de los estudiantes y proponer cambios
	El profesor-tutor orienta y dinamiza el inicio y desarrollo de las actividades
	El curso incorpora, opcionalmente, un elemento dinámico virtual que interviene como guía y amigo del estudiante
Dimensión 2: Técnica-estética	Indicadores
Subfactor de satisfacción 2.1. Recursos y aspectos técnicos	Facilita al estudiante la recuperación de la información
	Es fácil de utilizar

En la Figura 3.3.3.1 se representan las fortalezas del estándar adaptado de la Norma UNE 66181:2012 y del instrumento ADECUR[®]. Para ello, se simbolizan las dimensiones de los instrumentos como unos nodos de diferentes tamaños entrelazados. A su vez, cada dimensión está conectada a los subfactores integrantes de la misma. De esta manera, se puede representar la fortaleza de cada herramienta como un mapa de dimensiones y subfactores no comunes. A su vez, el número dentro del nodo de cada subfactor representa los indicadores no comunes de la herramienta que lo conforman y es proporcional al tamaño del mismo. De la misma forma, el número dentro del nodo de cada dimensión representa los indicadores no comunes de todos los subfactores que lo integran y también es proporcional a su dimensión.

En este sentido, se puede deducir que el estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 posee 6 indicadores no comunes de la dimensión 1 (que lo conforman los 6 indicadores del subfactor 1.1), 13 de la dimensión 2 (formados por los 2 del subfactor 2.1, 3 del subfactor 2.3 y 8 del subfactor 2.4) y 21 de la dimensión 3 (7 del subfactor 3.1, 3.2. y del 3.3). En cuanto al instrumento ADECUR[®], posee 30 indicadores no comunes de la dimensión 1 (2 del subfactor 1.1, 4 del subfactor 1.2, 10 del subfactor 1.4, 8 del subfactor 1.5, 2 del subfactor 1.6 y 4 del subfactor 1.7) y 2 de la dimensión 2 (formados por los 2 del subfactor 2.1).



Representación de los indicadores no comunes de los subfactores de las dimensiones de la Norma UNE 66181:2012



Representación de los indicadores no comunes de los subfactores de las dimensiones de ADECUR

Figura 3.3.3.1. Representación de las fortalezas del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR®.

Fuente: Ramírez y otros; (2015).

3.3.4. Propuestas de diseño de nuevos instrumentos de evaluación de calidad de cursos MOOCs

Una vez analizadas las fortalezas de los dos instrumentos anteriores, este apartado propone unas directrices o bases de configuración de un nuevo instrumento que no conlleve las deficiencias de los dos descritos anteriormente y sí sus fortalezas. Para ello, la nueva herramienta deberá constar de 4 dimensiones: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad, metodología de aprendizaje, niveles de accesibilidad y ambiente/clima del aula virtual. En las tres dimensiones existentes del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 se añadirán los indicadores no comunes de las dimensiones del instrumento ADECUR®. Sin embargo, la cuarta posible dimensión la aporta el eje de progresión didáctica “*Ambiente o clima del aula virtual*” del instrumento ADECUR®, que no tiene ningún indicador común en el estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012, y ello conlleva un nuevo factor clave de eficiencia en la configuración de nuevas herramientas eficientes. En la Figura 3.3.4.1 se representa este constructo de diseño como las dimensiones tetraédricas de los futuros instrumentos de evaluación de calidad de los cursos MOOCs.

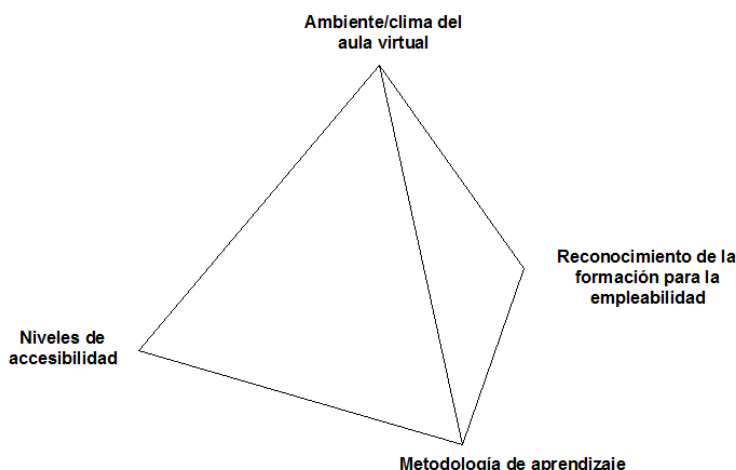


Figura 3.3.4.1. Representación de las dimensiones tetraédricas de los nuevos instrumentos de evaluación de calidad de los cursos MOOCs.
Fuente: Ramírez y otros; (2015).

En base a todo lo anterior, en la Tabla 3.3.4.1 se muestra la posible configuración de las nuevas herramientas de evaluación de calidad de los cursos MOOCs. Estos instrumentos deberán contemplar una base de indicadores comunes de calidad (Tabla 3.3.2.1), las cuatro dimensiones tetraédricas (Figura 3.3.4.1) y los subfactores o ejes de progresión de indicadores no comunes (Tabla 3.3.3.1).

Tabla 3.3.4.1. Diseño de las nuevas herramientas de evaluación de calidad de los cursos MOOCs.
Fuente: Ramírez y otros; (2015).

INDICADORES COMUNES DE CALIDAD			
Dimensión: Metodología de aprendizaje			
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
Herramientas ADECUR y UNE	Herramientas ADECUR y UNE	Herramientas ADECUR y UNE	Herramientas ADECUR y UNE
DIMENSIONES TETRAÉDRICAS			
Dimensión 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	Dimensión 2: Metodología de aprendizaje	Dimensión 3: Niveles de accesibilidad	Dimensión 4: Ambiente/clima del aula virtual
Subfactor de satisfacción 1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad (todos los indicadores)	Subfactor de satisfacción 2.1. Diseño didáctico-instruccional	Subfactor de satisfacción 3.1. Accesibilidad hardware	Subfactor de satisfacción 4.1. Relaciones de poder y afectivas (todos los indicadores)
	Subfactor de satisfacción 2.3. Tutoría	Subfactor de satisfacción 3.2. Accesibilidad software	
	Subfactor de satisfacción 2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Subfactor de satisfacción 3.3. Accesibilidad web	
Herramienta Norma UNE	Herramientas ADECUR y UNE	Herramienta Norma UNE	Herramienta ADECUR

Este análisis ajusta las diferencias entre un estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 y el instrumento ADECUR® a la acción formativa de los cursos MOOCs con la idea de representar un escenario cualitativo y analítico visual de los futuros instrumentos de valoración de la calidad de los cursos MOOCs. En este sentido, se hace necesario futuras investigaciones en el diseño de herramientas que ponderen unos indicadores de los

subfactores más fiables de cada una de las dimensiones a considerar y que certifiquen el nivel de calidad ofertado en dichos cursos eficientemente, tanto cualitativa como cuantitativamente.

De esta manera, se podrían 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 los cursos MOOCs 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 online, 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 del estudiante, 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.

En los siguientes apartados se ponderarán los indicadores de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 mediante técnicas difusas y se diseñará una herramienta de valoración de la calidad de los cursos MOOCs que muestre un escenario cuantitativo, cualitativo y de representación gráfica adaptada a la perspectiva isométrica que sea capaz de comparar la calidad de los cursos ofertados de las plataformas MOOC.

3.4. DISEÑO DE UN INSTRUMENTO DE VALORACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LA CALIDAD DE LOS MOOCs A PARTIR DEL ESTÁNDAR ADAPTADO DE LA NORMA UNE 66181:2012 Y MEDIANTE LÓGICA DIFUSA: EDUTOOL[®]

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), éstos comparten rasgos comunes con los cursos online.

Los MOOCs aparecen como el último estadio actual en la evolución del e-learning y su calidad es un campo emergente para investigadores y profesores universitarios preocupados por medir cualitativa y cuantitativamente este tipo de formación. Así pues, se deben centrar los estudios 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 base a ello, los principales estándares y consorcios que han desarrollado la calidad y que pueden utilizarse para la estandarización de los cursos son los siguientes (Hilera y Hoya, 2010):

1. IMS Global Learning Consortium. Es la asociación que más estándares de e-learning ha desarrollado, pues se trata de un consorcio sin ánimo de lucro con más de 300 miembros de todo el mundo (entre organizaciones educativas, empresas, etc.) interesados en el e-learning, cuya misión concreta es desarrollar especificaciones abiertas para el aprendizaje mediante herramientas de Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante TICs). IMS ha desarrollado, entre otros:

- LOM¹: especificación para el etiquetado de contenidos y la información que se ofrece al alumnado usuario.

- IMS CP²: especificaciones sobre empaquetado de contenidos para que puedan ser cargados en cualquier LMS³.

- IMS DALA, que son directrices sobre soluciones de accesibilidad para personas con cualquier tipo de diversidad funcional.

- IMS GWS⁴: especificación de interoperabilidad de servicios web.

- IMS QTI⁵: permite crear test y pruebas online utilizables en distintas plataformas LMS.

¹ Acrónimo en inglés de Learning Object Metadata.

² Acrónimo en inglés de Content Packaging.

³ Acrónimo en inglés de Learning Management System.

⁴ Acrónimo en inglés de General Web Services.

2. IEEE/LTSC⁶. Este comité del IEEE ha creado, entre otros, los siguientes estándares relacionados con el e-learning:

- IEEE 1484.1 LTSA⁷.
- IEEE 1484.4 DREL⁸.
- IEEE 1484.12.1 LOM⁹.

3. AICC¹⁰. Fue el primer organismo en crear estándares para la formación TIC, sobre todo encaminados a lograr la interoperabilidad entre sistemas.

4. AENOR¹¹. Su principal aportación en el campo de estándares e-learning es la norma UNE 66181 de calidad de formación virtual dirigida a desarrolladores y proveedores de formación TIC. Actualmente AENOR es miembro de la ISO (acrónimo en inglés de International Organization for Standardization, o en castellano, Organización Internacional para la Normalización). Para obtener esta certificación sobre un producto o servicio es necesario ponerse en contacto con AENOR para que realicen la auditoría correspondiente. La norma UNE 66181 se actualizó en julio de 2012, tras una primera versión que databa de 2008. Establece una rúbrica de indicadores de calidad con cinco niveles para cada uno de ellos.

5. ADL¹². Es una asociación, auspiciada por el Departamento de Defensa de EEUU y la Casa Blanca, que ha desarrollado la norma SCORM¹³, conjunto de especificaciones que garantizan en los productos de formación TIC accesibilidad, adaptabilidad, durabilidad, interoperabilidad y reusabilidad. SCORM abarca tres dimensiones diferenciadas:

- Modelo de Agregación de Contenidos (Content Aggregation Model).
- Entorno de Ejecución (Run-Time Environment).
- Secuenciación y Navegación (Sequencing and Navigation).

Por tanto, se hace necesario aplicar alguno de estos estándares a aspectos referidos a la calidad de los MOOCs. Para ello, se hará una concreción del estándar adaptado de la norma UNE 66181:12 mediante técnicas difusas y se diseñará una herramienta de valoración de la calidad de los cursos MOOCs que muestre un escenario cuantitativo, cualitativo y de representación gráfica adaptada a la perspectiva isométrica que sea capaz de comparar la calidad de los cursos ofertados de las plataformas MOOC.

⁵ Acrónimo en inglés de Question and Test Interoperability.

⁶ Acrónimo en inglés de Institute of Electrical and Electronics Engineers/Learning Technology Standards Committee.

⁷ Acrónimo en inglés de Learning Technology System Architecture, o en castellano, Arquitectura de Sistemas de Tecnología de Aprendizaje.

⁸ Acrónimo en inglés de Digital Rights Expression Language, o en castellano, Idioma de Expresión de Derechos Digitales.

⁹ Acrónimo en inglés de Learning Object Metadata, o en castellano, Metadatos Objeto de Aprendizaje.

¹⁰ Acrónimo en inglés de Aviation Industry Computer Based Training Committee, o en castellano, Comité de la Industria de la Aviación para el aprendizaje Basado en Computadoras.

¹¹ Asociación Española de Normalización y Certificación.

¹² Acrónimo en inglés de Advanced Distributed Learning, o en castellano, Aprendizaje Distribuido Avanzado.

¹³ Acrónimo en inglés de Sharable Content Object Referente Model, o en castellano, Modelo Referente de Objeto de Contenido para Compartir.

El escenario de estudio de la investigación 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 subvencionados por el Vicerrectorado de Docencia y Convergencia Europea de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla y desarrollado en el Laboratorio de Inteligencia Computacional, bajo la Dirección del Catedrático Dr. D. José L. Salmerón.

3.4.1. Valoraciones de las ponderaciones de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 por los jueces expertos

En el laboratorio citado anteriormente se han analizado las ponderaciones de los subfactores de cada una de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 sobre la Gestión de la Calidad de la Formación Virtual a los MOOCs mediante lógica difusa. Para ello se seleccionaron a 10 jueces expertos, todos ellos Inspectores de Educación de la Delegación Territorial de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía, y con extensa trayectoria profesional en supervisión, evaluación y asesoramiento del sistema educativo español, como se muestra en la Tabla 3.4.1.1. En este sentido, la selección intencional de los jueces asegura que los participantes sean expertos en un tema relevante (Bisquerra, 2004), y particularmente, para valorar la importancia de cada subfactor en la calidad de la formación virtual del estándar adaptado.

Tabla 3.4.1.1. Datos de los jueces expertos en la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

DATOS DE LOS JUECES EXPERTOS	
Jueces expertos (Inspectores de Educación)	Cargos y experiencias relacionados con la formación (previa al acceso a la Inspección Educativa)
JE01	Licenciado en historia, filología hispánica y filología clásica. Especialista de griego, latín y lengua castellana y literatura. Ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 15 años. Experiencia de 5 años como Jefe de Estudios. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE02	Maestro y licenciado en pedagogía. Especialista en Pedagogía Terapéutica. Ex-maestro de Enseñanza Primaria durante 12 años. Experiencia de 4 años como Secretario. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE03	Doctor en matemáticas con dos tesis doctorales (una de ellas internacional). Especialista en matemáticas. Ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 13 años. Experiencia de 8 años como Director. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE04	Ingeniero en informática. Especialista en sistemas informáticos. Ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 12 años. Experiencia de 3 años como Jefe de Estudios Adjunto. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE05	Licenciado y especialista en matemáticas. Ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 17 años. Experiencia de 13 años como Director. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE06	Maestro y licenciado en pedagogía. Ex-maestro de Enseñanza Primaria durante 10 años y ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 15 años. Experiencia de 5 años como Vicedirector. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE07	Doctor en ciencias sociales. Ingeniero Técnico Industrial y licenciado en humanidades. Ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 15 años. Profesor asociado a tiempo parcial en la Universidad durante 10 años. Experiencia de 8 años como Director. Autor de artículos en revistas especializadas.
JE08	Maestro y licenciado en pedagogía. Ex-maestro de Enseñanza Primaria durante 4 años y ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 18 años. Experiencia de 9 años como Director. Autor de artículos en revistas especializadas.

JE09	Maestra y licenciada en pedagogía. Ex-maestra de Enseñanza Primaria durante 8 años y ex-profesora de Enseñanza Secundaria durante 10 años. Experiencia de 6 años como Directora. Autora de artículos en revistas especializadas.
JE10	Maestro y licenciado en pedagogía. Ex-maestro de Enseñanza Primaria durante 12 años y ex-profesor de Enseñanza Secundaria durante 6 años. Experiencia de 7 años como Secretario. Autor de artículos en revistas especializadas.

En la Figura 3.4.4.1 se presenta el dossier dirigido a los expertos para la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 que se envió por correo electrónico el día 15 de septiembre de 2013. El archivo adjunto enviado al que se hace referencia se anexa al final de la Tesis Doctoral como Anexo 1.

Por D. Miguel Baldomero Ramírez Fernández
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla
Enviado el 15 de septiembre de 2013

Estimado/a experto/a,

Soy Miguel Baldomero Ramírez Fernández, profesor del Departamento de Organización de Empresa y Marketing de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Actualmente me encuentro realizando la Tesis Doctoral cuyo objeto de estudio gira en torno a un modelo de valoración de niveles de calidad para la formación virtual. Dicho proyecto de investigación está dirigido por D. Dr. José Luis Salmerón Silvera y D. Dr. Eloy López Meneses.

Le rogaría que rellenara, a través del siguiente enlace, el instrumento didáctico EDUTOOL[®] que pretende recabar la información necesaria para valorar la calidad de la oferta formativa de las organizaciones de una forma objetiva y explícita.

<http://bit.ly/1atTeam>

También se le adjunta un dossier informativo para una mayor comprensión de EDUTOOL[®].

Si tiene algún problema, con cualquier aspecto del mismo, le ruego se ponga en contacto a través del correo electrónico: mbramfer@upo.es.

Reciba un cordial saludo.

Muchas gracias por su participación.

Figura 3.4.1.1. Dossier para la realización de la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

De esta manera, en la Figura 3.4.1.2 se presenta la página web a la que se accede si se cliquea en el vínculo que se muestra en el mensaje del dossier de la Figura 3.4.1.1. Es un formulario diseñado con la aplicación *Google Forms*.



Cuestionario EDUTOOL
(marca registrada 3087298)

Este cuestionario pretende recabar la información necesaria para un trabajo de investigación de Tesis Doctoral que permita valorar la calidad de la oferta formativa de las organizaciones de una forma clara. Este resultado se basará en la identificación de pesos de los subfactores críticos que la norma UNE 66181:2012 establece en los siguientes tipos de formación virtual: autoformación, teleformación y formación mixta. Con ello, se mejora la oferta educativa de las entidades que oferten estas modalidades de docencia; y al estudiantado y clientes, se garantizaría la calidad de la formación virtual y el grado de satisfacción de sus necesidades y expectativas.

Este instrumento didáctico EDUTOOL® pretende recoger su opinión como experto/a sobre una serie de cuestiones relacionadas con la calidad de la formación virtual.

La escala de importancia se encuentra en el intervalo comprendido entre el 1, que corresponde a una “muy baja” calidad de la formación virtual, y por el contrario, el 5 hace referencia a importancia “muy alta”.

Por último, para contestar solo tiene que indicar la casilla de la valoración que considere oportuna. Sugerimos, que antes de marcar, consulte el dossier informativo adjuntado en su correo personal.

Muchas gracias por su tiempo.

*Obligatorio

DATOS PERSONALES

Nombre completo *

Figura 3.4.1.2. Formulario de *Google Forms* que ayuda a cumplimentar la valoración de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

En dicho formulario se les sugiere a los expertos que lean detenidamente el archivo adjunto que se aneja como Anexo I y se señalen con una X la importancia que tiene cada subfactor crítico en las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012. En la Tabla 3.4.1.2 se muestra el formato de este formulario planteado.

Tabla 3.4.1.2. Formulario que tienen que cumplimentar los expertos sobre la importancia que tiene cada subfactor en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

la importancia que tiene cada subfactor crítico para los expertos en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012				
Subfactor 1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 2.1. Diseño didáctico				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto

Subfactor 2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 2.3. Tutoría.				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 2.4. Entorno tecnológico				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 3.1. Accesibilidad hardware				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 3.2. Accesibilidad software				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto
Subfactor 3.3. Accesibilidad web				
1. Muy bajo	2. Bajo	3. Medio	4. Alto	5. Muy alto

3.4.1.1. Variables lingüísticas de los juicios de expertos

En la Tabla 3.4.1.1.1 se recogieron todas las valoraciones de los juicios de expertos hasta el 20 de octubre de 2013. La lógica difusa, a diferencia de la propia de Boole, contempla no sólo las opciones de verdadero y falso, sino también las múltiples variables de respuesta que se encuentran entre ambas. Es decir, es una alternativa a la lógica discreta en el sentido en que usa grados de pertenencia categorial en vez de adscribirse a categorías máximas de orden contrario (todo-nada; blanco-negro). 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 eviten esos problemas.

Tabla 3.4.1.1.1. Valoraciones de los expertos sobre la importancia que tiene cada subfactor en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

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
JE01	alto	alto	muy alto	medio	alto	alto	muy alto	alto
JE02	medio	medio	alto	bajo	medio	medio	medio	alto
JE03	medio	alto	muy alto	alto	alto	alto	alto	muy alto
JE04	medio	bajo	alto	alto	muy alto	medio	alto	muy alto
JE05	medio	medio	alto	bajo	medio	alto	medio	alto
JE06	medio	alto	alto	alto	muy alto	alto	alto	muy alto
JE07	alto	alto	muy alto	alto	muy alto	medio	medio	alto
JE08	alto	muy alto	alto	medio	muy alto	alto	alto	alto
JE09	bajo	medio	medio	alto	bajo	alto	alto	alto
JE10	alto	medio	medio	alto	muy alto	alto	alto	muy alto

En este sentido, los modelos difusos tienen variables que influyen en el comportamiento del sistema y las relaciones entre las variables que lo describen (Zadeh, 1973). En lógica difusa, los valores de las variables se expresan mediante términos lingüísticos, como “grandes, medianas y pequeñas” (Turksen y Zarandi, 1999; Zadeh, 2008). En esta misma línea, las variables lingüísticas de los expertos sobre la importancia que tiene cada subfactor en la calidad de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 se

expresan mediante los siguientes términos lingüísticos: “Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto” y “Muy alto”.

3.4.1.2. Funciones de inferencia

El conjunto difuso expresa el grado de pertenencia al conjunto que tiene cada uno de los elementos. El conjunto difuso A en X puede definirse, como se muestra en la Fórmula (43), como el conjunto de los pares ordenados:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (43)$$

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

Esta función de pertenencia establece el grado en que cada elemento pertenece a un conjunto difuso (Mendel, 2001). En este sentido, asocia para cada elemento de X (opinión del experto/a en los términos lingüísticos “Muy bajo”, “Bajo”, “Medio”, “Alto” y “Muy alto”) 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. Estas funciones son curvas que tienen forma triangular, trapezoidal, Gaussinas, etc. Aunque el criterio para la elección de las mismas debe considerar su simplicidad y eficiencia, las funciones Gaussianas son las más usadas (Russel y Campbell, 1996). Así pues, siguiendo esta línea para los términos lingüísticos de los expertos, la función utilizada es de tipo Π (forma de campana o gaussiana), como se muestra en la Figura 3.4.1.2.1.

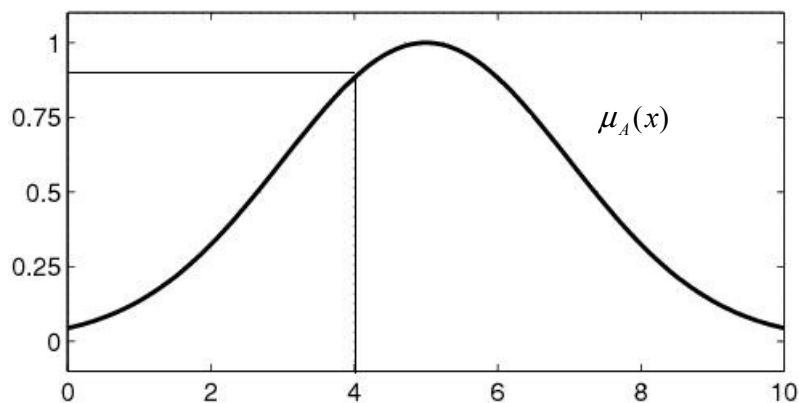


Figura 3.4.1.2.1. Función de inferencia tipo Π (forma de campana o Gaussiana).

Como se muestra en la Fórmula (44), la función simétrica Gaussiana depende de dos parámetros fundamentales: σ (desviación típica) y c (media).

$$f(x; \sigma, c) = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (44)$$

Así pues, en las Fórmulas de (45) se definen las variables lingüísticas de los expertos y en la Figura 3.4.1.2.2 la función de pertenencia de cada una de ellas.

$$\begin{aligned}
 \text{Muybajo} &= f(x;0.1062,0) \\
 \text{Bajo} &= f(x;0.1062,0.25) \\
 \text{Medio} &= f(x;0.1062,0.5) \\
 \text{Alto} &= f(x;0.1062,0.75) \\
 \text{Muyalto} &= f(x;0.1062,1)
 \end{aligned}
 \tag{45}$$

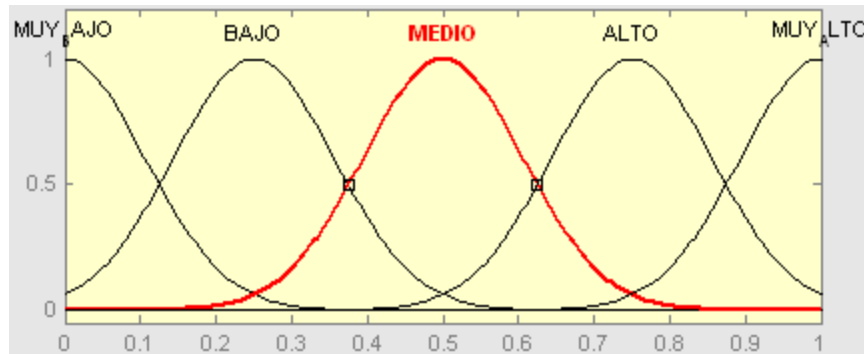


Figura 3.4.1.2.2. Funciones de pertenencia de las expresiones lingüísticas de los expertos.

3.4.1.3. Agregaciones de las variables lingüísticas

Después de la generación de todas las funciones de pertenencia y la base de reglas, en su caso, los datos numéricos de entrada se mapean con los datos numéricos de salida basados en las funciones de pertenencia. Las expresiones lingüísticas de los expertos de entrada se asignan inicialmente a las respectivas funciones de pertenencia y se localizan sus grados de pertenencia específicos. El proceso de “*decisión difusa*” o “*inferencia difusa*” se basa en la elección de un solo valor de pertenencia de salida según los distintos valores de las funciones de pertenencia de entrada. Así pues, en este caso se utilizó el método de inferencia difusa propuesto por Mamdani (Zadeh, 1965; Semerci, 2004; Rutkowski, 2004), como se muestra en la Fórmula (46).

$$\mu_C(y) = \max_k \left[\min \left[\mu_{A_i}(\text{input}(i)) \cdot \mu_{B_i}(\text{input}(j)) \right] \right]; \quad k = 1, 2, \dots, r
 \tag{46}$$

Esta expresión determina un valor de la función de pertenencia de salida para cada regla activa. Aunque en nuestro caso no se tienen reglas activas, si una regla estuviera activa, se aplicaría una operación *AND* entre entradas. En este sentido, se elegiría el valor de entrada más pequeño y su valor de pertenencia se determina como valor de pertenencia de la salida para dicha regla. Este método se repite de forma que las funciones de pertenencia de salida se calculan para cada regla. En resumen, gráficamente las operaciones *AND* (min) se aplican entre las entradas y las operaciones *OR* (max) entre las salidas.

Para este caso, tan solo se aplicará la agregación de las variables lingüísticas de los expertos mediante la función *Probabilistic OR*. Dicha función retorna la *OR* probabilística (también conocida como el *algebraic sum*). En este sentido, 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 esta investigación, la Figura 3.4.1.3.1 representa la agregación de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas de los expertos.

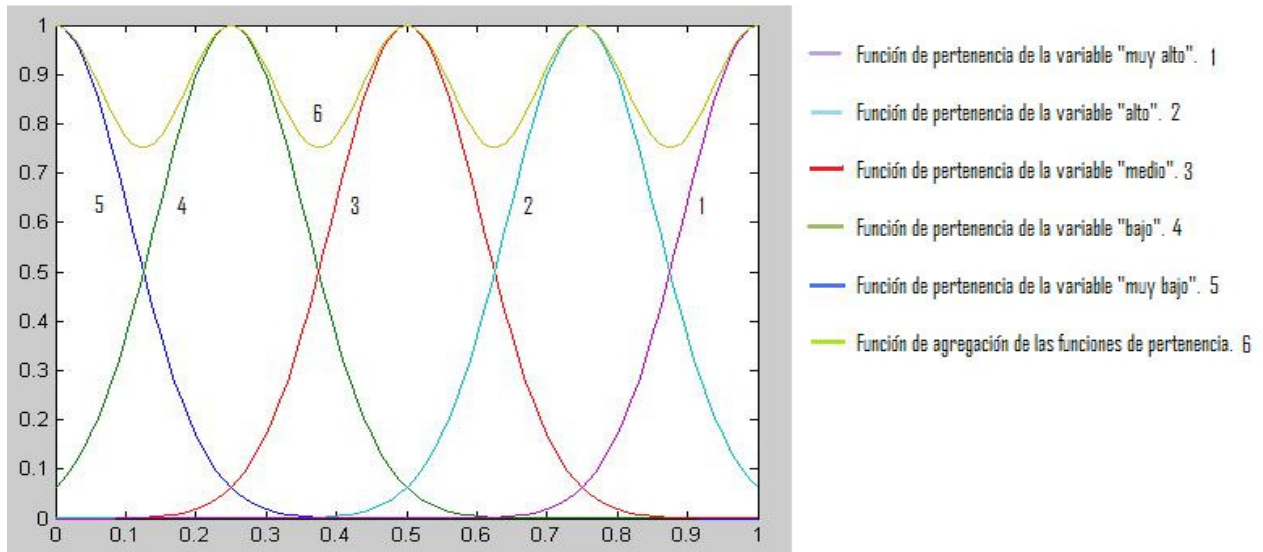


Figura 3.4.1.3.1. Función de agregación de las funciones de pertenencia de las variables lingüísticas de los expertos.

3.4.1.4. Defuzzificación de los datos

Las expresiones lingüísticas de los expertos están basadas en conjuntos difusos y se originan por la utilización de valoraciones lingüísticas. Después de formar los conjuntos difusos correspondientes a esta investigación, se hace necesario obtener una respuesta a estas interpretaciones. La defuzzificación 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 centro de gravedad o centroide de área (Ross, 1995; Faratin *et al.*, 1998). Así pues, se devolverá un valor defusificado de la función de pertenencia agregada asociada al valor de la variable x . Este defuzzificador especifica la salida y^* como el centro del área cubierta por la función de pertenencia del conjunto difuso B , que viene dada por la Fórmula (47).

$$y^* = y_q^{crisp} = \frac{\sum_{i=1}^R b_i^q \prod_{y_q} \mu_{B_i^q}(y_q) dy_q}{\sum_{i=1}^R \prod_{y_q} (y_q) dy_q} ; \text{ para el caso discreto} \tag{47}$$

$$y^* = y_q^{crisp} = \frac{\int_{i=1}^R b_i^q \prod_{y_q} \mu_{B_i^q}(y_q) dy_q}{\int_{i=1}^R \prod_{y_q} (y_q) dy_q} ; \text{ para el caso continuo}$$

donde R es el número de reglas difusas, b_i^q es el centro del área de la función de pertenencia de B_q^P asociado con el conjunto difuso implicado \hat{B}_q^i para i -ésima regla¹⁴ ($j, k, \dots, l; p, q$) _{i} , y la Fórmula (48) denota el área bajo $\mu_{\hat{B}_q^i}(y_q)$.

$$\prod_{y_q} \mu_{\hat{B}_q^i}(y_q) dy_q \quad (48)$$

En este sentido, el sistema difuso debe ser definido como las expresiones que se muestran en (49).

$$\sum_{i=1}^R \prod_{y_q} \mu_{\hat{B}_q^i}(y_q) dy_q \neq 0; \text{ para el caso discreto} \quad (49)$$

$$\int_{i=1}^R \prod_{y_q} \mu_{\hat{B}_q^i}(y_q) dy_q \neq 0; \text{ para el caso continuo}$$

para toda u_i , o la salida y_q^{crisp} , no será definida apropiadamente. Este valor no debe ser cero si existe una regla seleccionada para cada posible combinación de las entradas del sistema difuso y si todo el conjunto difuso de las consecuencias tiene área distinta de cero.

Por último, con el fin de simplificar el valor determinista del defuzzificador centro de gravedad, en la expresión (50) se muestra la fórmula de la salida y^* de todas las funciones de y_i con el correspondiente peso w_i (Kiska *et al.*, 1985).

$$y^* = \frac{\sum_{i=1}^R w_i y_i}{\sum_{i=1}^R w_i}; \text{ para el caso discreto} \quad (50)$$

$$y^* = \frac{\int_{i=1}^R w_i y_i dy_i}{\int_{i=1}^R w_i dy_i}; \text{ para el caso continuo}$$

Para el caso de esta investigación, se aplicará el caso continuo de la expresión (50). En este sentido, se hará una adaptación del centroide a la expresión (51).

$$y^* = \frac{\int_0^1 f(x) x dx}{\int_0^1 f(x) dx} \quad (51)$$

¹⁴ Se usará ($j, k, \dots, l; p, q$) _{i} = R^i para denotar la i -ésima regla difusa.

En base a lo anterior, se particulariza la fórmula anterior a los valores defuzzificados de los subfactores 1.1, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.1, 3.2 y 3.3 en las expresiones (52), (53), (54), (55), (56), (57), (58) y (59), respectivamente.

$$\text{Subfactor 1.1} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{0.02256} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{5 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{4 \cdot e \cdot 0.02256} dx} = 0,534 \quad (52)$$

$$\text{Subfactor 2.1} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{4x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{4x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{x \cdot e \cdot 0.02256} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{4 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{4 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{e \cdot 0.02256} dx} = 0,5584 \quad (53)$$

$$\text{Subfactor 2.2} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{5x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{3x \cdot e \cdot 0.02256} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{5 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{3 \cdot e \cdot 0.02256} dx} = 0,6632 \quad (54)$$

$$\text{Subfactor 2.3} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{2x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2x \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6x \cdot e \cdot 0.02256} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{2 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2 \cdot e \cdot 0.02256} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6 \cdot e \cdot 0.02256} dx} = 0,5241 \quad (55)$$

$$\text{Subfactor 2.4} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{2x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{5x \cdot e^{0.02256}} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.25)^2}{e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{2 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{2 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{5 \cdot e^{0.02256}} dx} = 0,5624 \quad (56)$$

$$\text{Subfactor 3.1} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{3x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{7x \cdot e^{0.02256}} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{3 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{7 \cdot e^{0.02256}} dx} = 0,6369 \quad (57)$$

$$\text{Subfactor 3.2} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{3x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{x \cdot e^{0.02256}} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.5)^2}{3 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{e^{0.02256}} dx} = 0,6517 \quad (58)$$

$$\text{Subfactor 3.3} = \frac{\int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6x \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{4x \cdot e^{0.02256}} dx}{\int_0^1 \frac{-(x-0.75)^2}{6 \cdot e^{0.02256}} dx + \int_0^1 \frac{-(x-1)^2}{4 \cdot e^{0.02256}} dx} = 0,7601 \quad (59)$$

En la Tabla 3.4.1.4.1 se muestran los valores defuzzificados de los subfactores obtenidos, los valores defuzzificados normalizados mediante la expresión (60) y los valores defuzzificados en porcentajes o pesos de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

$$X_{\text{normalizado}} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} + 1 \quad (60)$$

Tabla 3.4.1.4.1. Valores defuzzificados de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012.

Subfactores	Valores defuzzificados	Valores defuzzificados normalizados	Valores defuzzificados en %
Subfactor 1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad.	0,5340	1,0419	9,51
Subfactor 2.1. Diseño didáctico.	0,5584	1,1453	10,45
Subfactor 2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje.	0,6632	1,5894	14,45
Subfactor 2.3. Tutoría.	0,5241	1,0000	9,13
Subfactor 2.4. Entorno tecnológico.	0,5624	1,1623	10,61
Subfactor 3.1. Accesibilidad hardware.	0,6369	1,4780	13,49
Subfactor 3.2. Accesibilidad software.	0,6517	1,5407	14,06
Subfactor 3.3. Accesibilidad web.	0,7601	2,0000	18,25
Suma		10,9576	100

Los valores defuzzificados o pesos de los subfactores obtenidos se distribuirán de forma uniforme entre los indicadores de cada 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 una variable aleatoria que sólo pueda tomar valores comprendidos entre dos extremos a y b , todos los intervalos de una misma longitud (dentro de los extremos) tienen la misma probabilidad, como se muestra en la expresión (61). 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. Por tanto, 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.

$$f_x(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}; & \text{si } x \in (a,b) \\ 0; & \text{si } x \notin (a,b) \end{cases} \quad (61)$$

En base a lo anterior, se aclara el reparto de pesos o ponderaciones en el subfactor 1.1, como se muestra en la Tabla 3.4.1.4.2. 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 3.4.1.4.2. 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%
	Excelente	Se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	0,951%
		El título o certificado alcanzado posee validez internacional	1,902%
Peso del subfactor 1.1.: 9,51%			

3.4.1.5. Ponderaciones de los indicadores de los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012

En este apartado se presentan los porcentajes de todos los indicadores de cada una de las dimensiones. En este sentido, la Tabla 3.4.1.5.1 muestra los porcentajes de los indicadores desglosados de la dimensión de “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”. En las Tablas 3.4.1.5.2, 3.4.1.5.3, 3.4.1.5.4 y 3.4.1.5.5, los porcentajes de los indicadores desglosados de los subfactores de “*diseño didáctico-instruccional*”, “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*”, “*tutoría*” y “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”, respectivamente. Y por último, en las Tablas 3.4.1.5.6, 3.4.1.5.7 y 3.4.1.5.8, los porcentajes de los indicadores desglosados de los subfactores de “*accesibilidad hardware*”, “*accesibilidad software*” y “*accesibilidad web*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”, respectivamente.

Tabla 3.4.1.5.1. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*” de la dimensión de “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”.

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%			

Tabla 3.4.1.5.2. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*diseño didáctico-instruccional*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.1. Diseño didáctico-instruccional	Inicial	Se describen unos objetivos generales	2,090%
		Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales	1,045%
	Básico	Se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos	1,045%
		Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo	1,045%
	Bueno	Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje	1,045%
		Las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista	0,697%
	Muy bueno	Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades)	0,697%
		Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los	0,697%

Excelente	alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso	
	Los objetivos de aprendizaje se organizan por competencias	0,697%
	La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad	0,697%
	Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido	0,697%
Peso del subfactor 2.1.: 10,45%		

Tabla 3.4.1.5.3. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	Inicial	Los recursos formativos son únicamente material de consulta para el autoestudio	2,830%
		Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado	0,943%
	Básico	Los alumnos pueden realizar actividades de autoevaluación	0,943%
		Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje	0,943%
	Bueno	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso	1,415%
		Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación)	1,415%
	Muy bueno	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...)	1,415%
		Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	1,415%
	Excelente	Se programan sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador	1,415%
		Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados)	1,415%
	Peso del subfactor 2.2.: 14,51%		

Tabla 3.4.1.5.4. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*tutoría*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.3. Tutoría	Inicial	No hay tutoría	1,83%
	Básico	Los tutores del curso responden a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido	1,83%
		Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	0,91%
	Bueno	Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos	0,91%
		Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de los aprendizajes	0,91%
	Muy bueno	Se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...)	0,91%
		Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos	0,61%
	Excelente	Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado	0,61%
		Se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a	0,61%
	Peso del subfactor 2.3.: 9,13%		

Tabla 3.4.1.5.5. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*”.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Inicial	Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a	2,12%
	Básico	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asincrónica que permite la interacción entre los participantes	2,12%

Bueno	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación	0,71%
	Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ ¹⁵) y/o Ayuda	0,71%
	Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje (mapas de navegación, mecanismos de búsqueda sencilla o por etiquetas, opción de volver atrás o deshacer, interfaz usable, etc.)	0,71%
Muy bueno	Permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes	0,53%
	Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia)	0,53%
	Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros	0,53%
Excelente	Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales)	0,53%
	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje	0,53%
	Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos	0,53%
	Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje	0,53%
	Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (RSS ¹⁶ , wiki, blog, redes sociales...)	0,53%
Peso del subfactor 2.4.: 10,61%		

Tabla 3.4.1.5.6. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*accesibilidad hardware*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.1. Accesibilidad hardware	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	2,70%
	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	1,35%
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	1,35%
	Bueno	La plataforma hardware de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	1,35%
		Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	1,35%
	Muy bueno	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 que aplican a la acción formativa	2,70%
	Excelente	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la Norma UNE 139801:2003 que aplican a la acción formativa	2,70%
	Peso del subfactor 3.1.: 13,49%		

Tabla 3.4.1.5.7. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*accesibilidad software*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.2. Accesibilidad software	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	2,81%
	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	1,41%
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	1,41%
	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	1,41%
		Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	1,41%
	Muy bueno	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa	2,81%
	Excelente	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa	2,81%
	Peso del subfactor 3.2.: 14,06%		

¹⁵ Acrónimo en inglés de Frequently Asked Questions

¹⁶ Acrónimo en inglés de Really Simple Syndication

Tabla 3.4.1.5.8. Valores de los pesos de los indicadores del subfactor “*accesibilidad web*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*”.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad			
Subfactores de satisfacción	Niveles	Indicadores	Valoración
3.3. Accesibilidad web	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	3,65%
	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	1,83%
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	1,83%
	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	1,83%
		Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	1,83%
	Muy bueno	Cumple los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A de WCAG ¹⁷ 2.0)	3,65%
Excelente	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad AA de WCAG 2.0)	3,65%	
Peso del subfactor 3.3.: 18,25%			

En este apartado se omiten los requisitos en las Normas UNE 139801:2003, UNE 139802:2009 y UNE 139803:2012 para la accesibilidad del hardware, software y contenido web porque se especificaron anteriormente y no han sufrido modificaciones.

En resumen, esta propuesta de porcentajes de indicadores sobre la adaptación del estándar normativo UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual se hace necesario para evaluar cuantitativamente todos los aspectos de cualquier curso virtual en general, y particularmente, para cualquier MOOC.

En el siguiente apartado se realizará un sistema de reglas difuso sobre los subfactores de las dimensiones de este instrumento adaptado de la Norma UNE 66181:2012 para evaluar cualitativamente los MOOCs.

¹⁷ Acrónimo en inglés de Web Content Accessibility Guidelines

3.4.2. Sistemas de reglas difusos sobre los subfactores de las dimensiones del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012

El objetivo de este apartado es la generación de un SBRD¹ de los subfactores defuzzificados para obtener un componente de valoración cualitativa del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012 mediante unas relaciones entre los subfactores en base a un conjunto de reglas difusas *If-Then*. Esta declaración consiste en una parte *If* explicando la propuesta antecedente y la parte *Then* explicando la propuesta consecuente. El conjunto de pares de subfactores de entrada-salida se representan con la expresión (1).

$$(x_1^{(1)}, x_2^{(1)}; y^{(1)}), (x_1^{(2)}, x_2^{(2)}; y^{(2)}), \dots, (x_1^{(n)}, x_2^{(n)}; y^{(n)}) \quad (1)$$

donde x_1 (subfactor_i) y x_2 (subfactor_j) son entradas e y (valoración cualitativa del estándar adaptado) es la salida del sistema de dos entradas y una salida. Las reglas difusas se generarán a partir de estos pares de entrada y salida que determinan el mapeo $f : (x_1, x_2) \rightarrow y$ (Wang y Mendel, 1992).

En este apartado tan solo se tratará la generación de las reglas difusas y la base de reglas con la simple declaración *If-Then*. Ambas partes pueden tener múltiples condiciones separadas por operadores booleanos como *Y* (AND) y *O* (OR). Para obtener la valoración cualitativa del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012, cada regla se basa en un análisis adecuado sobre los subfactores defuzzificados obtenidos de entrada y la experiencia del autor de este trabajo de investigación.

De esta manera, también se considerará en este apartado el encadenamiento de Reglas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras (Castillo *et al.*, 1997). Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende, por una parte, de los hechos conocidos, y, por otra, de las reglas que se activan.

Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no pueden obtenerse nuevos hechos. Las relaciones entre los objetos implicados pueden representarse gráficamente, como se ilustra en la Figura 3.4.2.1, donde cada objeto se representa por un nodo. Las aristas representan la conexión entre los objetos de la premisa de la regla y el objeto de su conclusión. De esta manera, se puede apreciar que las premisas de algunas reglas coinciden con las conclusiones de otras reglas.

¹ Acrónimo en castellano de Sistemas Basados en Reglas Difusas o FRBS, acrónimo en inglés de Fuzzy Rule Based System

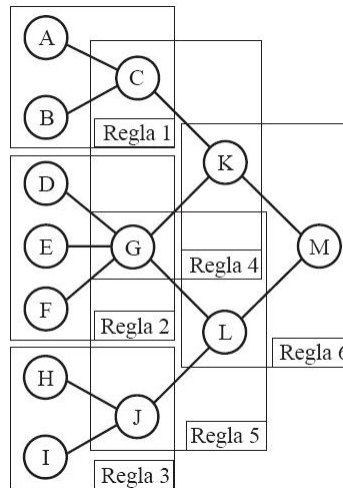


Figura 3.4.2.1. Una representación gráfica de las relaciones entre seis reglas.
 Fuente: Castillo y otros; (1997).

Así pues, se evidencia que la estrategia de Encadenamiento de Reglas encaja perfectamente en este problema planteado, pues diferencia claramente entre la memoria de trabajo y la base de conocimiento. La memoria de trabajo contiene datos que surgen durante el periodo de consulta entre los distintos subfactores. Las premisas de las reglas se comparan con los contenidos de la memoria de trabajo y cuando se obtienen nuevas conclusiones son pasadas también a la memoria de trabajo. A continuación se procede a realizar los pasos de la segregación del universo en regiones difusas y las generación de las reglas difusas y la base de reglas.

1. La segregación del Universo en regiones difusas

La segregación del Universo se realizará atendiendo al grado de ponderación de cada subfactor. De esta manera, los subfactores se clasificarán en PA (peso alto), PM (peso medio) y PB (peso bajo) dependiendo de la franja de la ponderación en la que se encuentre (Tabla 3.4.2.1). En este sentido, aquellos subfactores que posean un peso superior o igual al 18% serán considerados como PA, los que tengan un peso comprendido entre 11% y menos de 18% serán calificados como PM, y los que tengan un porcentaje menor del 11% serán PB.

Tabla 3.4.2.1. Clasificación de los subfactores.

Clasificación de los subfactores	Subfactores	Porcentaje o peso del subfactor
PA ≥18%	Sub. 3.3	18,25%
	Sub. 2.2	14,51%
PM <18% y ≥11%	Sub. 3.2	14,06%
	Sub. 3.1	13,49%
	Sub. 2.4	10,61%
PB <11%	Sub. 2.1	10,45%
	Sub. 1.1	9,51%
	Sub. 2.3	9,13%

En la Tabla 3.4.2.2 se muestran las valoraciones cualitativas de cada subfactor y la global del curso evaluado. De esta manera, cada subfactor será valorado de esta manera atendiendo al alcance del nivel acumulativo valorado positivamente por el mismo.

Tabla 3.4.2.2. Valoraciones cualitativas de cada subfactor y del curso completo.

Inicial
Básico
Bueno
Muy bueno
Excelente

Si se aplica esta premisa al ejemplo que se muestra en la Tabla 3.4.2.3, se evidencia que este subfactor posee una valoración cuantitativa del 8,56% pero una valoración cualitativa de “Bueno” debido a que no se tiene valorado positivamente el conjunto de indicadores del alcance del nivel “Muy bueno”, aunque sí se haya abarcado el nivel de “Excelente”. Es decir, la valoración cuantitativa queda considerada por cada uno de los indicadores valorados positivamente pero el aspecto cualitativo se toma de los niveles, con valoración positiva y completamente alcanzados, acumulados consecutivamente.

Tabla 3.4.2.3. Ejemplo de aplicación de la valoración cualitativa del subfactor de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” de la dimensión “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.

Dimensión 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Inicial	No se expide ningún diploma ni certificado (en caso de recibirse algo, señalar)	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input checked="" type="checkbox"/>	Básico	Los alumnos reciben un diploma de asistencia	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de evaluación de conocimientos adquiridos	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	El certificado de conocimientos está reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,951%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	Sí <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	0,951%
	<input checked="" type="checkbox"/>	Excelente	El título o certificado alcanzado posee validez internacional	Sí <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
Resumen de las valoraciones del subfactor 1.1					
Valoración cualitativa del subfactor 1.1	<input checked="" type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 1.1: (peso: 9,51%)		8,56%
	<input checked="" type="checkbox"/>	Básico			
	<input checked="" type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

2. La generación de las reglas difusas y base de reglas

La generación de las reglas difusas y la base de reglas se aplicarán a la valoración cualitativa global del curso evaluado. En este sentido, se tendrán en cuenta cada una de las valoraciones cualitativas de cada subfactor evaluado. Así pues, en la Tabla 3.4.2.4 se muestran algunas siglas necesarias en la aplicación de las reglas difusas.

Tabla 3.4.2.4. Siglas utilizadas en la aplicación de las reglas difusas.

Siglas	Significado
N	Nivel de valoración cualitativa del curso
E	Nivel Excelente
MB	Nivel Muy bueno
B	Nivel Bueno
Bas	Nivel Básico
I	Nivel Inical
Alm	Abreviatura de “al menos”
Res	Abreviatura de “resto”

En base a lo anterior, a continuación se muestran el sistema de Reglas Difusas contempladas para la valoración cualitativa del curso MOOC y en la Figura 3.4.2.2 se presenta implementado en la aplicación *Fuzzy Tool* de MatLab®.

R¹: If PA=E And

If (\forall PM=E And \forall PB=E)

Or

If (\forall PM=E And (Alm 2 PM=E And Res PB=MB))

Or

If ((Alm 2 PM=E And Res PM=MB) And (Alm 2 PB=E And Res PB=MB))

Then N=E

Else N=MB

R²: If PA=MB And If (\forall PM=E And \forall PB=E) Then N=E

R³: If PA=MB And

If (\forall PM=(E Or MB) And \forall PB=(E Or MB))

Or

If (\forall PM=(E Or MB) And (Alm 2 PM=(E Or MB) And Res PB=B))

Or

If ((Alm 2 PM=(E Or MB) And Res PM=B) And (Alm 2 PB=(E Or MB)
And Res PB=B))

Then N=MB

Else N=B

R⁴: If PA=B And If (\forall PM=E And \forall PB=E) Then N=E

R⁵: If PA=B And If (\forall PM=(E Or MB) And \forall PB=(E Or MB)) Then N=MB

R⁶: If PA=B And

If (\forall PM=(E Or MB Or B) And \forall PB=(E Or MB Or B))

Or

If (\forall PM=(E Or MB Or B) And (Alm 2 PM=(E Or MB Or B) And Res
PB=Bas))

Or

If ((Alm 2 PM=(E Or MB Or B) And Res PM=Bas) And (Alm 2 PB=(E Or
MB Or B) And Res PB=Bas))

Then N=B

Else N=Bas

R⁷: If PA=Bas And If (\forall PM=E And \forall PB=E) Then N=MB

R⁸: If PA=Bas And If (\forall PM=(E Or MB) And \forall PB=(E Or MB)) Then N=MB

R⁹: If PA=Bas And If (\forall PM=(E Or MB Or B) And \forall PB=(E Or MB Or B))
Then N=B

R¹⁰: If PA=Bas And

If (\forall PM=(E Or MB Or B Or Bas) And \forall PB=(E Or MB Or B Or Bas))

Or

If (\forall PM=(E Or MB Or B Or Bas) And (Alm 2 PM=(E Or MB Or B Or
Bas) And Res PB=I))

Or

If ((Alm 2 PM=(E Or MB Or B Or Bas) And Res PM=I) And (Alm 2
PB=(E Or MB Or B Or Bas) And Res PB=I))

Then N=Bas

Else N=I

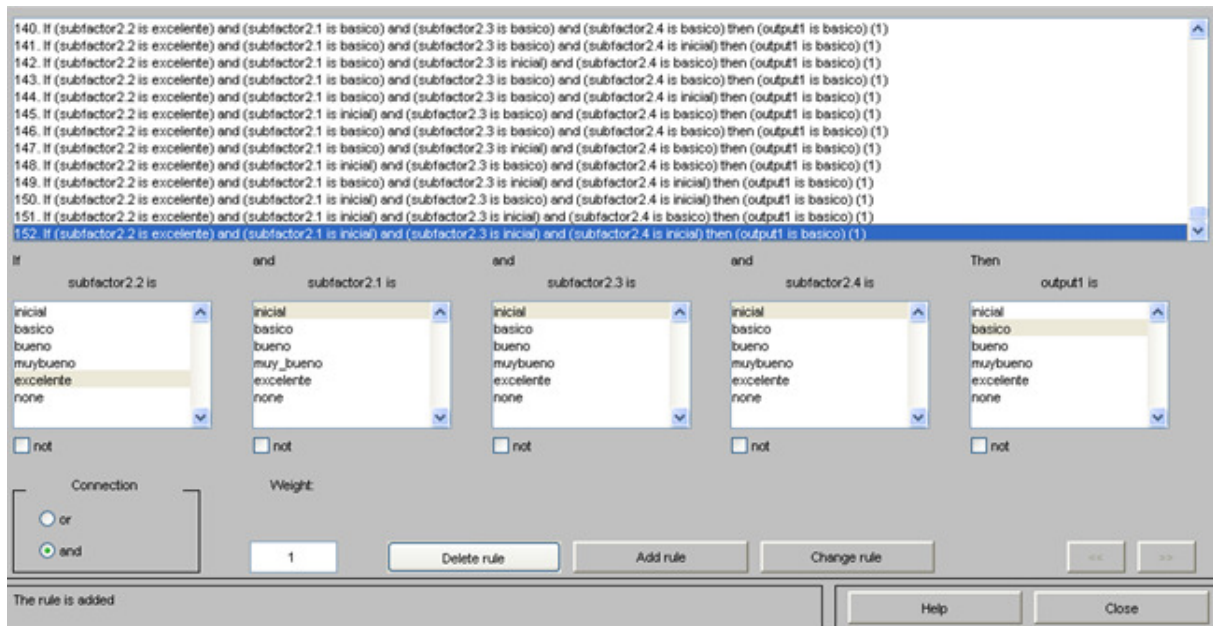


Figura 3.4.2.2. Sistema de Reglas Difuso en la aplicación Fuzzy Tool de MatLab®.

En la Figura 3.4.2.3 se representa gráficamente la obtención de la valoración cualitativa del curso atendiendo a las evaluaciones positivas de los niveles acumulados de cada subfactor mediante la aplicación *Fuzzy Tool* de MatLab®.

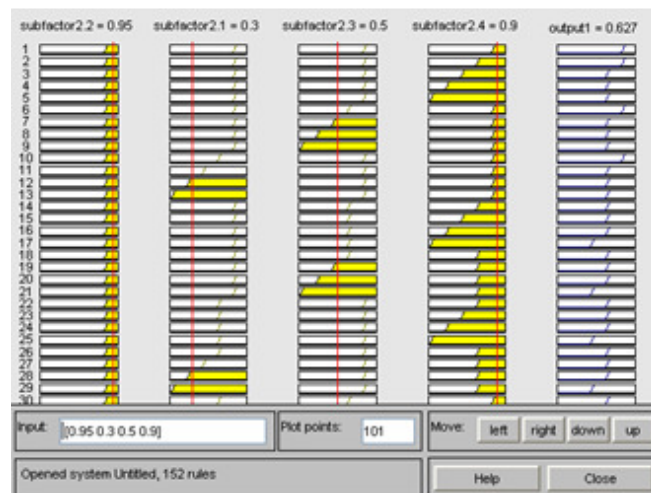


Figura 3.4.2.2. Valoración cualitativa del curso MOOC en la aplicación Fuzzy Tool de MatLab®.

Por tanto, esta propuesta de valoración cualitativa mediante Sistema de Reglas Difusas sobre el estándar normativo adaptado UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual completa la valoración, tanto cualitativa como cuantitativamente, de todos los aspectos de cualquier curso virtual en general, y particularmente, para cualquier MOOC. En base a todo lo anterior, en el siguiente apartado se planteará el instrumento EduTool® de valoración de calidad de los cursos MOOCs atendiendo a todas las premisas realizadas hasta ahora.

3.4.3. EduTool[®]: Una propuesta del instrumento de valoración cualitativa y cuantitativa de la calidad de los MOOCs a partir del estándar adaptado de la norma UNE 66181:2012

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:

1. Las dimensiones del estándar UNE 66181:2012.

- 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).

2. Un modelo de certificación de la calidad del curso.

3. Un informe con las deficiencias y propuestas de mejora de cada dimensión por subfactores.

Cada ítem es dicotómico (sí/no) y mide la claridad de las pretensiones de cada indicador del subfactor de la dimensión correspondiente.

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. Así pues, 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).

Esta investigación basa la validez del contenido del instrumento en la revisión bibliográfica efectuada y el marco teórico normativo sobre el que se asienta (el estándar UNE 66181:2012). 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). Así pues, 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.

En este apartado se presenta el instrumento EduTool® en su totalidad. En este sentido, la Tabla 3.4.3.1 muestra la dimensión de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”. En las Tablas 3.4.3.2, 3.4.3.3, 3.4.3.4 y 3.4.3.5, los subfactores de “diseño didáctico-instruccional”, “recursos formativos y actividades de aprendizaje”, “tutoría” y “entorno tecnológico-digital de aprendizaje” de la dimensión de “metodología de aprendizaje”, respectivamente. Y por último, en las Tablas 3.4.3.6, 3.4.3.7 y 3.4.3.8, los subfactores de “accesibilidad hardware”, “accesibilidad software” y “accesibilidad web” de la dimensión de “niveles de accesibilidad”, respectivamente.

Tabla 3.4.3.1. Subfactor “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” de la dimensión de “reconocimiento de la formación para la empleabilidad” del instrumento EduTool®.

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

Tabla 3.4.3.2. Subfactor “*diseño didáctico-instruccional*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.1. Diseño didáctico-instruccional	<input type="checkbox"/>	Inicial	Se describen unos objetivos generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,09%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%
			Se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%
			Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%
			Las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%
			Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Los objetivos de aprendizaje se organizan por competencias	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%
			La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%
		Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
Resumen de las valoraciones del subfactor 2.1					
Valoración cualitativa del subfactor 2.1	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.1 (peso: 10,45%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

Tabla 3.4.3.3. Subfactor “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial	Los recursos formativos son únicamente material	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,83%

		de consulta para el autoestudio		
	<input type="checkbox"/>	Básico	Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 0,943%
			Los alumnos pueden realizar actividades de autoevaluación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 0,943%
			Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 0,943%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%
			Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%
			Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se programan sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%
			Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 1,415%

Resumen de las valoraciones del subfactor 2.2

Valoración cualitativa del subfactor 2.2	<input type="checkbox"/> Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.2 (peso: 14,51%)
	<input type="checkbox"/> Básico	
	<input type="checkbox"/> Bueno	
	<input type="checkbox"/> Muy bueno	
	<input type="checkbox"/> Excelente	

Tabla 3.4.3.4. Subfactor “*tutoría*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.3. Tutoría	<input type="checkbox"/>	Inicial	No hay tutoría	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Los tutores del curso responden a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>		Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de los aprendizajes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>		Se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%
<input type="checkbox"/>	Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%	
			Se programan sesiones sincronas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%
Resumen de las valoraciones del subfactor 2.3					
Valoración cualitativa del subfactor 2.3		<input type="checkbox"/> Inicial <input type="checkbox"/> Básico <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Muy bueno <input type="checkbox"/> Excelente	Valoración cuantitativa del subfactor 2.3 (peso: 9,13%)		

Tabla 3.4.3.5. Subfactor “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” de la dimensión de “*metodología de aprendizaje*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial	Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,12%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asíncrona que permite la interacción entre los participantes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,12%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%

		Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ ¹) y/o Ayuda	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%	
		Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje (mapas de navegación, mecanismos de búsqueda sencilla o por etiquetas, opción de volver atrás o deshacer, interfaz usable, etc.)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%	
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
			Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (RSS ² , wiki, blog, redes sociales...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%
Resumen de las valoraciones del subfactor 2.4					
Valoración cualitativa del subfactor 2.4		<input type="checkbox"/> Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.4 (peso: 10,61%)		
		<input type="checkbox"/> Básico			
		<input type="checkbox"/> Bueno			
		<input type="checkbox"/> Muy bueno			
		<input type="checkbox"/> Excelente			

Tabla 3.4.3.6. Subfactor “*accesibilidad hardware*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
3.1. Accesibilidad hardware	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,70%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,35%

¹ Acrónimo en inglés de Frequently Asked Questions

² Acrónimo en inglés de Really Simple Syndication

		discapacidad				
		Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,35%	
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma hardware de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,35%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,35%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	2,70%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la Norma UNE 139801:2003 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	2,70%
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.1						
Valoración cualitativa del subfactor 3.1	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.1 (peso: 13,49%)			
	<input type="checkbox"/>	Básico				
	<input type="checkbox"/>	Bueno				
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno				
	<input type="checkbox"/>	Excelente				

Tabla 3.4.3.7. Subfactor “*accesibilidad software*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad						
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso	
	Alcance	Nivel				
3.2. Accesibilidad software	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	2,81%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,41%
			Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,41%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,41%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	1,41%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	2,81%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	2,81%
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.2						
Valoración cualitativa del subfactor 3.2	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.2 (peso: 14,06%)			
	<input type="checkbox"/>	Básico				
	<input type="checkbox"/>	Bueno				
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno				

Excelente

Tabla 3.4.3.8. Subfactor “*accesibilidad web*” de la dimensión de “*niveles de accesibilidad*” del instrumento EduTool®.

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
3.3. Accesibilidad web	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica (en caso de proporcionarse algo, señalar)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
			Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Cumple los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A de WCAG ³ 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%
<input type="checkbox"/>	Excelente	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad AA de WCAG 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%	
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.3					
Valoración cualitativa del subfactor 3.3	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.3 (peso: 18,25%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

En la Tabla 3.4.3.9 se presenta una certificación del curso MOOC evaluado con la inclusión de la valoración cuantitativa y los niveles acumulados cualitativos por subfactor, dimensión y la totalidad del curso.

Tabla 3.4.3.9. Certificación del nivel de calidad valorada por el instrumento EduTool®.

CERTIFICACIÓN DEL CURSO				
VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad				
Subfactor de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración
	Alcance	Nivel		
1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	<input type="checkbox"/>	Inicial		
	<input type="checkbox"/>	Básico		
	<input type="checkbox"/>	Bueno		
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
	<input type="checkbox"/>	Excelente		

³ Acrónimo en inglés de Web Content Accessibility Guidelines

VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración	
	Alcance	Nivel			
2.1. Diseño didáctico-instruccional	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.3. Tutoría	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 2		Niveles acumulativos		Peso	Valoración
		Alcance	Nivel		
2. Metodología de aprendizaje		<input type="checkbox"/>	Inicial		
		<input type="checkbox"/>	Básico		
		<input type="checkbox"/>	Bueno		
		<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
		<input type="checkbox"/>	Excelente		
VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración	
	Alcance	Nivel			
3.1. Accesibilidad hardware	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
3.2. Accesibilidad software	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
3.3. Accesibilidad web	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 3		Niveles acumulativos		Peso	Valoración
		Alcance	Nivel		
3. Niveles de accesibilidad		<input type="checkbox"/>	Inicial		
		<input type="checkbox"/>	Básico		
		<input type="checkbox"/>	Bueno		
		<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
		<input type="checkbox"/>	Excelente		
VALORACIÓN GLOBAL DEL CURSO					
Valoración cualitativa del curso	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del curso		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

En la Tabla 3.4.3.10 se muestra el formato de informe con las deficiencias y propuestas de mejora en cada subfactor y dimensión del instrumento EduTool[®] sobre los cursos valorados.

Tabla 3.4.3.10. Informe sobre las deficiencias y propuestas de mejora de los cursos valorados por el instrumento EduTool[®].

DEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA DE CADA SUBFACTOR	
DIMENSIÓN 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DIMENSIÓN 2: Metodología de aprendizaje	
2.1. Diseño didáctico-instruccional	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.1. Diseño didáctico-instruccional	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.3. Tutoría	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DIMENSIÓN 3: Niveles de accesibilidad	
3.1. Accesibilidad hardware	
Deficiencias	Propuestas de mejora
3.2. Accesibilidad software	
Deficiencias	Propuestas de mejora
3.3. Accesibilidad web	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA GLOBALES	
Deficiencias	Propuestas de mejora

A continuación se facilitan los requisitos en las Normas UNE 139801:2003, UNE 139802:2009 y UNE 139803:2012 para la accesibilidad del hardware, software y contenido web que se aclara en específica en la Tabla anterior.

A. Requisitos de accesibilidad del hardware establecidos por la Norma UNE 139801:2003. En la Tabla 3.4.3.11 se muestran los requisitos de prioridad 1 y en la Tabla 3.4.3.12 los requisitos de prioridad 2.

Tabla 3.4.3.11. Requisitos de prioridad 1 en la Norma UNE 139801:2003.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

4.1.1. Los botones e interruptores deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlos y activarlos.
4.1.2. Los botones e interruptores deben poder manejarse con una sola mano y su activación no requerirá movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
4.1.3. Los controles deben ser cóncavos, suficientemente grandes y tener una superficie no deslizante.
4.1.4. Los botones e interruptores deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlos provoque su activación.
4.1.5. El color no debe ser la única manera de distinguir los botones e interruptores.
4.1.6. Si existe activación mediante sensores biométricos, deben suministrarse formas alternativas de activación.
4.2.1. La fuerza necesaria para activar las teclas debe ser como máximo 22,2 N.
4.2.2. La pulsación de teclas debe transmitir al usuario la correspondiente sensación táctil y sonora.
4.2.3. Las teclas deben poder percibirse de forma táctil sin que el hecho de tocarlas provoque su activación.
4.2.4. El color no debe ser la única manera de distinguir teclas.
4.2.5. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el retardo necesario para que comience la repetición automática cuando se mantiene pulsada una misma tecla.
4.2.6. Se debe poder ajustar a 2 s como mínimo el tiempo que transcurre entre dos efectos consecutivos durante la repetición automática producida al mantener pulsada una misma tecla.
4.2.7. El ordenador debe disponer de un teclado independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de un teclado externo adicional.
4.2.8. Los periféricos deben ofrecer alternativas a la pulsación simultánea de varias teclas, si la acción correspondiente no es realizable por software.
4.3.1. El ordenador debe disponer de una pantalla independiente de la unidad central de proceso o bien admitir la conexión de una pantalla externa adicional.
4.4.1. Toda señal sonora importante debe proporcionarse de forma visual o bien estar disponible para que el software la recoja.
4.4.2. El volumen se debe poder controlar mediante un mando físico o mediante el software.
4.6.1. Las ranuras para tarjetas de expansión, los puertos y conectores deben cumplir las normas industriales comúnmente aceptadas.
4.8.1. La documentación del producto debe estar redactada de la forma más clara y sencilla posible, con un vocabulario adecuado para la tarea realizada por el producto.
4.8.2. La documentación del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.8.3. La información sobre las características de accesibilidad del producto debe estar disponible en formatos alternativos bajo petición del usuario, ajustándose a sus necesidades específicas y sin coste adicional.
4.9.1. El producto no debe generar campos electromagnéticos o de radio-frecuencia que puedan interferir con los usuarios de prótesis auditivas.
4.9.2. Si el producto tiene una cubierta, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.

- 4.9.3. Todos los componentes del sistema deben tener una base estable y no deslizante, excepto aquellos componentes que requieran ser desplazados para realizar alguna de sus funciones básicas.
- 4.9.4. El ordenador debe poder apagarse por software.
- 4.9.5. Los dispositivos que tengan bandejas de alimentación de papel, deben tener al menos una de ellas que permita colocar el papel sin necesidad de extraerla entera o levantar cubiertas adicionales.
- 4.9.6. Los dispositivos que tengan bandejas de salida de papel, deben tener al menos una de ellas sin cubierta o con posibilidad de eliminarla.

Tabla 3.4.3.12. Requisitos de prioridad 2 en la Norma UNE 139801:2003.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

- 4.1.7. Aquellas opciones de funcionamiento modificables por botones e interruptores deben ser también configurables mediante software.
- 4.1.8. El estado de todos los botones e interruptores de estado conmutable se debe poder distinguir visualmente y, además, a través de tacto o de sonido.
- 4.1.9. Las etiquetas de los botones e interruptores imprescindibles para el manejo del producto deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste, un tipo de letra sans-serif y una altura mínima de 4 mm.
- 4.1.10. Los símbolos de las etiquetas de los botones e interruptores deben estar normalizados o en su defecto, ser de uso común.
- 4.2.9. Debe existir una indicación visual y, además, sonora o táctil, sobre el estado en el que se encuentran las teclas de bloqueo y de estado conmutable.
- 4.2.10. Cada grupo funcional de teclas debe presentar un color distintivo.
- 4.2.11. Los grupos de teclas alfanuméricas y numéricas deben tener teclas guía con marca táctil.
- 4.2.12. Las etiquetas de las teclas deben ser fácilmente legibles: deben tener un alto contraste y un tipo de letra sans-serif.
- 4.3.2. El color, brillo y contraste se deben poder ajustar para adaptarse a las condiciones ambientales.
- 4.3.3. Si la pantalla ofrece un mecanismo para cambiar su posición, debe poder hacerse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen hacer mucha fuerza (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
- 4.3.4. Si la pantalla viene equipada con un receptor de televisión (analógica o digital), debe estar preparada para ser capaz de mostrar los subtítulos que emitan las cadenas de televisión.
- 4.4.3. El usuario debe poder seleccionar un volumen que sobrepase en 20 dB el nivel sonoro ambiental. Ámbito: ordenador y periférico.
- 4.4.4. Si un producto genera salida por síntesis de voz, se deben poder ajustar sus parámetros básicos: velocidad y tono.
- 4.4.5. Si un producto genera salida por voz, debe ofrecer algún mecanismo para escucharlo de forma privada (sin molestar a otros usuarios) y para interrumpir esa salida.
- 4.4.6. Si el producto genera una salida sonora por auriculares u otros dispositivos similares colocados cerca de la oreja, debe evitar interferencias con las prótesis auditivas.
- 4.5.1. La inserción y extracción de medios de almacenamiento debe poder realizarse con una sola mano y sin requerir movimientos que impliquen apretar fuertemente (fuerza máxima de 22,2 N), girar la muñeca o pinzar.
- 4.5.2. Las unidades de medios extraíbles deben estar en una posición tal que sea fácil localizarlas y utilizarlas.
- 4.5.3. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben permitir la expulsión del medio por software.
- 4.5.4. Las unidades lectoras de medios de almacenamiento extraíbles deben utilizar una plataforma móvil para insertar y extraer el medio.
- 4.5.5. El usuario debe ser advertido mediante señales visuales y sonoras cuando se produzca una inserción incorrecta de cualquiera de los medios de almacenamiento.
- 4.6.2. La fuerza requerida para conectar y desconectar cables y elementos externos no debe sobrepasar 22,2 N.
- 4.6.3. Los cables y sus correspondientes conexiones se deben poder reconocer a través del tacto y de la vista.
- 4.7.1. Cuando es necesaria una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un aviso antes de que el tiempo expire. Este aviso tendrá que ser percibido tanto de forma visual como sonora.
- 4.7.2. Cuando es necesario una respuesta del usuario en un tiempo determinado, debe proporcionarse un mecanismo para que el usuario pueda indicar que necesita más tiempo para dar dicha respuesta.
- 4.9.7. Si el producto tiene alguna tapa o puerta que proteja determinados controles, ésta debe disponer de un enganche que facilite su apertura.

B. Requisitos de accesibilidad del software establecidos por la Norma UNE 139802:2009. En las Tablas 3.4.3.13. y 3.4.3.14. se muestran los requisitos para alcanzar el nivel 4 y 5, respectivamente, de accesibilidad del software.

Tabla 3.4.3.13. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 4 de accesibilidad del software.
Fuente: Norma UNE 66181:2012.

8.1.1. Proporcionar un nombre a cada elemento de interfaz de usuario.
8.1.4. Hacer que los nombres estén disponibles para las ayudas técnicas (AT).
8.2.4. Facilitar la individualización del cursor y del puntero.
8.2.7. Permitir que el usuario controle el tiempo de respuesta.
8.3.1. Hacer que los controles de las características de accesibilidad sean fáciles de descubrir y operables.
8.3.3. Evitar interferir con las características de accesibilidad.
8.4.4. Proporcionar alternativas cuando las ayudas técnicas no estén operativas.
8.4.5. Permitir que el software pueda controlar la expulsión de medios.
8.4.9. Permitir que persistan los avisos o la información sobre errores.
8.5.2. Facilitar la comunicación entre el software y las AT.
8.5.3. Utilizar los servicios estándar de accesibilidad.
8.5.4. Hacer que la información de elementos de interfaz de usuario esté disponible para las ayudas técnicas.
8.5.5. Permitir que las ayudas técnicas cambien el foco de teclado y la selección.
8.5.6. Proporcionar descripciones de los elementos de interfaz de usuario.
8.5.7. Hacer que la notificación de eventos esté disponible para las ayudas técnicas.
8.5.9. Utilizar las entradas y salidas estándar del sistema.
8.5.10. Facilitar una presentación adecuada de tablas.
8.5.11. Permitir la instalación de emuladores de teclado o de dispositivos apuntadores.
8.5.12. Permitir que las ayudas técnicas supervisen las operaciones de salida.
8.6.1. Leer el contenido de sistemas cerrados.
8.6.2. Anunciar cambios en sistemas cerrados.
8.6.3. Operatividad a través de controles que sean reconocibles táctilmente.
8.6.4. Dejar pasar las funciones del sistema.
9.1.2. Permitir el control en paralelo de las funciones del dispositivo apuntador mediante teclado.
9.2.1. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto.
9.2.2. Proporcionar cursores de foco de teclado y de texto de gran visibilidad.
9.3.2. Facilitar el uso completo mediante teclado.
9.3.3. Permitir la entrada secuencial de combinaciones de teclas.
9.3.4. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de tecla.
9.3.5. Permitir el ajuste de la aceptación de la pulsación repetida de la misma tecla.
9.3.8. Permitir que los usuarios desactiven la repetición de teclas.
9.3.12. Reservar asignaciones de atajos de teclado de accesibilidad.
9.3.14. Separar la navegación con el teclado de la activación.
9.4.2. Proporcionar control directo de la posición del puntero para dispositivos externos.
9.4.4. Permitir cambiar la asignación de funciones de los botones de dispositivos apuntadores.
9.4.6. Proporcionar la función de mantener pulsado un botón de dispositivo apuntador.
9.4.9. Permitir el ajuste de parámetros de clics múltiples.
9.4.10. Permitir el ajuste de la velocidad del puntero.

-
- 9.4.11. Permitir el ajuste de la aceleración del puntero.
-
- 9.4.13. Proporcionar un medio para encontrar el puntero.
-
- 9.4.14. Proporcionar alternativas a operaciones simultáneas de puntero.
-
- 10.1.1. Evitar frecuencias de destello que provocan ataques epilépticos.
-
- 10.1.2. Permitir que el usuario pueda controlar la presentación de información dependiente del tiempo.
-
- 10.1.3. Proporcionar alternativas accesibles para información audiovisual relevante para la tarea.
-
- 10.2.4. Proporcionar acceso mediante teclado a la información que se representa fuera de la pantalla física.
-
- 10.4.1. No transmitir información utilizando únicamente el color.
-
- 10.5.3. Permitir la navegación sin puntero entre ventanas.
-
- 10.5.4. Permitir usar ventanas “siempre delante”.
-
- 10.5.5. Permitir al usuario controlar múltiples ventanas “siempre delante”.
-
- 10.5.7. Permitir posicionar las ventanas.
-
- 10.5.10. Permitir que las ventanas eviten tener el foco.
-
- 10.6.2. Permitir el control del volumen.
-
- 10.6.7. Permitir a los usuarios elegir alternativas visuales para salidas sonoras.
-
- 10.6.8. Sincronizar los equivalentes sonoros de eventos visuales.
-
- 10.6.9. Proporcionar servicios de síntesis de voz.
-
- 10.7.1. Mostrar cualquier subtítulo proporcionado.
-
- 10.7.3. Dar soporte a la configuración global de los subtítulos.
-
- 10.8.1. Permitir que los usuarios puedan detener, iniciar y pausar.
-
- 10.8.4. Actualizar alternativas equivalentes del contenido multimedia cuando este cambie.
-
- 11.1.2. Proporcionar documentación de usuario en formato electrónico accesible.
-
- 11.1.3. Proporcionar alternativas de texto en la documentación electrónica y en la “Ayuda”.
-
- 11.1.5. Proporcionar documentación y “Ayuda” sobre las características de accesibilidad.
-
- 11.2.1. Proporcionar servicios de soporte técnico accesibles.
-

Tabla 3.4.3.14. Requisitos en la Norma UNE 139802:2009 para alcanzar el nivel 5 de accesibilidad del software.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

-
- 8.1.2. Proporcionar nombres significativos.
-
- 8.1.5. Mostrar nombres.
-
- 8.1.6. Proporcionar nombres y etiquetas que sean cortos.
-
- 8.2.1. Facilitar la individualización de los ajustes de preferencias de usuario.
-
- 8.2.2. Facilitar el ajuste de los atributos de los elementos comunes de interfaz de usuario.
-
- 8.3.2. Protección contra la activación o desactivación accidental de las características de accesibilidad.
-
- 8.3.4. Informar al usuario del estado de las características de accesibilidad.
-
- 8.3.5. Informar a los usuarios de la activación de las características de accesibilidad.
-
- 8.3.6. Permitir la visualización persistente.
-
- 8.4.3. Proporcionar la funcionalidad de “Deshacer” o “Confirmar”.
-
- 8.4.6. Dar soporte a las operaciones de “Copiar” y “Pegar”.
-
- 8.4.8. Permitir la selección de elementos como alternativa a la escritura.
-
- 8.4.10. Presentar las notificaciones de usuario utilizando técnicas consistentes.
-
- 8.4.11. Proporcionar notificaciones de usuario comprensibles.
-
- 8.4.12. Facilitar la navegación hacia la ubicación de los errores.
-

8.5.8. Permitir que las ayudas técnicas accedan a los recursos.
9.1.1. Proporcionar entradas de teclado desde todos los mecanismos estándar de entrada.
9.1.3. Permitir el control de las funciones del teclado mediante el dispositivo apuntador.
9.1.4. Proporcionar servicios de reconocimiento de voz.
9.2.3. Restaurar el estado cuando se recupera el foco del teclado.
9.3.6. Permitir el ajuste del ritmo de repetición de teclas.
9.3.7. Permitir el ajuste de la activación de la repetición de teclas.
9.3.9. Proporcionar notificación acerca de las teclas de conmutación.
9.3.11. Proporcionar indicadores implícitos o explícitos.
9.3.15. Respetar convenciones de teclado de la plataforma.
9.3.16. Facilitar la navegación en listas y menús.
9.4.3. Proporcionar objetos fáciles de seleccionar con dispositivos apuntadores.
9.4.5. Proporcionar métodos de entrada alternativos para operaciones complejas de dispositivo apuntador.
9.4.7. Permitir el ajuste del tiempo mínimo antes de la aceptación de pulsaciones de botones de dispositivo apuntador.
9.4.8. Permitir el ajuste de la distancia mínima de arrastre.
10.3.1. No transmitir información únicamente mediante atributos visuales del texto.
10.3.3. Ajustar la escala y disposición de elementos de interfaz de usuario en función de los cambios de tamaño de letra.
10.4.3. Permitir la individualización de esquemas de colores.
10.4.4. Permitir a los usuarios individualizar la codificación de colores.
10.4.5. Proporcionar contraste entre primer plano y fondo.
10.5.1. Proporcionar títulos de ventana únicos y significativos.
10.5.2. Proporcionar títulos de ventana que sean únicos en todo el sistema.
10.5.8. Permitir cambiar el tamaño de las ventanas.
10.5.9. Permitir minimizar, maximizar, restaurar y cerrar ventanas.
10.6.1. Usar patrones de tonos en lugar del valor del tono para transmitir información.
10.7.2. Permitir el control global de los subtítulos.
10.7.4. Colocar los subtítulos de forma que no oculten el contenido.
10.8.2. Permitir que los usuarios puedan repetir, rebobinar, pausar y saltar adelante o avanzar rápidamente.
10.8.3. Permitir al usuario controlar la presentación de múltiples flujos multimedia.
10.9.1. No transmitir la información únicamente mediante salida táctil.
10.9.2. Usa patrones táctiles familiares.
10.9.3. Permitir ajustar las salidas táctiles.
11.1.1. Proporcionar documentación y “Ayuda” comprensibles.
11.1.4. Escribir las instrucciones y la “Ayuda”, sin hacer referencias innecesarias a dispositivos.
11.2.2. Proporcionar material de formación accesible.

C. Requisitos de accesibilidad web establecidos por la norma UNE 139803:2012. En las Tablas 3.4.3.15 y 3.4.3.16 se muestran los requisitos para alcanzar el nivel A y AA, respectivamente.

Tabla 3.4.3.15. Requisitos de nivel A en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.1.1. Contenido no textual.

1.2.1. Sólo audio y sólo vídeo (grabado).
1.2.2. Subtítulos (grabados).
1.2.3. Audiodescripción o Medio Alternativo (grabado).
1.3.1. Información y relaciones.
1.3.2. Secuencia significativa.
1.3.3. Características sensoriales.
1.4.1. Uso del color.
1.4.2. Control del audio.
2.1.1. Teclado.
2.1.2. Sin trampas para el foco del teclado.
2.2.1. Tiempo ajustable.
2.2.2. Poner en pausa, detener, ocultar.
2.3.1. Umbral de tres destellos o menos.
2.4.1. Evitar bloques.
2.4.2. Titulado de páginas.
2.4.3. Orden del foco.
2.4.4. Propósito de los enlaces (en contexto).
3.1.1. Idioma de la página.
3.2.1. Al recibir el foco.
3.2.2. Al recibir entradas.
3.3.1. Identificación de errores.
3.3.2. Etiquetas o instrucciones.
4.1.1. Procesamiento.
4.1.2. Nombre, función, valor.

Tabla 3.4.3.16. Requisitos de nivel AA en la norma UNE 139803:2012.

Fuente: Norma UNE 66181:2012.

1.2.4. Subtítulos (en directo).
1.2.5. Audiodescripción (grabado).
1.4.3. Contraste (mínimo).
1.4.4. Cambio de tamaño del texto.
1.4.5. Imágenes de texto.
2.4.5. Múltiples vías.
2.4.6. Encabezados y etiquetas.
2.4.7. Foco visible.
3.1.2. Idioma de las partes.
3.2.3. Navegación coherente.
3.2.4. Identificación coherente.
3.3.3. Sugerencias ante errores.
3.3.4. Prevención de errores (legales, financieros, datos).

Por tanto, esta adaptación completa del estándar normativo UNE 66181:2012 de calidad de la formación virtual mediante lógica difusa ha originado el instrumento EdutTool[®] de

valoración cualitativa y cuantitativa de cursos virtuales. De esta manera, este instrumento se utilizará en el próximo capítulo para la evaluación de una muestra de cursos MOOCs.

CAPÍTULO 4

Análisis y discusión de los resultados

Índice del Capítulo 4

4.1.	Selección de una muestra de plataformas y cursos MOOCs.	228
4.1.1.	La plataforma Udacity.	228
4.1.2.	La plataforma EdX.	229
4.1.3.	La plataforma MiríadaX.	231
4.1.4.	La plataforma Coursera.	232
4.2.	Valoración de la calidad de la muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante el instrumento EduTool®.	234
4.2.1.	Representación gráfica de la calidad en perspectiva isométrica adaptada.	236
4.2.1.1.	Representación gráfica de la calidad de la muestra de plataformas y cursos MOOCs en perspectiva isométrica adaptada.	238
4.2.2.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “reconocimiento de la formación para la empleabilidad”.	240
4.2.3.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “metodología de aprendizaje”.	241
4.2.3.1.	Subfactor 2.1: “Diseño didáctico-instruccional”.	241
4.2.3.2.	Subfactor 2.2: “Recursos formativos y actividades de aprendizaje”.	243
4.2.3.3.	Subfactor 2.3: “Tutoría”.	245
4.2.3.4.	Subfactor 2.4: “Entorno tecnológico-digital de aprendizaje”.	246
4.2.4.	Análisis de los indicadores de calidad de la dimensión “niveles de accesibilidad”.	248
4.2.4.1.	Subfactor 3.1: “Accesibilidad hardware”.	248
4.2.4.2.	Subfactor 3.2: “Accesibilidad software”.	248
4.2.4.3.	Subfactor 3.3: “Accesibilidad web”.	249

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

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 este sentido, se seleccionaron cuatro plataformas (tres en inglés y uno en castellano): Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera. Se empleó un muestreo no probabilístico intencional (McMillan y Schumacher, 2010), es decir, se seleccionaron los 5 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, un ingeniero experto en informática¹ y un pedagogo², ambos inspectores de educación, y valoraron la calidad de los cursos mediante el instrumento EduTool®. Éstos 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 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.

De esta manera, 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 esta investigación 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 la calidad de 5 cursos de las plataformas 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.

¹ Se adjunta sus méritos profesionales en el Anexo 2.

² Se adjunta sus méritos profesionales en el Anexo 3.

4.1. SELECCIÓN DE UNA MUESTRA DE PLATAFORMAS Y CURSOS MOOCs

En este apartado se va a realizar un recorrido por las plataformas seleccionadas y las características más importantes de cada uno de los cursos de la categoría de informática y ciencias de la computación de las mismas. En la actualidad se puede localizar una gran oferta de cursos MOOCs que abarcan casi todas las áreas de conocimiento y disciplinas. Algunos de estos cursos son completamente gratuitos y ofrecen una formación inicial o avanzada generalmente sin certificación oficial y otros proponen cursos de bajo coste y ofrecen pago por la certificación previa evaluación de las competencias adquiridas. Como el panorama y oferta es muy diversa, en este estudio se seleccionaron las plataformas Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera. No obstante, cada día surgen nuevas propuestas de plataformas que se incorporan a las ya existentes pero copiando casi las mismas funcionalidades y estructura que las seleccionadas.

4.1.1. La plataforma Udacity

El alemán Sebastian Thrun era un renombrado profesor de inteligencia artificial en la Universidad de Stanford. Tras ofrecer en 2011 un exitoso curso online de “Introducción a la Inteligencia Artificial” tomó plena conciencia de las posibilidades que ofrecía esta nueva forma de educación, gratuita e interactiva. Más de 160.000 personas participaron en dicho curso, muy lejos de las alrededor de 500 personas a las que llegaban las clases presenciales que Thrun impartía cada año en la universidad.

Eso le animó a abandonar su puesto en Standford y fundar junto a David Stavens y Mike Rokolsky, la Universidad online gratuita “Udacity”, que comenzó su andadura a principios de 2012 con un curso de introducción a los motores de búsqueda. A lo largo del año 2012, Udacity ha ido incorporando progresivamente más cursos relacionados con diferentes áreas de conocimiento. Unos cursos, con un perfil eminentemente científico-técnico, divididos en cuatro grandes categorías: Business, Computer Science, Mathematics y Physics; organizados a su vez en tres niveles de dificultad: beginner, intermédiaire y advanced (Vázquez *et al.*, 2013).

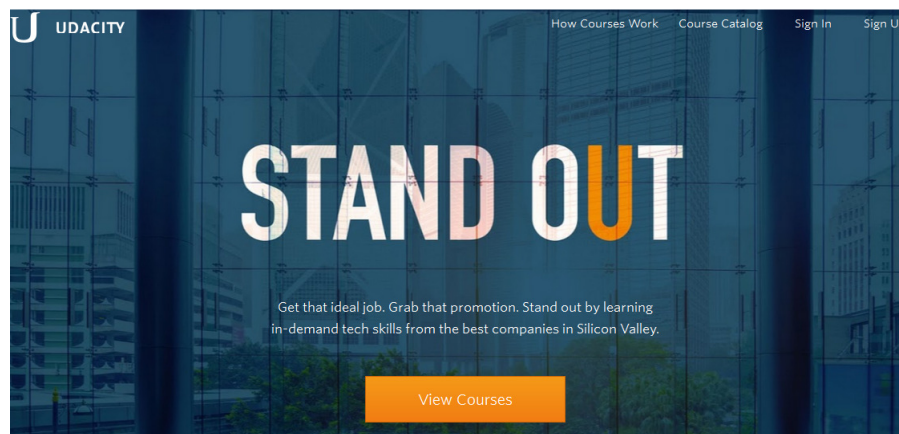


Figura 4.1.1.1. Página de inicio de la Plataforma Udacity.

Fuente: <https://www.udacity.com/>

Todos los cursos tienen una inscripción abierta, es decir, los alumnos pueden matricularse en uno o más cursos en cualquier momento tras el inicio de los mismos. Los cursos constan de varias unidades que comprenden conferencias de vídeo y pruebas integradas para asimilar ideas o comprender de manera adecuada los conocimientos que se van adquiriendo. Udacity no emite ningún diploma oficial como el que puede conceder cualquier Universidad tradicional. Tras finalizar un curso el alumnado recibe un certificado de finalización firmado por los profesores y en el que especifica el nivel de logro alcanzado. Sus principales características se concentran en los siguientes puntos (Vázquez *et al.*, 2013):

1. Simplicidad. Dispone de una sencilla interfaz compuesta, en general, por vídeos y las opciones de navegación entre temas y lecciones.
2. Integración. El progreso en las lecciones y el avance general de cada curso puede verse y desplegarse de una forma mucho más agradable mediante barras de colores en la sección “*My Courses*”. También se ha integrado, bajo los vídeos, el panel de “*Discussion*” para conocer lo que se está hablando y preguntando en la comunidad respecto a determinado tema.
3. Diseño adaptativo. Atendiendo al acceso frecuente a los cursos desde dispositivos móviles y de equipos con pantallas de diferentes tamaños, le han dado al diseño su toque de “*responsive*” que se adapta según el tamaño de la ventana del navegador, además de que se ha optimizado para ser más rápido en su carga y más ligero en la interacción.

Hay que tener en cuenta que la propuesta inicial de Udacity, al igual que la de otras plataformas similares, se basaba en la transmisión de conocimiento y que este llegara al mayor número de personas (Vázquez *et al.*, 2013).

En la Tabla 4.1.1.1 se muestran los atributos principales de los cursos MOOCs seleccionados de la plataforma Udacity, es decir, un código, título, la institución que lo imparte y la duración en semanas.

Tabla 4.1.1.1. Cursos seleccionados de la plataforma Udacity.

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

4.1.2. La plataforma EdX

El MIT³ ha puesto en marcha, en asociación con la prestigiosa Universidad de Harvard, la plataforma EdX. Los cursos de la OCW, ahora ofrecidos por gran parte de las

³ Instituto Tecnológico de Massachusett

Universidades en todo el mundo, dan acceso a materiales de nivel universitario a través de la web, de forma gratuita y libres de derechos. Sin embargo, no se consideran una enseñanza a distancia, ya que al finalizar el curso no se obtiene ninguna certificación ni diploma de aprovechamiento. Tampoco dan acceso a otro tipo de herramientas de comunidad, tales como foros, ni permiten la comunicación con los profesores que imparten las mismas asignaturas de forma presencial (Vázquez *et al.*, 2013).

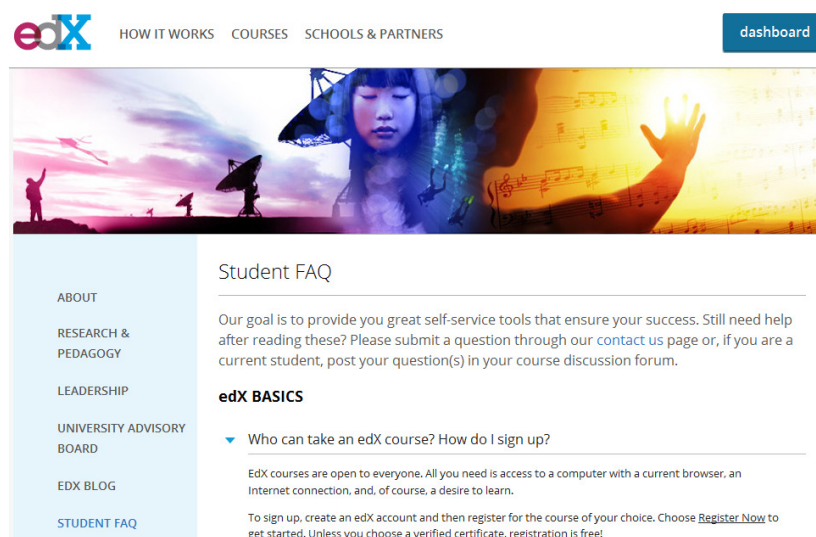


Figura 4.1.2.1. Página de inicio de la Plataforma EdX.

Fuente: <https://www.edx.org/>

Los cursos permitirán al estudiante que demuestre una cierta maestría en el curso realizado para obtener un certificado de aprovechamiento, a cambio, eso sí, de una módica cantidad de dinero. La plataforma open-source sobre la que se desarrollan los cursos está especialmente diseñada para la enseñanza on-line e incluirá grupos de discusión, herramientas wiki de aprendizaje colaborativo, laboratorios on-line e instrumentos de evaluación, para que el alumno pueda conocer su progreso durante el curso, con la posibilidad de que el alumno marque su propio ritmo.

Y aunque la plataforma EdX está especialmente diseñada para que los alumnos de estas Universidades amplíen conocimientos y tengan a su disposición las más modernas herramientas de enseñanza a distancia, los cursos del MIT y la Harvard University estarán a disposición de todo el mundo. Y esto es así, porque además de ser una plataforma de enseñanza a distancia, pretende ser una herramienta para estudiar el propio proceso, es decir, para investigar cómo los alumnos aprenden y cómo la tecnología puede facilitar la enseñanza, tanto la presencial como la realizada a distancia (Vázquez *et al.*, 2013).

En la Tabla 4.1.2.1 se muestran los atributos principales de los cursos MOOCs seleccionados de la plataforma EdX, es decir, un código, título, la institución que lo imparte y la duración en semanas.

Tabla 4.1.2.1. Cursos seleccionados de la plataforma EdX.

Código de los cursos	Títulos de los cursos	Institución	Duración (semanas)
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

4.1.3. La plataforma MiríadaX

En MiríadaX se pueden localizar cursos MOOCs de 1.232 Universidades de 23 países de Iberoamérica, entre las que se puede encontrar, por ejemplo, la Universidad Calos III de Madrid, la Universidad Politécnica de Valencia o la Universidad Politécnica de Cartagena. Como suele ser habitual en este tipo de plataformas, cada curso se organiza en módulos con el fin de facilitar su seguimiento por parte de los alumnos. Dichos módulos incluyen publicaciones, lecturas y material audiovisual narrado por el docente encargado del curso en cuestión. Se puede tener acceso a los foros para hacer consultas, resolver dudas y participar con los otros miembros de la comunidad. Al finalizar cada módulo, se lleva a cabo un sistema de evaluación y al terminar el curso, en algunos hay que hacer un trabajo final (Vázquez *et al.*, 2013). En la Figura 4.1.3.1 se muestra la página de inicio de esta plataforma.



Figura 4.1.3.1. Página de inicio de la Plataforma MiríadaX.

Fuente: <http://miriadax.net>

En la Tabla 4.1.3.1 se muestran los atributos principales de los cursos MOOCs seleccionados de la plataforma MiríadaX, es decir, un código, título, la institución que lo imparte y la duración en semanas.

Tabla 4.1.3.1. Cursos seleccionados de la plataforma MiríadaX.

Código de los cursos	Titulos de los cursos	Institución	Duración (semanas)
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

4.1.4. La plataforma Coursera

Coursera nació en el año 2011 como una plataforma de educación online con el fin de proporcionar cursos gratuitos en todo el mundo. Forman parte de Coursera algunas de las mejores Universidades del mundo, como Princeton, Stanford, Brown o el Berklee College of Music, entre otras muchas. Estos cursos son gratuitos, en inglés y de temáticas muy variadas. En este sentido, hay cursos de biología, negocios, ciencias computacionales, economía, humanidades, medicina, música, física, historia, etc. Aunque muchos de ellos son introductorios, otros requieren un cierto grado de conocimiento en el área de estudio para poder sacarles partido. El registro en esta plataforma suele ser gratuito. Una vez registrado, se pueden ver todos los cursos disponibles e inscribirse en el que el usuario desee.



Figura 4.1.4.1. Página de inicio de la Plataforma Coursera.

Fuente: <https://www.coursera.org>

Algunos cursos de Coursera exigen un ritmo de trabajo elevado. Así pues, hay que visualizar los vídeos, leer los textos propuestos, realizar los tests, escribir los ensayos (en

inglés) y comentar los ensayos de otros compañeros. Dado el elevado número de alumnos, los ensayos son comentados por otros compañeros, y el propio alumno ha de contribuir leyendo y comentando otros trabajos. En general, existe muy buena disposición a ayudar a los alumnos que no tienen un nivel alto de inglés. Los cursos pueden durar entre cuatro y once semanas, y la carga de trabajo ideal es de ocho a diez horas semanales, aunque cada uno organiza el tiempo de estudio de forma autónoma (Vázquez *et al.*, 2013). En la Figura 4.1.4.1 se muestra la página de inicio de esta plataforma.

En la Tabla 4.1.4.1 se muestran los atributos principales de los cursos MOOCs seleccionados de la plataforma Coursera, es decir, un código, título, la institución que lo imparte y la duración en semanas.

Tabla 4.1.4.1. Cursos seleccionados de la plataforma Coursera.

Código de los cursos	Titulos de los cursos	Institución	Duración (semanas)
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	Standford 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

4.2. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LA MUESTRA DE PLATAFORMAS Y CURSOS MOOCs MEDIANTE EL INSTRUMENTO EDUTOOL®

La valoración cuantitativa de la calidad de los cursos seleccionados de las plataformas Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera mediante el instrumento EduTool® queda reflejada en las Tablas 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4, respectivamente. Por otro lado, todos los cursos seleccionados fueron valorados cualitativamente como “Buena”. Se evidencia, de forma general, que 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%). 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 4.2.1. Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma Udacity mediante el instrumento EduTool®.

Udacity						
	CURSO Uda-1	CURSO Uda-2	CURSO Uda-3	CURSO Uda-4	CURSO Uda-5	\bar{x}_i
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	5,71	5,71	6,28
Dimensión 1	6,66	6,66	6,66	5,71	5,71	6,28
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
Dimensión 2	26,16	24,75	25,45	26,49	26,49	25,87
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
Dimensión 3	22,77	22,77	22,77	22,77	22,77	22,77
Valoración total	55,59	54,18	54,88	54,97	54,97	54,92

Tabla 4.2.2. Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma EdX mediante el instrumento EduTool®.

EdX						
	CURSO EdX-1	CURSO EdX-2	CURSO EdX-3	CURSO EdX-4	CURSO EdX-5	\bar{x}_i
Subfactor 1.1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
Dimensión 1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
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
Dimensión 2	31,25	31,25	35,31	35,33	30,72	32,77
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
Dimensión 3	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19
Valoración total	61,10	61,10	65,16	65,18	60,57	62,62

Tabla 4.2.3. Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma MiriadaX mediante el instrumento EduTool®.

	MiriadaX					\bar{x}_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
Dimensión 1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
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
Dimensión 2	22,56	20,82	21,18	21,86	16,37	20,56
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
Dimensión 3	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19
Valoración total	52,41	50,66	51,03	51,71	46,22	50,40

Tabla 4.2.4. Valoración cuantitativa de la calidad (en %) de los cursos MOOCs de la plataforma Coursera mediante el instrumento EduTool®.

	Coursera					media cursos
	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
Dimensión 1	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
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
Dimensión 2	34,08	37,18	37,18	37,88	36,13	36,49
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
Dimensión 3	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19	23,19
Valoración total	63,93	67,03	67,03	67,72	65,98	66,34

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 MiriadaX 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 con una valoración del 23,19%, en las plataformas de Coursera, EdX y MiriadaX, y de un 22,77% en la plataforma de Udacity.

4.2.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA CALIDAD EN PERSPECTIVA ISOMÉTRICA ADAPTADA

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 la Figura 4.2.1.1 se observa la representación en el espacio de dos triángulos de valoración de calidad MOOC. Por un lado, se encuentra el triángulo órtico ideal de calidad suprema MOOC, que muestra un triángulo equilátero con las máximas puntuaciones en todas las dimensiones de calidad (corta a los ejes en el punto 1 de los mismos ejes, o el equivalente al 100% del total de la ponderación). Este triángulo ideal recibe el calificativo de órtico porque es paralelo al plano de proyección de calidad y servirá como referente para medir la “falta de calidad” de los MOOCs. En este sentido, también se ha representado el triángulo de calidad real de un curso MOOC cualquiera, plano oblicuo (casi siempre) que corta a los ejes citados anteriormente en puntos inferiores a 1.

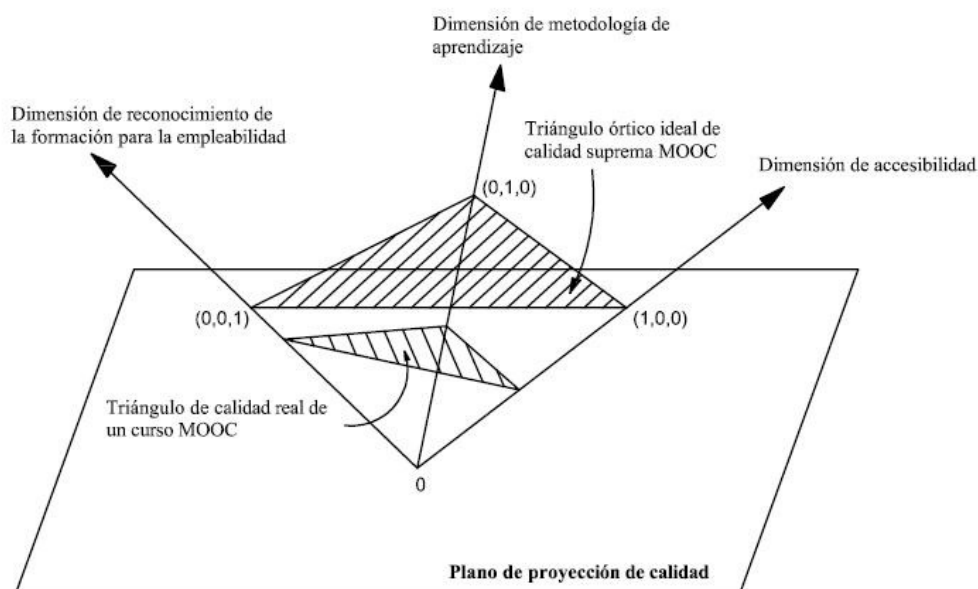
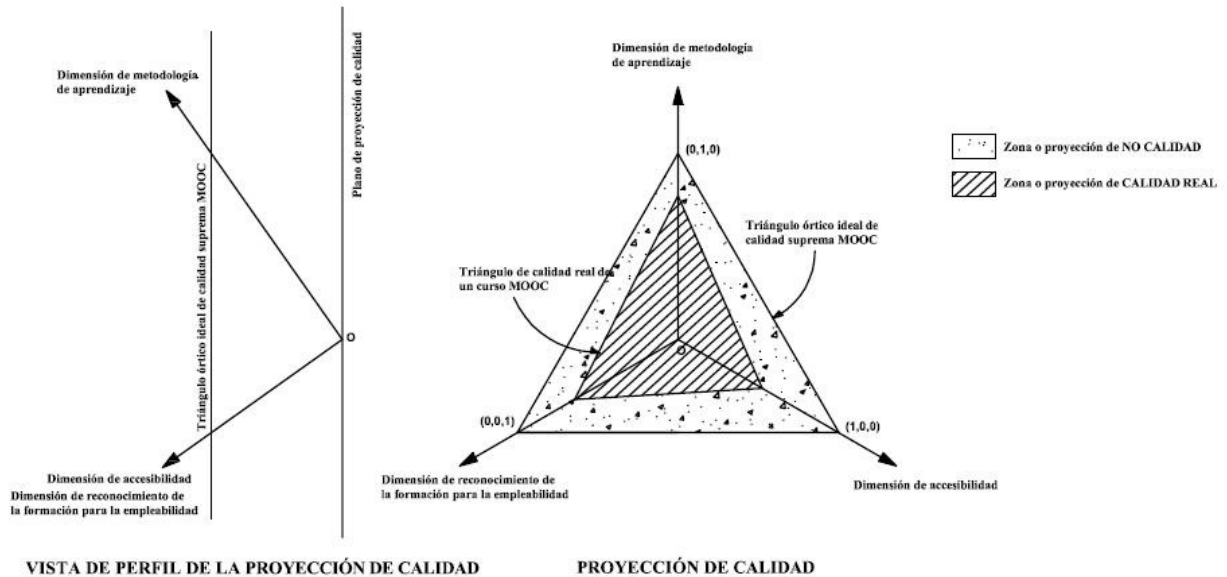


Figura 4.2.1.1. Representación en el espacio isométrico de los triángulos de calidad MOOC.

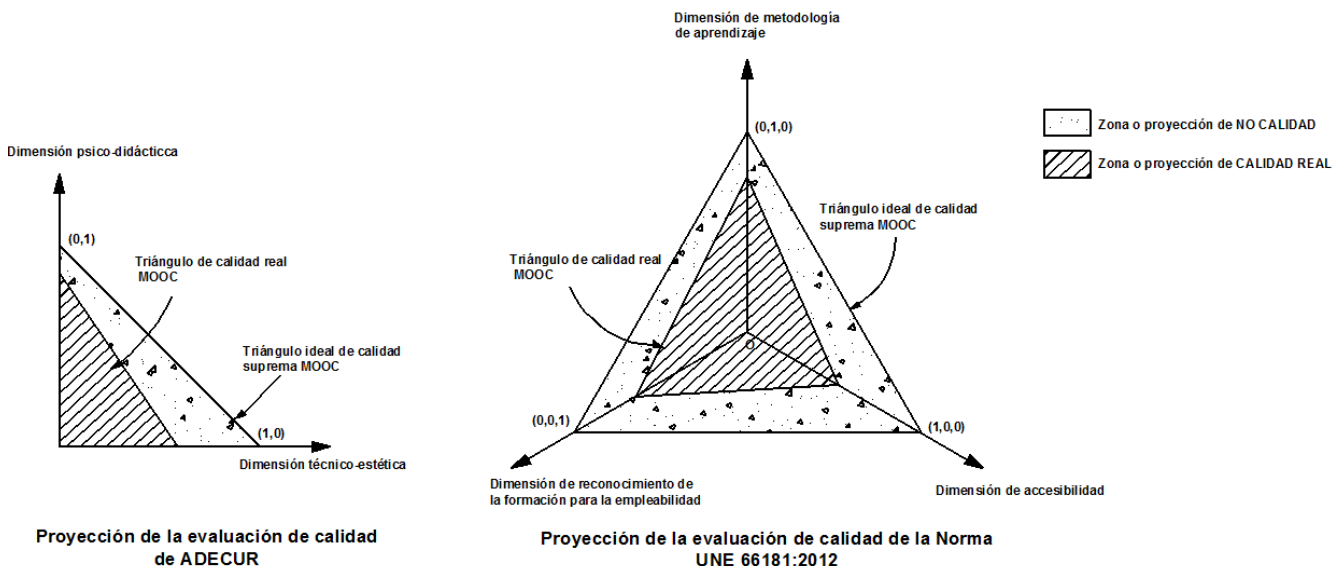
Fuente: Ramírez y otros; (2015).

La calidad en perspectiva isométrica espacial adaptada, como sistema de proyección cilíndrica ortogonal, se puede representar como un plano bidimensional de proyección de calidad de los cursos MOOCs. En la Figura 4.2.1.2 se muestra la vista de perfil del sistema isométrico adaptado y su proyección en dos dimensiones del mismo sobre el plano de calidad.



VISTA DE PERFIL DE LA PROYECCIÓN DE CALIDAD **PROYECCIÓN DE CALIDAD**
Figura 4.2.1.2. Representación isométrica adaptada de los triángulos de calidad de los cursos MOOCs.
Fuente: Ramírez y otros; (2015).

En dicha proyección se puede observar que las dimensiones de calidad forman 120° entre sí y que el triángulo órtico es equilátero. Si se proyecta el triángulo de calidad real de un curso MOOC (zona rayada), se pueden 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 órtico de calidad suprema.



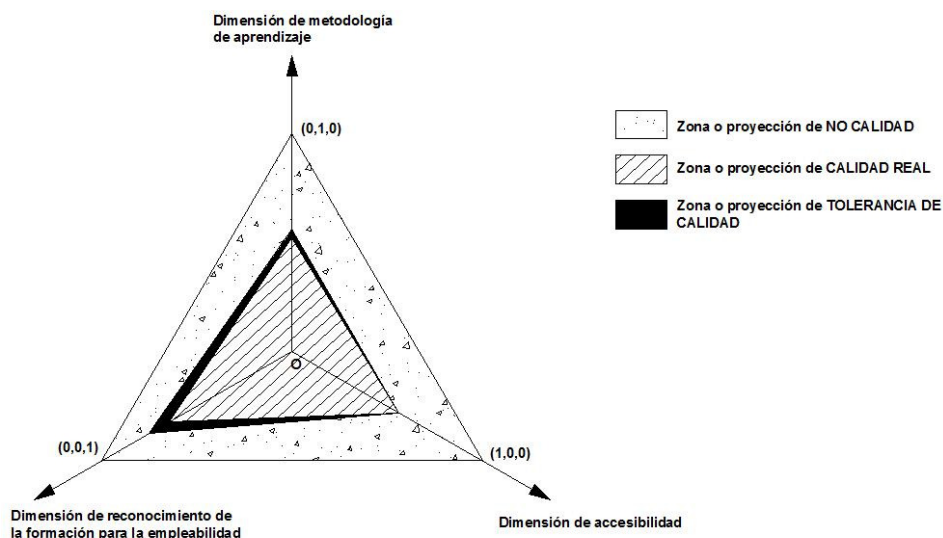
Proyección de la evaluación de calidad de ADECUR **Proyección de la evaluación de calidad de la Norma UNE 66181:2012**
Figura 4.2.1.3. Representación isométrica de los triángulos de calidad en los instrumentos EduTool® y ADECUR® para los cursos MOOCs.
Fuente: Ramírez y otros; (2015).

En la Figura 4.2.1.3 se muestra la proyección comparada bidimensional de las dimensiones del instrumento EduTool® y ADECUR® sobre el plano de calidad. En el caso de

ADECUR[®], la proyección de las dimensiones de calidad forman 90° entre sí y el triángulo órtico es rectángulo e isósceles. En dicha figura se muestra comparativamente la proyección del triángulo de calidad real de un curso MOOC y la zona de proyección de “no calidad”.

4.2.1.1. Representación gráfica de la calidad de la muestra de plataformas y cursos MOOCs en perspectiva isométrica adaptada

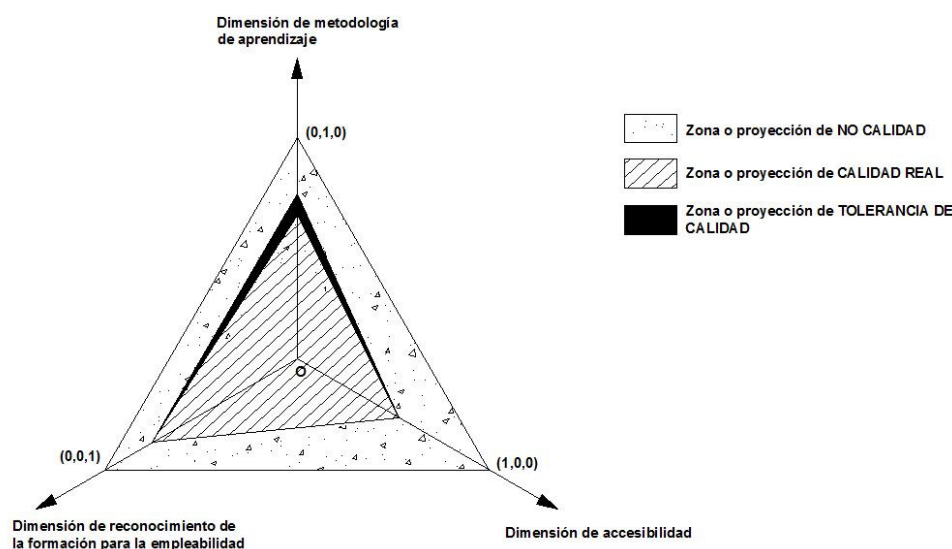
En base al modelo de la calidad de los cursos MOOCs en perspectiva isométrica espacial adaptada, se muestran en las Figuras 4.2.1.1.1, 4.2.1.1.2, 4.2.1.1.3, 4.2.1.1.4 y 4.2.1.1.5 la representación isométrica de los triángulos de calidad de los cursos MOOCs de las plataformas seleccionadas de Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera, respectivamente.



Representación isométrica de la calidad de los cursos MOOCs de la plataforma Udacity

Figura 4.2.1.1.1. Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma Udacity.

Fuente: Elaboración propia.

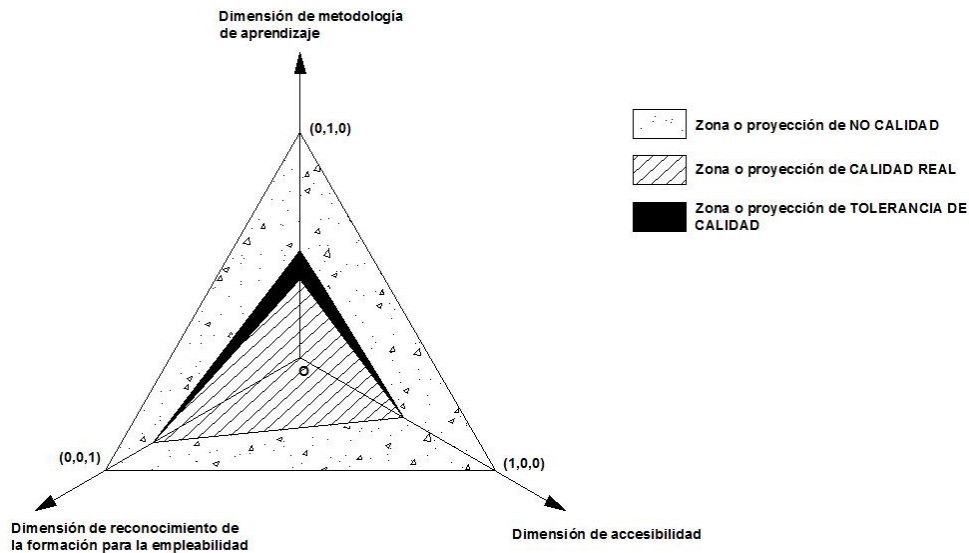


Representación isométrica de la calidad de los cursos MOOCs de la plataforma EdX

Figura 4.2.1.1.2. Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma EdX.

Fuente: Elaboración propia.

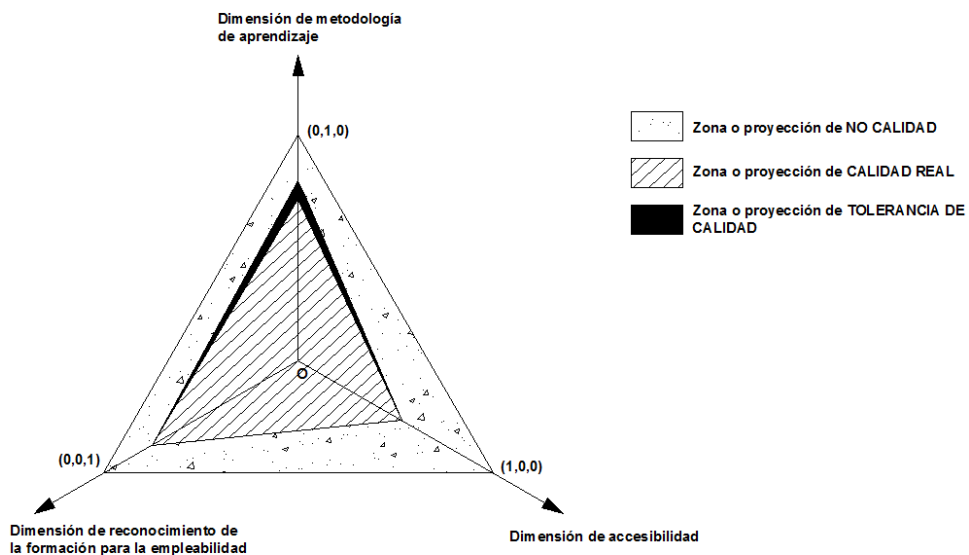
En dichas representaciones gráficas se puede apreciar una zona de tolerancia de la calidad de los cursos de la muestra valorados (zona negra). En esta zona se representa la variación o tolerancia de los límites de la calidad real que posee la plataforma.



Representación isométrica de la calidad de los cursos MOOCs de la plataforma MiriadaX

Figura 4.2.1.1.3. Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma MiriadaX.

Fuente: Elaboración propia.



Representación isométrica de la calidad de los cursos MOOCs de la plataforma Coursera

Figura 4.3.1.1.4. Representación de la calidad de los MOOCs de la plataforma Coursera.

Fuente: Elaboración propia.

En este modelo de representación se puede apreciar el grado de homogeneidad de la calidad de las plataformas analizadas. En este sentido, 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 4.3.1.1 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 4.2.1.1.1. Porcentaje de las zonas de tolerancias 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

En la Tabla anterior 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 esta misma línea, 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 con 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.

A continuación se analizarán los indicadores comunes y distintos de las dimensiones del instrumento EduTool[®] en las evaluaciones de los MOOCs de las plataformas seleccionadas. De esta forma, se pretende realizar un análisis de las deficiencias detectadas y un conjunto de propuestas de mejora que ayuden a mejorar la calidad de los cursos ofrecidos. Análogamente al mundo del marketing empresarial, el análisis interno de la aplicación de la herramienta es un proceso estratégico de excelencia (Muñiz, 2010), ya que el beneficio que se obtiene con su aplicación es conocer la situación real de las plataformas educativas, así como el riesgo y oportunidades que brinda la detección rápida de deficiencias de sus MOOCs actuales y las posibles mejoras de los mismos en futuras ofertas formativas.

4.2.2. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LA DIMENSIÓN “RECONOCIMIENTO DE LA FORMACIÓN PARA LA EMPLEABILIDAD”

En esta dimensión se evidencia que el 60% del porcentaje de calidad total de los indicadores de la misma es superado por todos los cursos ofertados en las cuatro plataformas. Dichos indicadores se encuentran en los puntos fuertes de la Tabla 4.2.2.1. Por otro lado, se

aprecia un 30% del porcentaje de calidad de los indicadores no superado por ningún curso en dichas plataformas (puntos débiles o deficiencias). En este sentido se plantea como propuestas de mejora un análisis más profundo y detallado de la validez profesional internacional de los cursos ofertados y hacer más hincapié en el seguimiento de dicho reconocimiento.

Tabla 4.2.2.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad de la dimensión de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Se expide algún diploma o certificado (con o sin evaluación de conocimientos adquiridos)	El título o certificado alcanzado no posee validez internacional y no se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	Se debería realizar un análisis más profundo en los títulos de los MOOCs ofertados en cuanto a una mayor validez profesional internacional y un seguimiento de dicho reconocimiento
	60% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	30% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	---	No todos los MOOCs ofertados están reconocidos por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio 10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	Mayor implicación de Universidades u organismos públicos en la oferta MOOC
EdX MiríadaX Coursera	Los MOOCs ofertados están reconocidos por la Administración o por entidades externas de reconocido prestigio	---	---
	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión		

A nivel particular, se observa que las plataformas EdX, MiríadaX y Coursera tienen reconocidos los MOOCs analizados por la Administración (Universidades) o por entidades externas de reconocido prestigio. Este indicador, que conlleva el 10% del porcentaje de calidad total de la dimensión, no se cumple en todos los cursos de la plataforma Udacity, que debería conllevar una mayor implicación de Universidades en su oferta MOOC.

4.2.3. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LA DIMENSIÓN “METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE”

En este apartado se hará un análisis de los indicadores de los 4 subfactores de la dimensión de metodología de aprendizaje. Así pues, se tratarán los indicadores de los subfactores “diseño didáctico-instruccional”, “recursos formativos y actividades de aprendizaje”, “tutoría” y “entorno tecnológico-digital de aprendizaje”.

4.2.3.1. Subfactor 2.1: “Diseño didáctico-instruccional”

En este subfactor se aprecia que el 26,67% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en las cuatro plataformas analizadas. Sin embargo, el 13,34% de los porcentajes de los indicadores no aparece en casi ningún MOOC de dichas plataformas, como puede observarse en la Tabla 4.2.3.1.1. Así pues, de forma general, aunque se describen unos objetivos generales, y las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista en todos los MOOCs de las plataformas analizadas, se plantea como propuestas de mejora un análisis más profundo de la concreción de objetivos de aprendizaje en competencias específicas o resultados de aprendizaje más acorde a la realidad

demandada y un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido por los usuarios.

Tabla 4.2.3.1.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Diseño didáctico-instruccional”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Se describen unos objetivos generales y las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista	Casi ningún curso establece los objetivos de aprendizaje por competencias. No se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido.	Se debería realizar un análisis más profundo en la concreción de objetivos de aprendizaje en competencias específicas o resultados de aprendizaje más acorde a la realidad demandada y un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido.
	26,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	13,34% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo. La mayoría de los MOOCs analizados tiene una metodología de aprendizaje que se basa en la solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad.	Aunque se describen, no se explicitan los objetivos de aprendizaje generales ni específicos. No se permite a los usuarios algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades). No hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso.	Se debería analizar una mayor concreción en los objetivos específicos de aprendizaje y un mayor grado de libertad en el itinerario formativo de los alumnos. La plataforma debería realizar una evaluación inicial de conocimientos.
	16,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	33,34% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
EdX	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales y un método de aprendizaje identificable, con actividades acordes al mismo, y basada en la solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad. Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje.	No se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos. No se evidencia una evaluación inicial de conocimientos que permita proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso. En casi todos los MOOCs no se permite al usuario algún grado de libertad en el itinerario formativo.	Se debería analizar una mayor concreción en los objetivos específicos de aprendizaje y un mayor grado de libertad en el itinerario formativo de los alumnos. La plataforma debería realizar una evaluación inicial de conocimientos.
	36,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	16,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
MiríadaX	Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje. La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad y en casi todos ellos se explicita un método de aprendizaje identificable, con actividades acordes al mismo.	No se permite al usuario ningún grado de libertad en el itinerario formativo.	Se debería integrar un mayor grado de libertad en el itinerario formativo.
	26,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	6,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Coursera	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales y en casi todos los cursos se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos. Se aprecia un método de aprendizaje identificable, con actividades acordes al mismo, y basada en la solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad. Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso	No se evidencia una evaluación inicial de conocimientos que permita proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso. No se permite al usuario algún grado de libertad en el itinerario formativo.	Se debería analizar una mayor concreción en los objetivos específicos de aprendizaje y un mayor grado de libertad en el itinerario formativo de los alumnos. La plataforma debería realizar una evaluación inicial de conocimientos.

que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje.	
36,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	13,34% de la calidad total de los indicadores de la dimensión

A nivel particular, se observa que casi todos los cursos de las plataformas usan una metodología basada en la solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad. Además se explicita un método de aprendizaje identificable, con actividades acordes al mismo. En este sentido, salvo en la plataforma MiríadaX, en todas se realizan en sus MOOCs una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje.

Por otro lado, los cursos de todas las plataformas deberían integrar un mayor grado de libertad en el itinerario formativo de los usuarios. En cuanto a las plataformas Udacity y EdX, deberían ofrecer MOOCs con una mayor concreción de objetivos específicos de aprendizaje. Salvo la plataforma MiríadaX, todas deberían realizar una evaluación inicial de conocimientos.

4.2.3.2. Subfactor 2.2: “Recursos formativos y actividades de aprendizaje”

En este subfactor se aprecia que el 19,50% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en las tres plataformas. Sin embargo, el 9,75% de los porcentajes de los indicadores no aparece en ningún MOOC de dichas plataformas, como puede observarse en la Tabla 4.2.3.2.1. De esta manera, de forma general, se ofertan recursos formativos como material de consulta para el autoestudio en todos los MOOCs de las plataformas analizadas, pero, salvo la plataforma Coursera, no se facilita la gestión del conocimiento de los mismos. Es decir, no se aprecia valoración de la aportación de los conocimientos en todas las evidencias tomadas en las plataformas.

Tabla 4.2.3.2.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Recursos formativos y actividades de aprendizaje”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Los recursos formativos son material de consulta para el autoestudio. 19,50% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	No se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados) 9,75% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una gestión del conocimiento de los mismos. En este sentido, se debería valorar la aportación de los conocimientos ofrecidos en todas las plataformas.
Udacity	Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado y existen actividades de autoevaluación. Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje. Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso. Existe variedad en los recursos formativos y distintos modelos de interacción.	No se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso. No se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal. No se programan sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una guía didáctica clara con toda la información sobre los mismos, una secuencia de actividades, individual o grupal, basada en simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo... Y sería conveniente programar sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por los educadores.

	39% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	29,26% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
EdX	<p>Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado y existen actividades de autoevaluación.</p> <p>Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje.</p> <p>Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso.</p> <p>Existe variedad en los recursos formativos y distintos modelos de interacción.</p> <p>Casi todos los cursos ofertados proporcionan una guía didáctica con información sobre los mismos.</p>	<p>No se programan sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador.</p>	<p>Se debería plantear un programa de sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por los educadores.</p>
	49% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
MiríadaX	<p>Casi todos los MOOCs ofertados proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje y los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación de los cursos.</p>	<p>No contienen recursos formativos que permitan la interacción del alumnado.</p> <p>No se detectan actividades de autoevaluación.</p> <p>No se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso.</p> <p>No existe variedad en los recursos formativos y distintos modelos de interacción.</p> <p>No se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal.</p> <p>No se programan sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador.</p>	<p>Se debería ofertar MOOCs con recursos formativos que permitan la interacción del alumnado, con cierta variedad (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...).</p> <p>Se deberían introducir actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...) y de autoevaluación.</p>
	16,66% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	53,33% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	<p>Sería conveniente proporcionar una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación) y sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por los educadores.</p>
Coursera	<p>Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado y existen actividades de autoevaluación.</p> <p>Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje.</p> <p>Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso.</p> <p>Existe variedad en los recursos formativos y distintos modelos de interacción.</p> <p>Se proporcionan una guía didáctica con información sobre los mismos.</p> <p>Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados).</p>	<p>No se programan sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador.</p>	<p>Se debería plantear un programa de sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por los educadores.</p>
	68,26% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	

A nivel particular, casi todos los MOOCs ofertados de las cuatro plataformas proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje y los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación de los cursos. Además, salvo MiríadaX, las demás

plataformas ofrecen una variedad de recursos formativos que permiten la interacción del alumnado, con distintos modelos de interacción, y actividades de autoevaluación. Por último, EdX y Coursera proporcionan una guía didáctica con información sobre los mismos.

Por otro lado, los cursos de todas las plataformas deberían integrar un programa de sesiones síncronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por los educadores. Las plataformas Udacity y MiríadaX deberían introducir una guía didáctica clara con toda la información sobre los mismos y una secuencia de actividades, individual o grupal, basada en simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo... Por último MiríadaX mejoraría su calidad si ofertara MOOCs con recursos formativos que permitan la interacción del alumnado, con cierta variedad (textos, audios, vídeos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...), y con actividades de autoevaluación.

4.2.3.3. Subfactor 2.3: “Tutoría”

En este subfactor se observa que el 36,69% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en todas las plataformas. Sin embargo, el 10% de los porcentajes de los indicadores no aparece en ningún MOOC de dichas plataformas, como puede percibirse en la Tabla 4.2.3.3.1. En esta misma línea, se evidencia algún tipo de tutoría, se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos, y se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido. Pero sin embargo, no se aprecia que los tutores, además del avance de los alumnos, realicen un seguimiento de sus aprendizajes. En este sentido, salvo casi en todos los cursos de la plataforma Coursera, no existe una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos.

Tabla 4.2.3.3.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Tutoría”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Se evidencia algún tipo de tutoría, se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos, y se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...).	No se aprecia que los tutores, además del avance de los alumnos, realicen un seguimiento de los aprendizajes.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos y un seguimiento detallado de los aprendizajes.
	36,69% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	No existe una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos. No se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado. No se programan sesiones síncronas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, un proceso de feedback individual sobre el trabajo realizado y un programa de sesiones síncronas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.

	19,66% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	23,33% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
EdX	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	Casi en ningún curso existe una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, ni se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado, ni se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, un proceso de feedback individual sobre el trabajo realizado y un programa de sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.
	19,66% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	23,33% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
MiríadaX	-	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso no se realizan en un tiempo preestablecido. No existe una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos. No se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado. No se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, un proceso de feedback individual sobre el trabajo realizado, un programa de sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a y responder a las consultas sobre los contenidos en un tiempo preestablecido.
	0% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	43% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Coursera	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	En ningún curso existe una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, ni se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado, ni se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos, un proceso de feedback individual sobre el trabajo realizado y un programa de sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a.
	19,66% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	23,33% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	

A nivel particular, salvo en un curso de la plataforma EdX, no se observa que las respuestas a las consultas de los usuarios sobre los contenidos del curso se realicen en un tiempo preestablecido. Por otro lado, salvo en casi todos los cursos de la plataforma Coursera, las plataformas debería plantear una programación de contactos que se personalicen en función del avance de los alumnos y un proceso de feedback individual sobre el trabajo realizado. De forma general, salvo un curso de la plataforma EdX, no se evidencia programas de sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a. Y por último, se aprecia en la plataforma MiríadaX que los tutores de los MOOCs no responden a las preguntas de los alumnos.

4.2.3.4. Subfactor 2.4: “Entorno tecnológico-digital de aprendizaje”

El 48,36% de la calidad total de los indicadores de este subfactor es superado por todos los cursos ofertados en las plataformas. No obstante, el 5% de los porcentajes de los indicadores no aparece en ningún MOOC de dichas plataformas, como se observa en la Tabla 4.2.3.4.1. En este sentido, y de forma general, se deberían plantear en los MOOCs ofertados un procedimiento de gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos.

Tabla 4.2.3.4.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Entorno tecnológico-digital de aprendizaje”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asincrónica que permite la interacción entre los participantes. Existe un entorno tecnológico-digital de	No se realiza la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados un procedimiento de gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos.

	<p>aprendizaje que integra contenido y comunicación. Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje. Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior. Permite o tiene foros de discusión y atención al usuario. Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje.</p>		
	48,36% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	5% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	<p>Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a.</p>	<p>No se permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes. No se tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros. No se posee indicadores visuales de progreso de aprendizaje. No se permite una tecnología colaborativa o de participación activa. En casi ningún curso ofertado se incorpora una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda.</p>	<p>Se debería plantear en los MOOCs ofertados un procedimiento de gestión de grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes, una dotación de repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros, un sistema de indicadores visuales de progreso de aprendizaje, algún tipo de tecnología colaborativa o de participación activa (RSS, wiki, blog, redes sociales...) y una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ) y/o Ayuda.</p>
	20% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	26,70% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
EdX	<p>Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a, se incorpora una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda, se permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes, y se aprecian indicadores visuales de progreso de aprendizaje. En casi todos los cursos ofertados se dispone de repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros.</p>	<p>Muchos de sus cursos no tienen tecnología colaborativa o de participación activa.</p>	<p>Se deberían plantear en todos los MOOCs ofertados algún tipo de tecnología colaborativa o de participación activa (RSS, wiki, blog, redes sociales...)</p>
	41,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	5% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
MiríadaX	<p>Se permiten gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes.</p>	<p>No se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que deben tener los equipos de los usuarios, no se tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros, no se posee indicadores visuales de progreso de aprendizaje y no se dispone de tecnología colaborativa o de participación activa. La mayoría de los cursos no incorporaban una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda.</p>	<p>Se deberían plantear en los MOOCs ofertados información sobre los requisitos hardware y software que deben tener los equipos de los usuarios, algún sistema de repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros, una serie de indicadores visuales de progreso de aprendizaje, una tecnología colaborativa o de participación activa (RSS, wiki, blog, redes sociales...) y una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ) y/o Ayuda.</p>
	5% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	41,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Coursera	<p>Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a, se incorpora una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda, se permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes, y se aprecian indicadores visuales de progreso de aprendizaje. En casi todos los cursos ofertados se dispone de repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros. Muchos de sus cursos tienen tecnología colaborativa o de</p>		

participación activa.	
46,67% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	5% de la calidad total de los indicadores de la dimensión

A nivel particular, salvo MiríadaX, todas las demás plataformas disponen de información sobre los requisitos hardware y software que deben tener los equipos de los usuarios. Salvo Udacity, el resto de plataformas permiten gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes. No obstante, se aprecia que EdX y Coursera potencian la oferta de sus MOOCs con la incorporación de una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda, indicadores visuales de progreso de aprendizaje y en casi toda su oferta se dispone de repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros.

Por otro lado, salvo Coursera, el resto de plataformas deberían integrar algún tipo de tecnología colaborativa o de participación activa. Así pues, las plataformas Udacity y MiríadaX deberían incorporar repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros, una serie de indicadores visuales de progreso de aprendizaje y una sección de Preguntas Frecuentes y/o Ayuda. Por último, la Udacity mejoraría su calidad si permitiera gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes, y la plataforma MiríadaX si ofreciera información sobre los requisitos hardware y software que deben tener los equipos de los usuarios.

4.2.4. ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE LA DIMENSIÓN “NIVELES DE ACCESIBILIDAD”

Al igual que en el apartado anterior, se realizará un análisis de los indicadores de los 3 subfactores de la dimensión de niveles de accesibilidad. En este sentido, se tratarán los indicadores de los subfactores “accesibilidad hardware”, “accesibilidad software” y “accesibilidad web”.

4.2.4.1. Subfactor 3.1: “Accesibilidad hardware”

En este subfactor se apreciaron que el 100% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en las cuatro plataformas. Esto se debe a que los especialistas codificadores de estos indicadores tomaron como premisa que en ninguno de los MOOCs ofertados se proveía 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.

4.2.4.2. Subfactor 3.2: “Accesibilidad software”

En este subfactor se manifiesta que el 30% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en todas las plataformas. No obstante, el 60% de los porcentajes de los indicadores no aparece en ningún MOOC de dichas plataformas, como se observa en la Tabla 4.2.4.2.1. Como propuesta de mejora, y de forma general, se debería plantear en los MOOCs ofertados de todas las plataformas 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. En este

sentido, también sería necesario que se cumplieran el mayor número de requisitos necesarios de la Norma UNE 139802:2009 a la acción formativa.

Tabla 4.2.4.2.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Accesibilidad software”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Se proporciona algún tipo de información específica del software necesario y la plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad.	No se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad ni se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso. No se cumplen los requisitos necesarios de la Norma UNE 139802:2009 que aplican a la acción formativa.	Se debería plantear en los MOOCs ofertados 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. También sería necesario que se cumplieran el mayor número de requisitos necesarios de la Norma UNE 139802:2009 a la acción formativa.
	30% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	60% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	Las ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas.	-	-
	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	-	
EdX MiriadaX Coursera	-	Las ayudas de accesibilidad no están identificadas y explicadas.	Se deberían plantear en los MOOCs ofertados una serie de ayudas de accesibilidad identificadas y explicadas.
	-	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	

A nivel particular, salvo la plataforma Udacity, el resto debería contener ayudas de accesibilidad identificadas y explicadas si quieren aumentar su calidad.

4.2.4.3. Subfactor 3.3: “Accesibilidad web”

En este subfactor se puede apreciar que el 20% de la calidad total de los indicadores del mismo es superado por todos los cursos ofertados en las plataformas analizadas. Por otro lado, el 70% de los porcentajes de los indicadores no aparece en ningún MOOC de dichas plataformas, como se observa en la Tabla 4.2.4.3.1. De forma general, se deberían informar en los MOOCs ofertados si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad y sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse dichas personas para realizar el curso. En este sentido, también debería incorporarse ayudas de accesibilidad identificadas y explicadas, y los requisitos mínimos de nivel A y/o nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A y AA de WCAG 2.0).

Tabla 4.2.4.3.1. Análisis interno y propuestas de mejora de la calidad del subfactor “Accesibilidad web”.

Plataformas	Puntos fuertes	Puntos débiles o deficiencias	Propuestas de mejora
Todas	Se proporciona algún tipo de información específica.	No se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad y no se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse dichas personas para realizar el curso. Las ayudas de accesibilidad no están identificadas y explicadas. No se cumplen los requisitos mínimos de nivel A	Se deberían informar en los MOOCs ofertados si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad y sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse dichas personas para realizar el curso. También debería incorporarse ayudas de accesibilidad identificadas y explicadas, y los requisitos mínimos de nivel A y/o nivel

		y/o nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa.	AA de la Norma UNE 139803:2012 que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A y AA de WCAG 2.0)
	20% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	70% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
Udacity	-	La plataforma de formación virtual no tiene ayudas de accesibilidad	Se deberían plantear en los MOOCs ofertados una serie de ayudas de accesibilidad.
	-	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	
EdX MiríadaX Coursera	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad.	-	-
	10% de la calidad total de los indicadores de la dimensión	-	

A nivel particular, la plataforma Udacity debería contener ayudas de accesibilidad para mejorar su calidad.

Tras la exposición de los resultados de esta investigación, solo resta formular las conclusiones y perspectivas de este estudio, que se abordan en el siguiente último capítulo.

CAPÍTULO 5

Conclusiones, limitaciones y líneas futuras

Índice del Capítulo 5

5.1.	Conclusiones del trabajo de investigación	253
5.2.	Limitaciones del estudio	257
5.3.	Prospectiva y líneas futuras de la investigación	258

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de la Tesis Doctoral era valorar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante un instrumento de evaluación de la formación virtual basado en motores de inferencia y sistemas de reglas difusas.

En este sentido, el propósito general se ha conseguido y se llega a las mismas conclusiones que en otras investigaciones, donde queda evidenciado que los MOOCs tienen una base pedagógica 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 sólo está por encima de la puntuación media estimada, sino que éstos presentan en ello una puntuación promedio ligeramente superior a la media (Roig *et al.*, 2014).

A su vez, el estudio se ha dirigido a los siguientes objetivos específicos enunciados en el apartado 1.2.2 del trabajo de investigación:

1. Presentar una revisión bibliográfica acerca de los cursos online masivos y abiertos que ofrece la literatura científica y divulgativa, y las líneas de investigación sobre la calidad de los MOOCs; sobre los sistemas difusos, los motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas y la aplicación de la lógica difusa en el contexto educativo; y mostrar una visión resumida de la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual.
2. Adaptar la norma UNE 66181:2012 a un sistema de valoración de indicadores de cursos MOOCs y compararlo con el instrumento de evaluación de la formación virtual ADECUR[®].
3. Diseñar la metodología de valoración cuantitativa y cualitativa de la calidad de la formación virtual del instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 mediante un sistema de inferencia y de reglas difusas.
4. Valorar y analizar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante el instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 y de forma cualitativa, cuantitativa y gráficamente, a través de la perspectiva isométrica adaptada.

Esta reflexión introspectiva final debe considerar, por tanto, hasta qué punto la investigación realizada ha permitido avanzar en el sentido planteado por cada una de estas metas, lo que se aborda seguidamente.

1. Conclusiones del PRIMER OBJETIVO. *Presentar una revisión bibliográfica acerca de los cursos online masivos y abiertos que ofrece la literatura científica y divulgativa, y las líneas de investigación sobre la calidad de los MOOCs; sobre los sistemas difusos, los motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas y la aplicación de la*

lógica difusa en el contexto educativo; y mostrar una visión resumida de la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual.

La revisión y reflexión teórica realizada, que se expuso en el capítulo segundo, así como las opciones metodológicas diseñadas e implementadas, permiten considerar que este primer objetivo ha sido plenamente alcanzado, puesto que se ha logrado avances sustanciales en la determinación del perfil general y las características específicas de un instrumento de evaluación teóricamente adecuado para el desarrollo de las tareas de valoración de la formación virtual en general, y de los MOOCs en particular.

En este sentido, se constata una exhaustiva revisión teórica de los libros, artículos e investigaciones más relevantes del objeto de estudio. De esta manera, primero se inicia en la literatura científica y divulgativa acerca de los cursos online masivos y abiertos, y las líneas de investigación sobre la calidad de los MOOCs. Posteriormente, se presenta la visión resumida del marco conceptual, guía de uso, y la descripción de los factores de satisfacción y los niveles de calidad la norma UNE 66181:2012 sobre la Calidad Normativa de la Formación Virtual. Y por último, se presenta una exhaustiva revisión bibliográfica acerca de los sistemas difusos y los distintos tipos de motores de inferencia basados en sistemas de reglas difusas. A su vez, a lo largo del trabajo de investigación ha sido una constante el uso de referencias bibliográficas y reflexiones introspectivas aportadas como brújula que orientaba la fundamentación de la lógica difusa en el contexto educativo de la calidad de la formación virtual.

2. Conclusiones del SEGUNDO OBJETIVO. *Adaptar la norma UNE 66181:2012 a un sistema de valoración de indicadores de cursos MOOCs y compararlo con el instrumento de evaluación de la formación virtual ADECUR®.*

De la misma manera, gracias a los análisis comparados revisados de los distintos instrumentos de evaluación de la formación virtual, entre ellos ADECUR®, y a nuestros propios criterios, se evidencia en la primera parte del capítulo tercero un ajuste del estándar UNE 66181:2012 a un instrumento más simple y sencillo de utilizar en el ámbito objeto de estudio MOOC. En base a lo anterior, se ha propuesto que cada ítem sea dicotómico (sí/no) y que mida la claridad de las pretensiones de cada indicador del subfactor de la dimensión correspondiente. Posteriormente se ha realizado un análisis comparativo dimensional con el instrumento de evaluación de la formación virtual ADECUR® y se ha llegado a la conclusión de contemplar un futuro diseño de instrumentos con las mejoras de los dos analizados. Así pues, estos nuevos instrumentos de valoración deberían conllevar una base de indicadores comunes de las dos herramientas analizadas, una configuración de cuatro dimensiones tetraédricas y contemplar todos aquellos indicadores de subfactores o ejes de progresión no comunes para perfilar su marco de actuación de forma más eficiente.

3. Conclusiones del TERCER OBJETIVO. *Diseñar la metodología de valoración cuantitativa y cualitativa de la calidad de la formación virtual del instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 mediante un sistema de inferencia y de reglas difusas.*

Este objetivo se ha podido constatar en la segunda parte del capítulo tercero gracias a los antecedentes de investigación revisados, a las oportunas variables lingüísticas proporcionadas por los jueces expertos consultados para la inferencia de las técnicas difusas y a nuestros propios criterios. De esta manera, se ha logrado la concreción progresiva del instrumento que se ha denominado EduTool[®], con marca registrada en la Oficina Española de Patentes y Marcas (número de expediente en vigor: 3.087.298), cuyo proceso de elaboración y formulación final (en el trabajo) se ha expuesto detalladamente en el citado capítulo de la esta investigación.

4. Conclusiones del CUARTO OBJETIVO. *Valorar y analizar la calidad de una muestra de plataformas y cursos MOOCs mediante el instrumento adaptado de la norma UNE 66181:2012 y de forma cualitativa, cuantitativa y gráficamente, a través de la perspectiva isométrica adaptada.*

Se constata su logro con un exhaustivo y detallado análisis que se ha desarrollado en el capítulo cuarto mediante la valoración de la calidad de una muestra de 20 cursos procedentes de 4 plataformas MOOC (tres en inglés y uno en castellano): Udacity, EdX, MiríadaX y Coursera. Se empleó un muestreo no probabilístico intencional, es decir, se seleccionaron los 5 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.

En este sentido, se ha evidenciado la validez del uso del instrumento con dos codificadores, un ingeniero experto en informática y un pedagogo, ambos inspectores de educación, que valoraron la calidad de los cursos mediante el instrumento EduTool[®]. Éstos han cumplido holgadamente los requisitos de nivel cultural, formación y conocimiento del marco teórico labor de codificación.

De esta manera, todas las plataformas analizadas ofertan cursos con un nivel cualitativo de calidad “Buena” pero con diferentes valores de calidad cuantitativa. Así pues, 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 que ofertan estos MOOCs, y a diferencia de otros estudios analizados, como el de Roig y otros (2014), se ha evidenciado en esta investigación la existencia de una diferencia significativa en términos pedagógicos entre las distintas plataformas estudiadas, ya que se pueden apreciar diferencias en el grado de homogeneidad de la calidad de las mismas. En base a lo anterior, los MOOCs de la plataforma Coursera tienen una variación de calidad media más homogénea que los otros dos (7,81%). La plataforma MiríadaX es la que presenta más heterogénea en su oferta (19,79%). Y por último, EdX y Udacity están comprendidas entre las dos anteriores con una variación de calidad del 10,10 y 16,54%, respectivamente.

Por tanto, a nivel general, el instrumento EduTool[®] permite analizar la calidad (individual y media) de la oferta de MOOCs y el grado de homogeneidad de la calidad ofrecida por las plataformas. Si se aplica esta conclusión a nuestra muestra, la plataforma Coursera posee una calidad media superior 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 y con una mayor heterogeneidad de la misma. En este sentido, entre ambas plataformas se encuentran las calidades de EdX y Udacity.

A nivel de análisis particular de este último objetivo, en la dimensión “*reconocimiento de la formación para la empleabilidad*”, se concluye que la falta del 30% de calidad de los indicadores no superados por ningún curso de las plataformas son debida a la falta de validez profesional internacional de los títulos de los cursos ofertados y a la ausencia del seguimiento del reconocimiento de la formación ofrecida.

Siguiendo esta misma línea, 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 debido a que no se concretan los objetivos de aprendizaje en competencias específicas o resultados de aprendizaje más acorde a la realidad demandada y a que no se percibe un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido por los usuarios. En este sentido, en el subfactor “*recursos formativos y actividades de aprendizaje*” se observa una falta de calidad del 9,75%, debido a que no se aprecia la gestión del conocimiento de los mismos en casi todas las plataformas. En esta línea, la falta de calidad en todos los cursos del subfactor “*tutoría*” se valora en un 10% debido a que no se aprecia que los tutores, además del avance de los alumnos, realicen un seguimiento de sus aprendizajes. Y por último, el subfactor “*entorno tecnológico-digital de aprendizaje*” manifiesta una falta de calidad en todos sus cursos del 5% porque no se plantea un procedimiento de gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos.

Y como análisis de la última dimensión “*niveles de accesibilidad*”, aunque no se aprecia falta de calidad en el subfactor “*accesibilidad hardware*”, se concluye que un 60% de falta de calidad en el subfactor “*accesibilidad software*” debido a que los MOOCs ofertados de todas las plataformas no presentan ningún 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 tampoco cumplen el número de requisitos mínimos necesarios de la Norma UNE 139802:2009 de la acción formativa. Pero en esta dimensión se evidencia 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 (nivel de conformidad A y AA de WCAG 2.0).

Por tanto, aunque estos cursos han irrumpido en la formación en red de forma relevante, se concluye que existe una falta de calidad cuantitativa en términos de la formación virtual. Así pues, los MOOCs, como una nueva respuesta educativa entroncada en un entorno

tecnosocial, la Red, todavía no han ensayado una ruptura con los modelos formativos online propios del e-learning, como así se evidencia en el estudio de Roig y otros (2014).

Llegados a este punto, con el apoyo teórico y el rigor científico necesario, se pretende ofrecer una aportación al conocimiento de esta materia, lo que daría lugar a un nuevo camino de investigación que abra de forma interdisciplinar núcleos de atención y reflexión sobre las deficiencias de la formación virtual en general, y particularmente para los MOOCs, en aquellos subfactores de las dimensiones analizadas en este estudio y vincularlas con las posibles causas de la elevada tasa de abandono de este tipo de acción formativa.

Por último, se ha diseñado y desarrollado un sitio web de la Tesis Doctoral con el objetivo de seguir ampliando y compartiendo conocimientos y experiencias relacionadas con el objeto de estudio (Figura 5.1.1). Su URL se encuentra en <http://edutool.eu>.



Figura 5.1.1. Sitio web de la Tesis Doctoral.

Fuente: Elaboración propia.

<http://edutool.eu>

5.2. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Se reconoce que existen diversas limitaciones en este estudio que deben ser tenidas en consideración en futuras investigaciones. En este sentido, la primera y principal limitación de este trabajo se encuentra en el tamaño muestral de los cursos y plataformas analizadas, que tan solo ofrece la visión general de un instrumento que permite analizar la calidad de la oferta MOOCs y el grado de homogeneidad de la calidad ofrecida por las plataformas. Por tanto, aunque no se deben generalizar las conclusiones obtenidas en su análisis, este trabajo arroja unas pistas indicadoras de posibles coincidencias en futuros estudios que sigan la misma línea de investigación o para nuevos diseños de herramientas mejoradas que valoren la calidad de los MOOCs de forma más eficiente y en otras dimensiones diferentes.

En la misma línea anterior, al ser la investigación de carácter transversal, es decir, no longitudinal en el tiempo, no se puede asegurar que los resultados obtenidos puedan inferirse a períodos temporales prolongados.

Por otra parte, la presente investigación se centra en la valoración por exceso que los especialistas codificadores tomaron como premisa en el subfactor “*accesibilidad hardware*” de la dimensión “*niveles de accesibilidad*”. En este sentido, ninguno de los MOOCs ofertados proveía de hardware a los participantes y todos los usuarios disponían de las condiciones idóneas de accesibilidad hardware en los espacios de realización del curso. Por tanto, se tendría que investigar en nuevos rediseños de dicho subfactor para disponer de una dimensión más ajustada a la realidad ofertante y demandante.

Adicionalmente, también es de resaltar las limitaciones propias del constructo teórico empleado de la inferencia mediante lógica difusa como técnica de análisis de las variables lingüísticas de los expertos.

La última limitación se centra en las diferencias que existen entre las dimensiones de los distintos estándares y herramientas de valoración de la calidad de los cursos ofrecidos. Así pues, no es fácil representar un escenario analítico visual y comparar, tanto gráfica como analíticamente, las valoraciones de los niveles de calidad de los mismos cursos de las diferentes plataformas con distintas herramientas de valoración, como ocurre entre los instrumentos de EduTool[®] y ADECUR[®].

En última instancia, aunque se ha de reconocer las limitaciones del estudio, es importante resaltar que los resultados de la investigación podrán incentivar y estimular nuevas investigaciones sobre las valoraciones de los niveles de calidad de la formación virtual de carácter general, y particularmente sobre los MOOCs.

5.3. PROSPECTIVA Y LÍNEAS FUTURAS DE LA INVESTIGACIÓN

Bajo este epígrafe se proponen las líneas futuras de investigación, teniendo como referencia los resultados obtenidos en el capítulo cuarto, las conclusiones y las limitaciones del capítulo quinto que se han obtenido.

Unas de las contribuciones más significativas del presente estudio es poner de relieve la necesidad de valorar los niveles de calidad de los cursos MOOCs. En este sentido, la valoración de la calidad de los cursos MOOCs está en la agenda de investigación para el futuro. En esta misma línea, se estima la necesidad de un mayor número de estudios sobre algunos indicadores de calidad e-evaluación en cursos online, 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 del estudiante, 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.

Como consecuencia de lo anterior, se hace necesario futuras investigaciones en el diseño de caracterizar las dimensiones que definen una nueva pedagogía, si existe, bajo el modelo MOOC para, a partir de ahí, obtener herramientas que evalúen los indicadores de los subfactores de las mismas dimensiones a considerar. De esta manera, sería viable el análisis y

comparación de herramientas de forma más eficiente, una mejora de procedimientos en los nuevos diseños de las mismas y una certificación del nivel de calidad más ajustada a la realidad.

De esta manera, se podrían 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.

Por último, se quisiera cerrar este manuscrito científico expresando que la presente investigación pretende ser la base y el objeto de estudio de la iniciativa innovadora del Observatorio de la Calidad e Innovación MOOCs (OCIMOOC[®]), que pretende ser un entorno operativo-funcional y un hábitat virtual donde se configuren esquemas de cooperación científica multidisciplinar y promoción de sinergias con otros países para la creación de futuros convenios de colaboración de carácter científico y posdoctorales que contribuyan al enriquecimiento del tejido competitivo y socio-económico del país (Figura 5.3.1).



Figura 5.3.1. Sitio web del Observatorio de Calidad e Innovación MOOCs.

Fuente: <http://ocimooc.eu>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias Bibliográficas

Adell, J. (2013). Entornos personales de aprendizaje (PLE). En Aguaded, J.I. & Cabero, J. (coords.), *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad* (pp. 271-288). Madrid: Alianza.

Aguaded, J. I. (2013). The MOOC Revolution: A New Form of Education from the Technological Paradigm? *Comunicar*, 41, 7-8.

Aguaded, J. I., Vázquez-Cano, E. y Sevillano, M. L. (2013). MOOCs, ¿turbocapitalismo de redes o altruismo educativo? En “SCOPEO INFORME Núm. 2: MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro” (pp. 74-90). Salamanca: Universidad de Salamanca, Servicio de Innovación y Producción Digital. Disponible en: <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/06/scopeoi002.pdf>.

Alavi, N. (2013). Quality determination of Mozafati dates using Mamdani fuzzy inference system. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12, 137–142.

Allen, E. y Seaman, J. (2014). *Grade Change-Tracking Online Education in the United States*. Babson Survey Research Group; Pearson; Sloan-C. Recuperado de: <http://onlinelearningconsortium.org/publications/survey/grade-change-2013>

Allen, E., & Seaman, J. (2007). *Online nation. Five years of growth in online learning*. Massachusetts: Babson College.

Almeida, L. & Freire, T. (2007). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação (4ª edición.)*. Braga: Psiquilibrios.

Altrock, V., C. (1995). Fuzzy Logic Applications in Europe, In J. Yen, R. Langari, and L. A. Zadeh (Eds.) *Industrial Applications of Fuzzy Logic and Intelligent Systems*, Chicago: IEEE Press.

Altunkaynak, A. (2010). A predictive model for well loss using fuzzy logic approach. *Hydrological Processes*, 24, 2400–2404.

Altunkaynak, A., Özger, M., & Çakmakçı, M. (2005). Water consumption prediction of Istanbul city by using fuzzy logic approach. *Water Resources Management*, 19, 641–654.

Álvarez Álvarez, J. V. (2003). *Uso de estándares e-learning en espacios educativos*. Fuentes: *Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación*, (5), 153-172.

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. Disponible en <http://hdl.handle.net/10662/333>

Arnold, K. y Gupta, M.M. (1998). *Fuzzy Mathematical models in engineering and management science*. North-Holland.

Azadegan, A., Porobic, L., Ghazinoory, S., Samouei, P. y Kheirkhah, A.S. (2011). Fuzzy logic in manufacturing: A review of literature and a specialized application. *Int. J. Production Economics* 132, 258–270.

Balfour, S.P. (2013). Assessing writing in MOOCs: Automated essay scoring and Calibrated Peer Review. *Research & Practice in Assessment*, 8 (1), 40-48.

Bartolomé, A. (2014). MOOC: 4+2 años de expectativas y resultados. III Workshop internacional sobre creación de MOOC con anotaciones multimedia. Universidad de Málaga. 5-7 de marzo de 2014. Recuperado el 08/08/2014 desde: <http://gtea.uma.es/congresos/wp-content/uploads/2013/12/Antioniotexto.pdf>

Bartolomé, A. (2013). Qué se puede esperar de los MOOC. *Comunicación y Pedagogía*, 269-270, pp. 49-56. <http://www.centrocp.com/que-se-puede-esperar-delos-mooc/>

Bates, A. y Sangrà, A. (2011). *Managing Technology in Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass.

Berlanga, A., García Peñalvo, F. J., & Sloep, P. B. (2010) Towards eLearning 2.0 University. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 199-201. doi:10.1080/10494820.2010.500498

Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

Bouchard, P. (2011). Network promises and their implications. In *The impact of social networks on teaching and learning*. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 8(1), 288–302. Disponible en: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/viewFile/v8n1-bouchard/v8n1-bouchard-eng>

Brassler, A. y Homburg, O. (1996): “Integration of the fuzzy sets theory in the firm’s planning process”, en *Proceedings of international conference on intelligent technologies in human-related sciences*, León, pp. 395-402.

Briones, G. (1990). *Métodos y ciencias de la investigación para las ciencias sociales*. México: Trillas.

Brown, M.; Bossley, K.M.; Mills, D.J. y Harris, C.J. (1995). High Dimensional Neurofuzzy Systems: overcoming the curse of the dimensionality, *Proc. IEEE International Conference*, pp. 2139-2146.

Brush, T. (1998). Embedding Cooperative Learning into the Design of Integrated Learning Systems: Rationale and Guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 46 (3), 5-18. (DOI: 10.1007/BF02299758).

Cabero, J. y Marín, V. (2014). Posibilidades educativas de las redes sociales y el trabajo en grupo. Percepciones de los alumnos universitarios. *Revista Comunicar*, 42 (21), 165-172.

Cabero, J., Llorente, M.C. y Vázquez, A.I. (2014). Las tipologías de MOOC: su diseño e implicaciones educativas. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 18 (1), 13-26.

Cabero, J. & Marín, V. (2013). Percepciones de los estudiantes universitarios latinoamericanos sobre las redes sociales y el trabajo en grupo. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 10(2), 219-235. Disponible en: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v10n2-cabero-marin/v10n2-cabero-marines>

Cabero, J. Marín, V. y Llorente, MC. (2012). *Desarrollar la competencia digital*. Sevilla: Eduforma.

Cabero, J. y López, E. (2009). Descripción de un instrumento didáctico para el análisis de modelos y estrategias de enseñanza de cursos universitarios en Red (A.D.E.C.U.R.). *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 34, 13-30.

Cabero, J. & Gisbert, M. (2005). *La formación en Internet. Guía para el diseño de materiales didácticos*. Sevilla: Eduforma.

Cabero, J. & Román, P. (2005). *E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet*. Sevilla: Eduforma.

Cabero, J. (2001). *Diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Barcelona: Paidós.

Calter, M. (2013). MOOCs and the library: Engaging with evolving pedagogy. IFLA World Library and Information Congress (IFLA WLIC 2013), Singapore.

Castañeda, L., y Adell, J. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: claves para el ecosistema educativo en Red*. Alcoy: Marfil. Recuperado de: <http://www.um.es/ple/libro>

Castells, M. (1999). *La Era de la información: economía, sociedad y cultura. La sociedad Red (Vol. 1)*. Madrid: Alianza Editorial.

Castillo, O.; Cazares, N. y Rico, D. (2006). Intelligent control of dynamic systems using type-2 fuzzy logic and stability issues, *Int. Math. Forum* 1, 1371–1382.

Castillo, E., Gutiérrez, J.M. y Hadi, A.S. (1997). *Expert Systems and Probabilistic Network Models*. New York. Springer.

Coates, K. (2013). The re-invention of the academy: How technologically mediated learning will –and will not – transform advanced education. 6th International Conference, ICHL 2013 Toronto, ON, Canada. Springer, pp.1-9.

Cohen, P. R. and Feigenbaum, E. A. (1982), *The Handbook of Artificial Intelligence, Volume III*. William Kaufman, Los Altos, CA.

Conner, M.L. (2013). *Informal Learning*. Disponible en: <http://marciaconner.com/resources/informallearning/>

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.

Cordon, O., Jesus, M.J., Herrera, F., 1999. A proposal on reasoning methods in fuzzy rule-based classification systems. *Int. J. Approximate Reasoning* 20 (1), 21–45.

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., and Rivest, R. L. (1990), *Introduction to Algorithms*. MIT Press, Boston, MA.

Chamberlin, L. & Parish, T (2011). MOOCs: Massive Open Online Courses or Massive and Often Obtuse Courses?, *eLearn*, 8. Disponible en: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2016017&CFID=248158795&CFTOKEN=65458641>

Chávez, N. (2004). *Introducción a la Investigación Educativa*. Venezuela: Editorial Gráficas S. A.

Cheong, C. S. (2001). E-learning - A provider's prospective. *Internet and Higher Education*, 4(3-4), 337-352.

Clark, D. (2013). MOOCs: taxonomy of 8 types of MOOC. Donald Clark Plan B. Disponible en: <http://arkplanb.blogspot.com.es/2013/04/moocs-taxonomy-of-8-types-of-mooc.html>

CrossKnowledge. (2011). 1º Barómetro de e-learning en Europa. Recuperado a partir de: www.dicampus.es/documents/download/414

Daniel, J. (2012). Making Sense of MOOCs: Musings in a Maze of Myth, Paradox and Possibility. *Journal of Interactive Media in Education*, 3. Recuperado a partir de: <http://jime.open.ac.uk/jime/article/view/2012-18>

De Nicola, A., Missikoff, M., & Schiappelli, F. (2004). Towards an ontological support for eLearning courses (3292), 773-777.

De La Torre, A. (2013). Algunas aportaciones críticas a la moda de los MOOC, *educ@contin*. Disponible en: <http://www.educacontic.es/blog/algunas-aportaciones-criticas-la-moda-de-los-mooc>

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana.

Department for Business, Innovation and Skills (2013). *The Maturing of the MOOC literature review of massive open online courses and other forms of online distance learning*. London: Department for Business, Innovation and Skills.

DeWaard, I., Abajian, S., Gallagher, M., Hogue, R., Keskin, N., Koutropoulos, A. y Rodríguez, O. (2011). Using mLearning and MOOC to understand chaos, emergence, and complexity in education. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12 (7), 94–115.

Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The Risks of Blending Collaborative Learning with Instructional Design. In P.A. Kirschener (Ed.), *Inaugural Address, three Worlds of CSCL. Can We Support CSCL?* (pp. 61-91). Heerlen: Open Universiteit Nederland.

Dillenbourg, P. (2003). Preface. In J. Andriessenn, M. Baker & D. Suthers (Eds.), *Arguing to Learn: Confronting Cognitions in Computer-Supported Collaborative Learning Environments* (pp. 7-9). Kluwer: Dordrecht.

Downes, S. (2012a). Stephen's web. Stephen Downes. The rise of MOOCs. Disponible en: <http://www.downes.ca/post/57911>

Downes, S. (2012b). *Connectivism and Connective Knowledge. Essays on meaning and learning networks*. Canada: National Research Council. Recuperado de: http://www.downes.ca/files/books/Connective_Knowledge-19May2012.pdf

Downes, S. (2013). *The Quality of Massive Open Online Courses*. Efquel. Retrieved May 15, 2013, from <http://mooc.efquel.org/week-2-the-quality-of-massive-open-online-courses-by-stephen-downes/>

Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. & Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Dubois, D., & Prade, H. (1991). Fuzzy sets in approximate reasoning. Part 1: Inference with possibility distributions. *Fuzzy Sets and Systems*, 40, 143–202.

Dubois, D., & Prade, H. (1996). What are Fuzzy Rules and How to Use them. *Fuzzy Sets and Systems*, 84, 169–185.

Durall, E., Gros, B., Maina, M., Johnson, L. & Adams, S. (2012). *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Felder, R. & Brent, R. (2001). FAQs-3. Groupwork in Distance Learning. *Chemical Engineering Education*, 35 (2), 102-103.

Fenn, J., y Raskino, M. (2008). *Mastering the hype cycle: how to choose the right innovation at the right time*. Harvard: Business Press.

Ferrari, S., Maggioni, M. and Borghese, N.A. (2004). Multiscale Approximation with Hierarchical Radial Basis Function Network, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 15. No.1, 178-188.

Flores, J., Cavazos, J., Alcalá, F. y Chairez, A. (2013). Los MOOCs: Una revolución para la transición a la Sociedad del Aprendizaje. En: *Scopeo Informe N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro*. (92-104).

Friedman, J.H. (1991). Multivariable adaptive regression splines, *Ann. Statistics*, Vol. 19, No.1, pp. 1-141.

Froelich, W. y Salmerón, J.L. (2014). Evolutionary learning of fuzzy grey cognitive maps for the forecasting of multivariate, interval-valued time series. *International Journal of Approximate Reasoning*, 55 (2014), 1319-1335.

Fundación Telefónica (2014). *La Sociedad de la Información en España 2013*. Madrid: Ariel. Recuperado el 21 de agosto de 2014, a partir de http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/258

FUNDIPE (2000). “Empleabilidad”. Fundación para el desarrollo de la Función de Recursos Humanos. (http://www.fundipe.es/archives/INFORMEE_Seguro.pdf; http://www.fundipe.es/archives/FOLLEMPPL_seguro.pdf)

Gaebel, M. (2013). MOOCs Massive Open Online Courses. EUA Occasional papers, Retrieved from <http://www.eua.be/Home.aspx>.

García Peñalvo, F. J. (2005) Estado Actual de los Sistemas E-Learning. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 6(2). Recuperado a partir de: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm

García, O. N. y Chien, Y.T. (1991). *Knowledge-Based Systems: Fundamentals and Tools*. IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA.

García-Peñalvo, F. J. (2008). *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. Hershey, PA, USA: Information Science Reference (formerly Idea Group Reference)

Garrison, D.R. (2006). Online Collaboration Principles. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 10 (1), 25-34.

Gea, M. & Montes, R. (2013). AbiertaUGR, la formación abierta basada en comunidades online de aprendizaje. En SCOPEO INFORME N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro. Pág. 122-138. En línea en: <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/06/scopeoi002.pdf> Consultado el dd/mm/aaaa

Glance, D. G., Forsey, M., y Riley, M. (2013). The pedagogical foundations of massive open online courses. *First Monday*, 18 (5). Disponible en <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4350/3673>. doi: 10.5210/fm.v18i5.4350

Chahuara, J. (2005). Control neuro difuso aplicado a una grúa torre. Tesis para el título de Ingeniero Electrónico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Chen J. C. y Chang N. B. (2007). Mining the fuzzy control rules of aeration in a Submerged Biofilm Wastewater Treatment Process. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*; 20, 959-969.

Chuan-Jun, S., Chang-Yu, C. y Jing-Yan, H. (2014). Kinect-enabled home-based rehabilitation system using Dynamic Time Warping and fuzzy logic. *Applied Soft Computing* 22, 652–666.

Clancey, W. J. (1983). The Epistemology of Rule-Based Expert Systems. A Framework for Explanation. *Artificial Intelligence*, 20:215–251.

Cormier, D. y Gillis, N. (2010). What is a MOOC? En Wikimedia. Recuperado de: http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=-File%3AWhat_is_a_MOOC.ogg

Escobar, J. & Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.

Faratin, P., Sierra, C. y Jennings, N.R. (1998). Negotiation decision function for autonomous agents, *Robot. Auton. Syst.* 24(3–4)(1998) 159–182.

Glance, D. G., Forsey, M., y Riley, M. (2013). The pedagogical foundations of massive open online courses. *First Monday*, 18 (5). Disponible en <http://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/4350/3673>. doi: 10.5210/fm.v18i5.4350

Gokmen, G., Akinci, T.C., Tektas, M., Onat, N., Kocyigit, G. y Tektas, N. (2010). Evaluation of student performance in laboratory applications using fuzzy logic. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 902–909.

Gómez, F. (2005). Tesis Doctoral “Sistemas difusos jerárquicos para modelado y Control”. Centro de Investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Departamento de control Automático. México, D.F.

Gravani, M.N., Hadjileontiadou, S.J., Nikolaidou, G.N. y Hadjileontiadis, L.J. (2007). Professional learning: A fuzzy logic-based modelling approach. *Learning and Instruction*, 17, 235-252.

Gravani, M. N., & John, P. D. (2005). ‘Them and us’: teachers’ and tutors’ perceptions of a ‘new’ professional development course in Greece. *Compare: A Journal of Comparative Education*, 35(3), 303e319.

Guàrdia, L., Maina, M. y Sangrà, A. (2013). MOOC Design Principles. A Pedagogical Approach from the Learner’s Perspective. *eLearning Papers*, 33. Disponible en: <http://xurl.es/5jrtr>

Guitert, M., Giménez, F. & AL. (2003). El procés de treball i d’aprenentatge en equip en un entorn virtual a partir de l’anàlisi d’experiències de la UOC. (Document de projecte en línia. IN3, UOC. Treballs de doctorat, DP03-001). (www.uoc.edu/in3/dt/20299/20-299.pdf) (02-04-2013).

Guitert, M. (2011). Time Management in Virtual Collaborative Learning: The Case of the Universitat Oberta de Catalunya (UOC). *eLC Research Paper Series*, 2, 5-16.

Haggard, S. (2013). The Maturing of the MOOC (Reserch No. 130). London: Department for Business Innovation y Skills – UK Government. Recuperado a partir de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/240193/131173-maturing-of-the-mooc.pdf.

Haman, A. y Geogranas, N.D. (2008). Comparison of Mamdani and Sugeno fuzzy inference systems for evaluating the quality of experience of haptic-audio-visual applications, *Proceeding of IEEE International Workshop on Haptic Audio Visual Environments and their Applications*, 2008.

Harasim, L., Hiltz, S., Turoff, M. & Teles, L. (2000). *Redes de aprendizaje. Guía para la enseñanza y el aprendizaje en Red*. Barcelona: Gedisa.

Hayes-Roth, F. (1985). Rule-Based Systems. *Communications of the ACM*, 28:921–932.

Hernández, N., González, M. y Muñoz, P. (2014). Planning Collaborative Learning in Virtual Environments. *Comunicar*, v. XXI, Media Education Research Journal; 42, 25-32.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. (5ª. edición.). México: Mc Graw Hill.

Hernández-Sellés, N. & Muñoz-Carril, P.C. (2012). Trabajo colaborativo en entornos e-learning y desarrollo de competencias transversales de trabajo en equipo: Análisis del caso del Máster en Gestión de Proyectos en Cooperación Internacional. Madrid: CSEU La Salle. *REDU*, 10 (2). ([http://red-u.net/redu/index.php/RE DU/article/view/422](http://red-u.net/redu/index.php/RE%20DU/article/view/422)) (05-04-2013).

Hilera, J.R. y Hoya, R. (2010). *Estándares de E-Learning: Guía de consulta*. Universidad de Alcalá. Disponible en <http://www.cc.uah.es/hilera/GuiaEstandares.pdf>

Hill, P. (2012). Four Barriers that MOOCs must overcome to build a sustainable model. *e-Literate*. Disponible en <http://goo.gl/7F9Rs>

Hiltz, S., Coppola, N., Rotter, N., Turoff, M. y Benbunanfich, R. (2001). Measuring the Importance of Collaborative Learning for the Effectiveness of ALN: A Multi-measure, Multi-method Approach. *Journal of Asynchronous Learning Network*, 4, 103-125.

Hodgins, W. (2001). IEEE LTSC Learning Technology Standards Committee P1484. ADLNET, USA.

Hollands, F. y Tirthali, D. (2014). *MOOCs: expectations and reality*. Full report. New York: Center for Benefit-cost Studies of Education, Teachers College, Columbia University. Recuperado de: http://cbcse.org/wordpress/wp-content/uploads/2014/05/MOOCs_Expectations_and_Reality.pdf

Homayouni, S.M., Hong, T.S., Ismail, N. (2009). Development of genetic fuzzy logic controllers for complex production systems. *Computers & Industrial Engineering* 57(4), 1247–1257.

Hurtado, J. (2010). *Metodología de la investigación*. (4ª. edición.). Venezuela: Editorial Quirón.

Ibrahim, A.M. (2001). «Assesment of distance education quality using fuzzy sets model», en *International conference on engineering education*. Oslo, 10 pp. 6E4, 8-6E4.

Ibrahim, Z. y Rusli, D. (2007). Predicting Students' Academic Performance: Comparing Artificial Neural Network, Decision Tree And Linear Regression. 21st Annual SAS Malaysia Forum, pp 1-6. Kuala Lumpur.

INCUAL (2007) "Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales". Instituto Nacional de las Cualificaciones, Ministerio de Educación y Ciencia. (http://www.mec.es/educa/incual/ice_catalogoWeb.html).

INTECO (2008 - 2010). "Guías Prácticas de Comprobación de la Accesibilidad Web". Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. (http://www.inteco.es/Accesibilidad/difusion/Manuales_y_Guias/guias_comprobacion).

INTECO (2008) "Accesibilidad Web en Objetos Flash". Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. (http://www.inteco.es/Accesibilidad/difusion/Manuales_y_Guias/guia_accesibilidad_flash).

Ishaque, K, Abdullah, S.S., Ayob, S.M., Salam, Z. (2011). A simplified approach to design fuzzy logic controller for an underwater vehicle. *Ocean Engineering*; 38: 271-284.

Izquierdo, F. (2000). Geometría descriptiva. Madrid: Editorial Paraninfo.

Jang, R.; Sun, C. y Mitsutani, E. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing, A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. Nueva Jersey. Prentice Hall.

Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. y Ludgate, H. (2013). *NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Johnson, D. & Johnson, R. (1999). *Aprender juntos y solos. Aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista*. Buenos Aires: Aique.

Johnson, D., Johnson, R. & Holubec, E. (1993). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Paidós.

Kaur, A., (2012). Comparison of Mamdani-type and Sugeno-type fuzzy inference system for air conditioning system. *Int. J. Soft Comput. Eng.* 2 (2).

Kirschner, P.A. (2002). *Three Worlds of CSCL. Can We Support CSCL*. Heerlen: Open University of the Netherlands.

Kisi, O. (2013). Applicability of Mamdani and Sugeno fuzzy genetic approaches for modeling reference evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 504, 160–170.

Kiska, J., Gupta, M., & Nikiforuk, P. (1985). Energetic stability of fuzzy dynamic systems. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 15, 783–792.

Klir, G.J. y Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic "Theory and applications"*. Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey.

Kleiman, G., Wolf, M. A. y Frye, D. (2013). The Digital Learning Transition MOOC for Educators: Exploring a Scalable Approach to Professional Development. Disponible en <http://all4ed.org/wp-content/uploads/2013/09/MOOC-Ed.pdf>

Kolowich, S. (2014). Completion Rates Aren't the Best Way to Judge MOOCs, Researchers Say. En The Chronicle of Higher Education. Recuperado de: <http://chronicle.com/blogs/wiredcampus/completion-rates-arentthe-best-way-to-judge-moocs-researchers-say/49721>

Kotsiantis, S.B. y Pintelas, P.E. (2005). Predicting Students' Marks in Hellenic Open University. Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), pp. 664-668. Taiwan: IEEE Computer Society.

Lau H.C.W, Cheng E.N.M, Lee C.K.M, Ho G.T.S. (2008). A fuzzy logic approach to forecast energy consumption change in a manufacturing system. *Expert Systems with Applications* 2008; 34 : 1813-1824.

Lavalle, A. y Curia, L. (2011). Evaluación de mapas conceptuales con técnica de lógica difusa. *Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social*, N° 12.

Lazzari, L.; Machado, E. y Pérez, R. (1998). *Teoría de la Decisión Fuzzy*. Buenos Aires. Edicoines Macchi.

Leakey, R. (1994). *The origin of humankind*. New York: Basic Books.

Lee, C. (1990). Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller, Parts I and II. *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics*, 20, 404-435.

López-Meneses, E.; Vázquez-Cano, E. y Román, P. (2015). Análisis e implicaciones del impacto del movimiento MOOC en la comunidad científica: JCR y Scopus (2010-13). *Revista Comunicar* (Aceptado-en prensa).

Lykourantzou, I., Giannoukos, I., Mpardis, G., Nikolopoulos, V. y Loumos, V. (2009). Early and dynamic student achievement prediction in e-learning courses using neural networks. *JASIST*, 372-380.

Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. y Williams, S. (2013b). The Impact and Reach of MOOCs: A Developing Countries' Perspective. *E-Learning Papers No. 33*. Recuperado de: www.elearningpapers.eu

Liyanagunawardena, T. R., Adams, A. A., & Williams, S. A. (2013a). MOOCs: A systematic study of the published literature 2008-2012. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 14(3), 202-227.

Lugton, M. (2012). What is a MOOC? What are the different types of MOOC? xMOOCs and cMOOCs. Reflections. <http://reflectionsandcontemplations.wordpress.com/2012/08/23/what-is-a-moocwhat-are-the-different-types-of-mooc-xmoocs-and-cmoocs>

Lupo, T. (2013). A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. *Expert Systems with Applications*, 40, 7096–7110.

Mackness, J., Mak, S. y Williams, R. (2010). The ideals and reality of participating in a MOOC. En L. Dirckinck-Holmfeld, V. Hodgson, C. Jones, M. de Laat, D. McConnell y T. Ryberg (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning 2010* (pp. 266-275). Lancaster: University of Lancaster.

Mamdani, E.H y Asslian, S. (1975a). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *Int. J. Man-Mach. Stud.* 7, 1–13.

Mamdani, E.H. y Asslilan, S. (1975b). A fuzzy logic controller for a dynamic plant, *Int. J. Man-Machine Stud.* 7, 1–13.

Mamdani, E. H. (1974). Application of fuzzy algorithms for simple dynamic plants. *Proceedings of the IEEE*, 121, 1585–1588.

Marín, V., Ramírez, A., & Sampedro, B. (2011). Moodle y estudiantes universitarios. Dos nuevas realidades del EEES. Profesorado. *Revista de currículum y formación de profesorado*, 15(1), 109-120.

Martí, J. (2012). Tipos de MOOCs. Xarxatic. Disponible en: <http://www.xarxatic.com/tipos-de-moocs/>

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. Disponible en http://www.revistacampusvirtuales.es/images/volIInum01/revista_campus_virtuales_01_iart10.pdf

Martínez, F., Rodríguez, M.J. y García, F.J. Evaluación del impacto del término “MOOC” vs “E-Learning” en la literatura científica y de divulgación. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 18 (1), 185-201.

MathWorks, 2004. Fuzzy logic toolbox user’s guide, for the use of Matlab. The Math Works Inc. <<http://www.mathworks.com/>>.

Mazlounzadeh, S.M., Shamsi, M., Nezamabadi-pour, H., (2008). Evaluation of general-purpose lifters for the date harvest industry based on a fuzzy inference system. *Computers and Electronics in Agriculture* 60, 60–66. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2007.06.005>.

Mazlounzadeh, S.M., Shamsi, M., Nezamabadi-pour, H., (2009). Fuzzy logic to classify date palm trees based on some physical properties related to precision agriculture, precision. *Agriculture* doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-009-9132-2>.

McAuley, A., Stewart, B., Siemens, G. y Cormier, D. (2010). The MOOC model for digital practice. Canada: University of Prince Edward Island. Recuperado a partir de http://www.elearnspace.org/Articles/MOOC_Final.pdf

McMillan, J. & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based Inquiry*. Boston: Pearson Education, Inc.

McNeil, D. y Freiburger, Y. (1997). *Fuzzy logic*. Nueva York, Simon & Schuster.

Medina, R. y Suthers, D. (2008). *Bringing Representational Practice from Log to Light*. Proceedings of the 8th International Conference for the Learning Sciences, 59-66.

Méñez, M., Campos, A. y Bustillos, C.G. (2004). *Aplicación de lógica difusa en orientación vocacional*. Zacatepec, Morelos, Departamento de Sistemas y Computación. Instituto Tecnológico.

Mendel, J.M. (2001). *Uncertain Rule-Based Fuzzy Logic Systems: Introduction and New Directions*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

Mercader, A. y Bartolomé, A. (2006). *La distancia no es el olvido*. Apuntes al hilo de la mediación educativa hoy. *Telos. Cuadernos de Comunicación, Tecnología y Sociedad*, 67. <http://www.campusred.net/telos/>

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. London: Sage.

Ministerio de Educación. Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional. Instituto de Tecnologías Educativas (ITE) (2010). *Guía para la Aplicación del Perfil de Aplicación LOM-ES V1.0 (Norma UNE-71361) en Educación. Anexo IX Taxonomía Competencia*. [en línea], Madrid. Disponible en: <http://www.lom-es.es> [2012, 14 de marzo].

MIT news. (2001). *MIT OpenCourseWare - Fact Sheet*. MIT's News Office. Recuperado 13 de enero de 2014, a partir de <http://web.mit.edu/newsoffice/2001/ocw-facts.html>

MITYC (2006). "La Sociedad de la Información para todos en el siglo XXI: un requisito para el desarrollo. Volumen II. Reflexiones y conocimiento compartido". Madrid: Ministerio de Industria Turismo y Comercio.

Mohamed, A., Amine, M., Schroeder, U., Wosnitza, M. y Jakobs, H. (2014). *MOOCs. A Review of the State-of-the-Art*. CSEDU 2014 - 6th International Conference on Computer Supported Education.

Montero, A. (2006). *Selección y nombramiento de Directores de Centros Docentes en España*. Universidad de Sevilla. Tesis doctoral inédita.

Morris, L. V. (2013). *MOOCs, emerging technologies, and quality*. *Innovative Higher Education*, Springer, 38, pp. 251-252.

Moya, M. (2013). *La Educación encierra un tesoro: ¿Los MOOCs/COMA integran los Pilares de la Educación en su modelo de aprendizaje on-line?* En SCOPEO INFORME N°2. *MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro* (pp. 157-172). Salamanca: Universidad de Salamanca-Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas.

MPR (2010). “Guía de Accesibilidad en Documentos PDF”. Madrid. Ministerio de la Presidencia.

(http://forjactt.administracionelectronica.gob.es/webdav/site/cttmap/users/memunnoz/public/Guia_Accesibilidad_PDF_Adobe_Acrobat_9-0_v1_0.pdf).

Muñiz, R. (2010). Marketing en el siglo XXI. Centro Estudios Financieros.

Nandi A.K y Davim J.P. (2009). A study of drilling performances with minimum quantity of lubricant using fuzzy logic rules. *Mechatronics*; 19:218-232.

Nayak, P.C., Sudheer, K.P. y Ramasastrri, K.S., (2005). Fuzzy computing based rainfallrunoff model for real time flood forecasting. *Hydrol. Process.* 9, 955–968.

NMC (2014). NMC Horizon Report 2014 Higher Education Edition. En The New Media Consortium. Recuperado de: <http://www.nmc.org/publications/2014-horizon-report-higher-ed>.

NMC (2013). NMC Horizon Report 2013 Higher Education Edition. En The New Media Consortium. Recuperado de: <http://www.nmc.org/pdf/2013-horizon-report-HE.pdf>

Oakley, B., Felder, B., Brent, R. & Elhajj, I. (2004). Turning Student Groups into Effective Teams. *J. Student Centered Learning*, 2 (1), 9-34.

Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Reporte EduTrends. Mayo 2014. Disponible en <http://www.observatorioedu.com/redutrends/>

Open Education Europa (Comisión Europea). Marcador de MOOCs europeos. Recuperado 12 de agosto de 2014, a partir de http://www.openeducationeuropa.eu/es/european_scoreboard_moocs

Oliver, M., Hernández-Leo, D., Daza, V., Martín, C. y Albó, L. (2014). MOOCs en España. Panorama actual de los Cursos Masivos Abiertos en Línea en las universidades españolas. Cátedra Telefónica - Universitat Pompeu Fabra. Recuperado el 12 de agosto de 2014, a partir de www.catedratelefonica.upf.edu/wp-content/uploads/2014/02/MOOCs-en-Espa%C3%B1a1.pdf

Oncu, S. y Cakir, H. (2011). Research in online learning environments: Priorities and methodologies. *Computers & Education*, 57 (1), 1098-1108. (DOI: 10.1016/j.compedu.2010.12.009)

Onrubia, J. & Engel, A. (2012). The Role of Teacher Assistance on the Effects of a Macro-script in Collaborative Writing Tasks. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7 (1), 161-186. (DOI:10.1007/s11412-011-9125-9).

Palloff, R. & Pratt, K. (1999). Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom. San Francisco: Joseey-Bass.

Özger, M. (2011). Prediction of ocean wave energy from meteorological variables by fuzzy logic modeling. *Expert Systems with Applications*; 38:6269-6274.

Özger, M. (2009). Comparison of fuzzy inference systems for stream flow prediction. *Hydrological Sciences Journal*, 54, 261–273.

Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of Marketing*, 49, 41–50.

Passino, K.M. y Yurkovich, S. (1998). *Fuzzy Control*. Addison Wesley Longman Inc.

Peláez, A.F. & Posada, M. (2013). Autonomía en Estudiantes de Posgrado que participan en un MOOC. Caso Universidad Pontificia Bolivariana. En SCOPEO INFORME N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro (pp. 174-193). Salamanca: Universidad de Salamanca-Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas.

Pedersen, K. (1989). *Expert Systems Programming: Practical Techniques for Rule-Based Expert Systems*. John Wiley and Sons, New York.

Pernías, P. y Luján, S. (s. f.). Los MOOC: orígenes, historia y tipos. En Centro de Comunicación y Pedagogía. Recuperado de: <http://www.centrocp.com/los-mooc-origenes-historia-y-tipos/>

Petrigliri, G. (2013). Let Them Eat MOOCs. En HBR Blog Network. Recuperado de: <http://blogs.hbr.org/2013/10/let-them-eat-moocs/>

Poonam, S.P., Tripathi, P.K., Shukla, (2012). Uncertainty handling using fuzzy logic in rule based systems. *Int. J. Adv. Sci. Technol.* 45.

Raju, G.V.S. y Zhou, J. (1993). Adaptive Hierarchical fuzzy control. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol 23, No.4, pp 973-980.

Ramírez, M.B; Salmerón, J.L. y López, E. (2015). Comparativa entre instrumentos de evaluación de calidad de cursos MOOCs: ADECUR vs Normas UNE 66181:2012. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, (12), 1. (Aceptado-en prensa).

Ranjan M., Jayanthi, T, Chakraborty, J., Seetha, H. y Velusamy, K. (2015). Performance analysis of fuzzy rule based classification system for transient identification in nuclear power plant. *Annals of Nuclear Energy*, 76, 63–74.

Ravenscroft, A. (2011). Dialogue and connectivism: A new approach to understanding and promoting dialogue-rich networked learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(3), 139-160.

Riid, A., Rüstern, E. (2014). Adaptability, interpretability and rule weights in fuzzy rule-based systems. *Inf. Sci.* 257, 301–312.

Roberts, T. (2005). Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education: An introduction. In T.S. Roberts (Ed.), *Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education*. (pp. 1-18). Hershey: Idean Group Publishing.

Rodríguez, C. (2012). MOOC and the AI-Stanford like Courses: Two Successful and Distinct Course Formats for Massive Open Online Courses. *European Journal of Open, Distance and E-Learning*, 2012/II.

Rodríguez-Illera, J.L. (2001). Aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Anuario de Psicología*, 32 (2), 63-75.

Roig, R., Mengual-Andrés, S. y Suárez, C. (2014). Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC. *Currículum y formación del profesorado*, 18 (1), 27-41, enero-abril 2014. Disponible en <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev181ART2.pdf>

Román, P. (2002). El trabajo colaborativo mediante redes. In J.I. Aguaded & J. Cabero (Eds.), *Educación en Red. Internet como recurso para la educación*. (pp. 113-134). Málaga: Aljibe.

Ross, J. T. (1995). *Fuzzy Logic with Engineering Applications*. New York: McGraw-Hill, Inc. (p. 593).

Rubia, B. (2010). La implicación de las nuevas tecnologías en el aprendizaje colaborativo. *Tendencias Pedagógicas*, 16, 89-106.

Ruiz-Palmero, J., Sánchez, J. & Gómez, M. (2013). Entornos personales de aprendizaje: estado de la situación en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Málaga. *Pixel-Bit. Revista de medios y Educación*, 42, 171-181.

Russo, M., & Jain, L. C. (2001). *Fuzzy Learning and Applications*. Boca Raton: CRC Press (p. 397).

Russel, S.O. y Campbell, P.F. (1996). Reservoir operating rules with fuzzy programming. *J. Water Res. Plan. Manage. ASCE* 122 (3), 165–170.

Rutkowski, L. (2004). *Flexible Neuro-Fuzzy Systems: Structures, Learning and Performance Evaluation*, Bostan: Kluwer Academic Publisher.

Salmerón, J.L. (2012). Fuzzy cognitive maps for artificial emotions forecasting. *Applied Soft Computing*, 12 (2012), 3704 - 3710.

Salmerón, J.L. y Gutiérrez, E., (2012). Fuzzy Grey Cognitive Maps in reliability engineering. *Applied Soft Computing*, 12 (2012), 3818 - 3824.

Sánchez, M. L. (2014). Diseño y producción de cursos MOOC como estrategia de aprendizaje cooperativo en un ambiente de educación a distancia. *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, núm. 28. Recuperado de: <http://www.pangea.org/dim/revista28.htm>

Sánchez, B. & 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.
- Sangrà, A. (2010). *Competencias para la docencia en línea: evaluación de la oferta formativa para profesorado universitario en el marco del EEES*. Madrid: Ministerio de Educación, Programa Estudios y Análisis (EA2010/0059). (<http://138.4.83.-162/mec/ayudas/CasaVer.asp?P=29~443>) (16-04-2013).
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1994). Computer Support for Knowledge-building Communities. *Journal of the Learning Sciences*, 3 (3), 265-283. (DOI: 10.1207/s15327809jls0303_3).
- Schneckenberg, D. (2004). El «e-learning» transforma la educación superior. *Educación*, (33), 143-156.
- SCOPEO (2013). SCOPEO INFORME N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro. Salamanca: Universidad de Salamanca-Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas.
- Semerci, Ç. (2004). The Influence Of Fuzzy Logic Theory On Students' Achievement, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3 (2), Article 9.
- Şen, Z., 1998. Fuzzy algorithm for estimation of solar irradiation from sunshine duration. *Sol. Energy* 63 (1), 39-49.
- Sharples, M., McAndrew, P., Weller, M., Ferguson, R., FitzGerald, E., Hirst, T. & Gaved, M. (2013). *Innovating Pedagogy 2013: Open University Innovation Report 2*. Milton Keynes: The Open University.
- Siemens, G. (2012a). MOOCs for the win! *ElearnSpace*, 5/3/2012. Recuperado el 24/2/2014 desde: <http://www.elearnspace.org/blog/2012/03/05/moocsfor-the-win/>
- Siemens, G. (2012b). What is the theory that underpins our moocs? *ElearnSpace*, 3/6/2012. Recuperado el 24/2/2014 desde: <http://www.elearnspace.org/blog/2012/06/03/what-is-the-theory-that-underpins-ourmoocs/>
- Siemens, G. (2012c). MOOCs are really a platform, *Elearnspace*. Disponible en: <http://www.elearnspace.org/blog/2012/07/25/moocs-are-really-a-platform/>
- Siemens, G. (2007). Connectivism: creating a learning ecology in distributed environments, En Hug, Th. (ed), *Didactics of microlearning. Concepts, discourses and examples* (pp. 53-68). Múnster: Waxmann.
- Siemens, G. (2004). *Connectivism: Learning Theory for the Digital Age*. En *eLearnspace*. Recuperado de: http://www.ingedewaard.net/papers/connectivism/2005_siemens_ALearningTheoryForTheDigitalAge.pdf
- Slavin, R. (1985). *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn*. Nueva York: Plenum Press. (DOI: 10.1007/978-1-4899-3650-9).

Stacey, P. (2013). The pedagogy of MOOCs. Paul Stacey, Musing on the edtech frontier. Blog. Disponible en <http://edtechfrontier.com/2013/05/11/the-pedagogy-of-moocs/>

Stahl, G., Koschmann, T. & Suthers, D. (2006). Computer-Supported Collaborative Learning: An historical Perspective. In R.K.

Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. (pp. 409-426). Cambridge: Cambridge University Press.

Stevens, V. (2012). "When is a MOOC not a MOOC?", ad Vanc Education. Disponible en <http://xurl.es/qdduc>

Stöberg, U. (2012). A research review of e-assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 37 (5), 591-604. (doi: 10.1080/02602938.2011.557496).

Suárez, C y Gros, B. (2013). *Aprender en red: de la interacción a la colaboración*. Barcelona: Editorial UOC.

Sugeno, M. (1985). An introductory survey of fuzzy control. *Information Science*, 36, 59–83.

Sugeno, M. *Industrial Applications of Fuzzy Control*. North-Holland, Amsterdam, 1992.

Sun, S. S., Sung, D. C., & Yong, R. K. (2002). Empirical evaluation of a fuzzy logic-based software quality prediction model. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=765833> (accessed on 10/10/2013).

Taylan, O. y Karagozoglu, B. (2009). An adaptive neuro-fuzzy model for prediction of student's academic performance. *Computers and Industrial Engineering*, 732-741.

The European Commission. (2008). *The use of ICT to support innovation and lifelong learning for all - A report on progress*. SEC 2629 final. Recuperado de: [http://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/sec/2008/2629/COM_SEC\(2008\)2629_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/sec/2008/2629/COM_SEC(2008)2629_EN.pdf)

Takagi, T. y Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control, *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.* 15, 116–132.

Tovar, E., López, J., Piedra, N., Sancho, E., & Soto, Ó. (2012). *Aplicación de tecnologías web emergentes para el estudio del impacto de repositorios OpenCourseWare españoles y latinoamericanos en la Educación Superior* (p. 172). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Thirunarayanan, M. O. (2014). MOOCs: Glorified Online Correspondence Courses? (letter to the editor). *The Chronicle of Higher Education*, 6/1/2014. Recuperado el 3/3/2014 desde <http://chronicle.com/blogs/letters/moocs-glorifiedonline-correspondence-courses/?cid=wc>

Turkdogan-Aydinol F.I. y Yetilmezsoy K. (2010). A fuzzy-logic-based model to predict biogas and methane production rates in a pilot-scale mesophilic UASB reactor treating molasses wastewater. *Journal of Hazardous Materials* 2010; 182: 460-471.

Turksen, I.B. y Zarandi, M.H. (1999). *Production Planning and Scheduling: Fuzzy and Crisp Approaches*. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Uyumaz, A., Altunkaynak, A., & Özger, M. (2006). Fuzzy logic model for equilibrium scour downstream of a dam's vertical gate. *Journal of Hydraulic Engineering, ASCE*, 132(10), 1069–1075.

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, enero-abril 2014. Disponible en <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev181ART6.pdf>

Vandamme, J.P., Meskens, N. y Superby, J.F. (2007). Predicting Academic Performance by Data Mining Methods. *Education Economics*, pp. 405-419.

Vázquez-Cano, E.; Sirignano, F.; López Meneses, E. y Román, P. (2014). La globalización del conocimiento: Los MOOCs y sus recursos. Ponencia presentada al II Congreso Virtual Internacional sobre Innovación Pedagógica y Praxis Educativa. Sevilla, 26-28 de marzo.

Vázquez-Cano, E y López, E. (2014). Evaluación de la calidad pedagógica de los MOOC. *Currículum y formación del profesorado*, 18 (1), 3-12, <http://www.ugr.es/~recfpro/rev181ed.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. Disponible en <http://www.revistacampusvirtuales.es/images/2/4.pdf>

Vázquez, E. & Sevillano, M.L. (2011). *Educadores en red*. Madrid: UNED.

Vázquez, E., López, E. y Sarasola, J.L. (2013). *La expansión del conocimiento abierto: los MOOC*. Barcelona: Octaedro.

Vizoso, C. M. (2013). ¿Serán los COMA (MOOC), el futuro del e-learning y el punto de inflexión del sistema educativo actual?, En *Revista Didáctica, Innovación y Multimedia*, núm. 25. Recuperado de: <http://www.pangea.org/dim/revista25>.

Vizoso, C.M. (2013). Los M.O.O.C.s un estilo de educación 3.0. En *SCOPEO INFORME N°2. MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro* (pp. 239-261). Salamanca: Universidad de Salamanca-Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas.

Vygotski, L. (2000). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Barcelona: Crítica.

Wade, M.C. (2012). A Critique of Connectivism as a Learning Theory. En Cybergogue (blog). Recuperado de: <http://cybergogue.blogspot.mx/2012/05/critique-of-connectivism-as-learning.html>

Waldrop, M. (2013). Campus 2.0 Massive open online courses are transforming higher education and providing fodder for scientific research. *Nature*, 495, 160-163.

Wang, L.X. (1997). *A course in fuzzy systems and control*. Prentice Hall Inc.

Wang, L., & Mendel, J. M. (1992). Generating fuzzy rules by learning from examples. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 22, 1414–1427.

Wolf, S. (2012). More than MOOCs: Opportunities arising from disrupt. Canberra: Australian Trade Commission. Recuperado a partir de <http://www.austrade.gov.au/Education/News/Reports/More-than-MOOCs-pportunitiesarising-from-disruptive-technologies-in-education#.UtQk8fuNFIE>

Yager, R. R. (1996). On the interpretation of fuzzy if –than rules. *Applied Intelligence*, 6, 141–151.

Yildiz, O., Bal, A., Gülseçen, S. y Damla, F. (2012). A Genetic-Fuzzy Based Mathematical Model to Evaluate The Distance Education Students' Academic Performance. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 55, 409 – 418.

Ying, H. y Chen, G. (1997). “Necessary conditions for some typical fuzzy systems as universal approximators”, *Automatica*, vol. 33, no. 7, pp. 1333-1338, 1997.

Ying, H. (1997). General Takagi–Sugeno fuzzy systems with simplified linear rule consequent are universal controllers, models and filters, *J. Inf. Sci.* 108 (1997) 91–98.

Yuan, L., & Powell, S. (2013). MOOCs and open education: implications for higher education. U.K.: Cetus.

Zapata, M. (2013). MOOCs, una visión crítica y una alternativa complementaria: La individualización del aprendizaje y de la ayuda pedagógica. *Campus Virtuales*, II (1), 20-38.

Zapata-Ros, M. (2013). Analítica de aprendizaje y personalización. *Campus Virtuales. Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 2(2), 88-118.

Zadeh, L.A. (2008). Is there a need for fuzzy logic? *Inform. Sci.* 178, 2751–2779.

Zadeh, L. (1997). Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems* 90(2), 111–127.

Zadeh, L. (1996). Fuzzy logic equals computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 4(2), 103–111.

Zadeh, L.A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes, in: *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-3, 1973, pp. 28–44.

- Zadeh, L. A. (1968). Fuzzy algorithms. *Information and Control*, 12, 94–102.
- Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets. *Information and Control* 8, 338–353.
- Zafra, A. y Ventura, S. (2009). Predicting Student Grades in Learning Management Systems with Multiple Instance Genetic Programming. *Educational Data Mining*, 3007-314.
- Zeng, X. J. y Singh, M. G. (1995). “Approximation theory of fuzzy systems-MIMO case”, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol.3, pp. 219-235.
- Zhou, J., Raju, G.V.S. y Kisner, R.A. (1991). “Hierarchical Fuzzy Systems”, *Int. J. Control*, Vol.54, No.5, pp. 1201-1216, 1991.
- Zilouchian A., Juliano M., Healy T. y Davis J. (2008). Design of a fuzzy logic controller for a jet engine fuel system. *Control Engineering Practice*; 8:873-883.

Referencias Legislativas

- Norma UNE-EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario
- Norma UNE-EN ISO 9001:2008 sobre Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos
- Norma UNE 139801:2003. Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. Hardware.
- 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.
- Norma UNE 66174:2010 Guía para la evaluación del sistema de gestión para el éxito sostenido de una organización según la Norma UNE-EN ISO 9004:2009.
- Norma UNE 66175:2003 Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores.
- Norma UNE 71361:2010 Perfil de aplicación LOM-ES para etiquetado normalizado de Objetos Digitales Educativos (ODE).
- Norma UNE 139804:2007, Requisitos para el uso de la Lengua de Signos Española en redes informáticas.
- CCE (2007). Comisión de las Comunidades Europeas. “Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente”. Aprobado el 29 octubre de 2007. (http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/com_2006_0479_es.pdf)

Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad.
(<http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/03/pdfs/A43187-43195.pdf>)

Real Decreto 1494/2007, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones básicas para el acceso de las personas con discapacidad a las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

ORDEN de 13 de julio de 2007, por la que se desarrolla la organización y el funcionamiento de la inspección educativa de Andalucía, cometidos competenciales de su profesión principal actual.

Resolución de 10 de febrero de 2014, de la Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades, por la que se convocan plazas para la realización de cursos de formación en red para la formación permanente del profesorado que ejerce en niveles anteriores al universitario.

Sitios Web

Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web, redactadas por WAI.

(<http://www.w3.org/WAI/GL/WCAG10/>).

WAI (Web Accessibility Initiative), grupo de trabajo del W3C dedicado a promover la accesibilidad en la Web.

(<http://www.w3.org/WAI>).

A Guide for Publishing PDF Documents for Use by People with Disabilities, Adobe Systems.

(http://www.adobe.com/enterprise/accessibility/pdfs/acro7_pg_ue.pdf)

Perfil de aplicación LOM-ES v1.0 Etiquetado estándar de Objetos Digitales Educativos.

(www.lom-es.es)

INTAV, herramienta de validación automática de la accesibilidad de una página web frente a la Norma UNE 139803:2004.

(http://www.inteco.es/checkAccessibility/Accesibilidad/accesibilidad_servicios/intav_home/)

ANEXOS DE LA TESIS DOCTORAL

ANEXO 1

Carta de presentación a los expertos

Por D. Miguel Baldomero Ramírez Fernández
Universidad Pablo de Olavide de Sevilla
Enviado el 15 de septiembre de 2013

Estimado/a experto/a,

Soy Miguel Baldomero Ramírez Fernández, profesor del Departamento de Organización de Empresa y Marketing de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

Actualmente me encuentro realizando la Tesis Doctoral cuyo objeto de estudio gira en torno a un modelo de valoración de niveles de calidad para la formación virtual. Dicho proyecto de investigación está dirigido por D. Dr. José Luis Salmerón Silvera y D. Dr. Eloy López Meneses.

Le rogaría que rellenara, a través del siguiente enlace, el instrumento didáctico EDUTOOL[®] que pretende recabar la información necesaria para valorar la calidad de la oferta formativa de las organizaciones de una forma objetiva y explícita.

<http://bit.ly/1atTeam>

También se le adjunta un dossier informativo para una mayor comprensión de EDUTOOL[®].

Si tiene algún problema, con cualquier aspecto del mismo, le ruego se ponga en contacto a través del correo electrónico: mbramfer@upo.es.

Reciba un cordial saludo.

Muchas gracias por su participación.

ANEXO 2

ORIENTACIONES PARA LA CUMPLIMENTACIÓN DEL CUESTIONARIO EDUTOOL[®]

ORIENTACIONES PARA LA CUMPLIMENTACIÓN DEL CUESTIONARIO EDUTOOL®

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha desarrollado extraordinariamente el fenómeno de la formación virtual propiciada por la globalización y por el desarrollo de las TIC¹, que ha contribuido a mejorar y a ampliar la oferta educativa. En la formación virtual, tanto la presencia del profesorado como la del alumnado, se produce en un entorno virtual de aprendizaje, donde la información puede ser almacenada, ya que el acto de la impartición no necesita necesariamente producirse y consumirse al mismo tiempo.

La formación virtual es utilizada por muchas organizaciones para dar cumplimiento al apartado 6.2 (sobre recursos humanos) de la Norma UNE-EN ISO 9001², al *“proporcionar la formación necesaria a sus empleados y garantizar su competencia”*. Así mismo estas organizaciones requieren *“asegurarse de que la formación virtual adquirida cumpla los requisitos de compra especificados”* de acuerdo con el apartado 7.4 (sobre compras) de la norma citada.

El fenómeno de la formación virtual ha producido un extraordinario aumento de la oferta educativa, debido a la existencia creciente de materiales docentes puestos a disposición de los consumidores, y a la facilidad de acceso a los mercados transnacionales, tanto de la oferta como de la demanda.

No obstante, este incremento de la oferta no ha venido acompañado de la mejora de los sistemas de identificación que faciliten el que los potenciales clientes puedan valorar adecuadamente el grado de satisfacción esperado con relación a las necesidades detectadas. De la misma forma, los profesionales del desarrollo de acciones formativas virtuales no disponían de un sistema público y normalizado que sirviera para identificar las características de sus productos formativos virtuales y, con ello, mejorar la percepción por los potenciales clientes.

Por todo ello, en 2008 se publicó la primera edición de la norma UNE 66181, que pretende servir como guía para identificar las características de las acciones for-

¹ Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

² sobre Sistemas de Gestión de la Calidad.

mativas virtuales, de forma que los usuarios de formación virtual puedan seleccionar los productos que mejor se adapten a sus necesidades y expectativas, y que los suministradores puedan mejorar su oferta y con ello la satisfacción de sus clientes o alumnos. Con ello, se reducirá el posible diferencial existente entre las expectativas de los clientes y su nivel de satisfacción y, el mercado de la formación virtual, ganará en fiabilidad y credibilidad, reduciéndose el riesgo de compra para el consumidor y proporcionando al mundo laboral productos garantizados por profesionales de la formación virtual.

En el año 2012, la segunda edición de la Norma UNE 66181 anula la anterior, que ha sido revisada y mejorada basándose en la experiencia del sector.

2. OBJETO DEL CUESTIONARIO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica las directrices para la identificación de las características que definen la calidad de la formación virtual con relación a los potenciales clientes o compradores. El uso de esta norma pretende aumentar la transparencia y la confianza del mercado en la formación virtual.

Por ello en citada norma, tiene también por objeto satisfacer las necesidades de aquellas organizaciones que deseen proporcionar a sus empleados una formación necesaria que garantice su competencia y asegurarse de que esta docencia virtual adquirida cumpla con los requisitos especificados.

Con este cuestionario se pretende recabar la información necesaria para un trabajo de investigación de Tesis Doctoral que permita valorar la calidad de la oferta formativa virtual de una forma clara y reconocida. Esta valoración se basará en la identificación de pesos de los subfactores críticos que la norma UNE 66181 establece para en los siguientes tipos de formación virtual: autoformación, teleformación y formación mixta.

De esta manera, este trabajo permitirá mejorar la oferta formativa de las entidades que la suministren; y a los usuarios, satisfacer con mayor garantía a sus necesidades y expectativas.

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

3.1. Definición y tipología de formación virtual

Es la formación basada en el uso de las TICs. Los tipos de formación virtual considerados son: autoformación, teleformación y formación mixta. A continuación se explican:

- **Autoformación:** formación virtual sin tutorías, basada en el autoaprendizaje.
- **Teleformación o formación en línea:** formación virtual con tutorización.
- **Formación mixta:** formación virtual que contiene sesiones presenciales.

3.2. Usuarios de la formación virtual

Individuo u organización que compra o utiliza la formación virtual³.

3.3. Elementos de la formación virtual

- **Acción formativa.** Actividad, producto o proceso de enseñanza y aprendizaje, cuya finalidad es que los alumnos adquieran unos conocimientos y habilidades.
- **Contenidos digitales.** Desarrollo de los temas objeto de una acción formativa a través de elementos textuales, gráficos, animaciones, audiovisuales, etc.
- **Plataforma de formación virtual.** Conjunto de herramientas informáticas que sirven de soporte a la formación virtual⁴.

³ Son ejemplos de clientes los consumidores, compradores, instituciones administrativas, etc. En el caso de la formación virtual, en muchas ocasiones el cliente y el alumnado no son el mismo sujeto.

⁴ Esta acepción normalmente se refiere al software que se utiliza para la visualización de los contenidos formativos y para hacer posible las actividades de evaluación, tutorización, comunicación, colaboración, seguimiento, etc., previstas en una acción formativa.

3.4. Características de la formación virtual

- **Accesibilidad.** Condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todos los interesados⁵.
- **Empleabilidad.** Capacidad de un individuo para integrarse en el mercado laboral o mejorar su condición laboral actual.
- **Metodología de aprendizaje.** Conjunto de métodos y tecnologías que tiene como objetivo optimizar el proceso y la calidad del aprendizaje.
- **Interactividad.** Capacidad de relacionarse dinámicamente con los usuarios y con los contenidos de la formación virtual⁶.
- **Nivel de reutilización.** Capacidad de la acción formativa para poder ser adaptada a otras necesidades formativas y a otras ramas del saber.
- **Tutoría.** Conjunto de actividades dirigidas a motivar, asesorar, resolver dudas, supervisar y proporcionar orientación a los alumnos, encaminadas a optimizar el aprendizaje.

4. LOS FACTORES Y SUBFACTORES CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN DE LA OFERTA FORMATIVA

Según la UNE, la propuesta formativa debe ser clara y adecuada, y para ello el suministrador facilitará información sobre los siguientes aspectos que se han identificado como críticos:

- a) **Información general:** es la información mínima que debe suministrarse con la oferta formativa (objetivos de la formación, hardware necesario, etc.).
- b) **Información sobre el nivel de calidad** de cada uno de los tres factores de satisfacción siguientes:
 - Reconocimiento de la formación para la empleabilidad.
 - Metodología de aprendizaje.
 - Accesibilidad.

⁵ Según la definición en la Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. La accesibilidad se refiere tanto al hardware como el software y los contenidos.

⁶ La interactividad sigue el principio de “*aprender haciendo*”.

Los factores de satisfacción están divididos en subfactores críticos cuya valoración permite obtener la valoración global del factor correspondiente. En la norma UNE 66174, estos factores de satisfacción se presentan en una graduación de 5 niveles de calidad. La escala va desde el nivel 1 hasta el nivel 5, con objeto de que los clientes y usuarios posean mayor información sobre la oferta formativa y pueda ser comparada.

Además de estos aspectos, la calidad de una acción formativa está ligada a los procesos de gestión que siga la organización responsable de la misma, asegurando la calidad de la formación virtual. A continuación se describen los requisitos que debe cumplir este sistema de gestión:

– **Seguimiento del proceso de impartición de la formación.** La organización debe establecer una sistemática para asegurar el nivel de exigencia requerido para cada uno de los factores de calidad de las acciones formativas. La organización debe mantener un sistema con el que, en todo momento se pueda conocer tanto el alcance, como los niveles establecidos para los factores de calidad para cada una de las acciones formativas.

En caso de que las actividades sean subcontratadas, se debe realizar un control y seguimiento de los proveedores de las mismas.

– **Control de documentación.** La organización debe definir una sistemática para la gestión de los documentos y registros asociados a las acciones formativas.

– **Gestión de recursos.** La dirección de la organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión, para así aumentar la satisfacción del usuario/a de las acciones formativas.

El personal que interviene en el diseño, desarrollo, gestión de contenidos y tutorización de las acciones formativas virtuales debe ser competente, y por lo tanto, contar con la formación, habilidades y experiencia apropiadas. La organización debe determinar y registrar en una instrucción o procedimiento las competencias necesarias para el desarrollo de su trabajo. Así mismo debe proporcionar la formación necesaria para adquirir dichas competencias.

La organización debe definir también las exigencias de hardware, software y medios técnicos necesarios así como la sistemática de control y mantenimiento de los mismos.

– **Mantenimiento y revisión de las acciones formativas.** La organización debe establecer una metodología de mantenimiento y revisión de las acciones formativas.

vas virtuales que permita asegurar que cumple con los requisitos de la norma UNE 66181, de manera continua.

– **Retroalimentación del cliente.** La organización debe mantener un sistema para recoger y gestionar las sugerencias de mejora que pueda aportar el cliente, para así poder incluirlas en posteriores revisiones de las acciones formativas y mejorar y adaptar las mismas a las necesidades de los usuarios.

– **Tratamiento de las reclamaciones.** Se debe establecer una línea de trabajo para el tratamiento de las reclamaciones efectuadas por los clientes. Deben mantenerse registros de dichas reclamaciones, de su posterior análisis y de las acciones correctivas que en su caso dieran lugar.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES DE SATISFACCIÓN Y NIVELES DE CALIDAD DE LA OFERTA FORMATIVA

Para asegurar la calidad y la adecuación de la oferta formativa, el suministrador debe:

– Tener implantado un sistema de gestión que cumpla los requisitos descritos en el apartado anterior.

– Proporcionar una información general mínima que conlleve:

- Nombre o descripción de la acción formativa, forma de contacto y coste.
- Objetivos de la acción formativa expresados de forma clara, incluyendo las habilidades que permite obtener.
- Tipo de formación: autoformación, teleformación o formación mixta.
- Demanda del mercado (análisis de las necesidades del mercado, compromiso de contratación, etc.).
- Formación necesaria para acceder con éxito al curso.
- Dedicación necesaria por parte del alumnado, incluyendo tanto el tiempo de estudio como el de tutoría.
- Hardware necesario y periféricos asociados (si los hubiera).
- Software necesario: programas informáticos necesarios.

– Facilitar información sobre los tres factores que se han identificado como críticos para la satisfacción de los clientes y que se señalan a continuación:

5.1. Factor crítico 1: Nivel de calidad del factor de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.

Este apartado responde a la pregunta ¿en qué medida incrementa la formación virtual la capacidad del alumnado a integrarse en el mercado laboral o de mejorar su posición existente?

La empleabilidad⁷ es la capacidad para integrarse en el mercado laboral o mejorar la condición existente. En esta norma la empleabilidad se evalúa por medio del nivel de reconocimiento de la formación por el mercado, esto es, el grado de aceptación y de prestigio que posee dicha en el mundo laboral.

A su vez, el reconocimiento de la formación depende de varios aspectos, de los cuales los más importantes son los siguientes:

➤ **Reconocimiento de la formación por las autoridades.** Este reconocimiento supone el cumplimiento de ciertos estándares, una cualificación de los profesores determinada y el seguimiento de una metodología establecida. No obstante, la demanda laboral y la oferta de egresados con titulación reconocida oficialmente no siempre evolucionan de forma paralela.

➤ **Reconocimiento de la formación por el mercado laboral.** En muchas ocasiones los empleadores valoran que una determinada formación permita el acceso a una titulación oficial.

➤ **Reconocimiento de la entidad suministradora de la formación.** También en este caso existen diversas formas de acreditación, como la realizada por las autoridades, la del mercado laboral, las certificaciones de calidad, etc. Sin embargo, puede suceder que los centros con más acreditaciones no sean los más reconocidos por el mercado laboral y que, por tanto, no exista siempre relación proporcional entre reconocimiento formal y el dado por el mundo laboral. Además, existen una serie de actividades que en general pueden ser indicativas de una mayor calidad de la formación (por ejemplo la existencia de una bolsa de trabajo, etc.), pero no siempre son representativas de un mejor nivel de calidad.

⁷ La empleabilidad está relacionada con la demanda del mercado y el reconocimiento de la formación. En esta norma la empleabilidad se evalúa mediante el reconocimiento de la formación ya que se considera que la demanda del mercado está sujeta a una fuerte dependencia de la situación temporal en la que se imparte la acción formativa. En muchos casos se imposibilita su valoración detallada y es por ello, que la demanda del mercado se contempla como parte de la información mínima que debe proporcionar la organización.

Tabla 1 Niveles de reconocimiento de la formación para la empleabilidad⁸.

Subfactores de satisfacción	Nivel (Los niveles son acumulativos; cada nivel incluye todo lo del nivel anterior)				
	1 Inicial ★☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ★☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ★★★★☆	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ★★★★☆	5 Excelente (nivel 4 + ...) ★★★★★
Reconocimiento de la formación para la empleabilidad Tiene relación con el grado de aceptación y de prestigio que posee la formación de un suministrador específico, en el mercado laboral	No se expide ningún diploma ni certificado.	Los alumnos reciben un diploma de asistencia.	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de evaluación de los conocimientos adquiridos.	El certificado de conocimientos está reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio. Además, se debe implementar un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	El título o certificado alcanzado posee validez internacional.

5.2. Factor crítico 2: Nivel de calidad del factor de metodología de aprendizaje.

Este factor tiene como objetivo analizar el paradigma y modelo teórico-científico de aprendizaje y TIC que utiliza la organización responsable de la oferta formativa durante el diseño y desarrollo de la misma. Concretamente, se analizan la toma de decisiones críticas, su relación con la calidad y su eficiencia.

Descripción de metodología de aprendizaje: Es el conjunto de toma de decisiones que van a definir las condiciones más adecuadas para conseguir el aprendizaje de los usuarios respecto a unos objetivos marcados. Estas decisiones forman parte de un proceso eficiente sobre determinadas dimensiones o factores. Para la elaboración de la norma UNE 66181 se han tenido en cuenta los subfactores más relevantes como: el diseño didáctico-instruccional junto con el método y las herramientas de evaluación, las actividades de aprendizaje y sus respectivos materiales

⁸ Para facilitar la lectura y comprensión de la información, en el caso de los niveles de calidad, se debe expresar de acuerdo al sistema de representación de estrellas indicada en las tablas anteriores, donde 1 estrella representa el mínimo nivel y 5 estrellas representa el máximo nivel. El nivel alcanzado se representa por un número igual (1 a 5) de estrellas negras o rellenas empezando por la izquierda, seguidas de las estrellas restantes hasta 5 sin color de relleno (en blanco).

Los niveles de calidad de la norma son acumulativos, de tal forma que cada nivel es también la suma de los contenidos de los niveles anteriores.

Además, la información sobre el nivel de calidad se debe facilitar de forma accesible para personas con discapacidad utilizando la fórmula: “nivel de calidad N sobre 5”, siendo N el nivel que se ofrece desde 1 hasta 5, según el criterio explicado anteriormente.

o recursos formativos, la interacción entre los agentes del proceso formativo y el entorno tecnológico-digital de aprendizaje.

En definitiva, la metodología de aprendizaje y la articulación de sus diferentes factores tendrán un efecto significativo sobre una mejor asimilación de contenidos por parte del alumnado, un aumento de su motivación, su permanencia durante la formación y, en consecuencia, la adquisición de un conocimiento realmente válido, así como habilidades para continuar aprendiendo a lo largo de la vida.

A continuación se detallan los subfactores del factor crítico 2:

5.2.1. Subfactor crítico 2.1: Diseño didáctico-instruccional

Se trata de la dimensión más importante, pues tiene una relación directa con toda la acción formativa. En este factor se contemplan los indicadores relacionados con el método concreto de aprendizaje, así como la metodología y las herramientas de evaluación.

El diseño didáctico-instruccional está relacionado directamente con los siguientes conceptos, en base a los cuales se han elaborado sus respectivos indicadores de evaluación de calidad:

- Objetivos de aprendizaje generales y específicos definidos en la acción formativa virtual, una definición correcta de los mismos y su explicitación a todos los agentes, facilitará todo el proceso de aprendizaje y su respectiva evaluación.
- Método de aprendizaje y sus respectivas actividades.
- Diseño de actividades de aprendizaje, primando actividades que impliquen un aprendizaje adaptado al contexto real donde se va a utilizar el conocimiento aprendido y, en consecuencia, la resolución de problemas contextualizados.
- Aprendizaje autodirigido, referido al grado de libertad que los alumnos tienen para hacer un recorrido no lineal por la información o para elegir en cada momento entre las diversas opciones.
- Aprendizaje de competencias transversales interdisciplinares.
- Aprendizaje colaborativo y por proyectos reales con implicación directa en la sociedad.

- Proceso de evaluación del aprendizaje, su metodología y las diferentes herramientas de evaluación.

5.2.2. Subfactor crítico 2.2: Recursos formativos y actividades de aprendizaje

Es una dimensión derivada de la anterior que fija la atención en las actividades de aprendizaje utilizadas en la acción formativa, así como sus respectivos materiales y recursos. Esta dimensión está relacionada con los siguientes aspectos:

- Tipo de recursos formativos y grado de interactividad que implican por parte del alumnado.
- Instrucciones y guías didácticas del alumnado para la realización de actividades y utilización de los recursos formativos.
- Utilización del aprendizaje colaborativo y por simulación en las actividades y recursos educativos digitales.
- Gestión del tiempo en la realización de actividades individuales y grupales.
- Gestión del conocimiento desprendido durante el proceso de aprendizaje y la realización de sus respectivas actividades.

5.2.3. Subfactor crítico 2.3: Tutoría

El/la tutor/a es un facilitador que actúa como asesor, organizador o moderador, creando los entornos y utilizando las tecnologías adecuadas que permitan cubrir los objetivos pedagógicos del curso, a la vez que conseguir la motivación del alumnado. Los aspectos clave de las tutorías son:

- a) La capacidad de interactividad y comunicación.
- b) Las funciones académicas y organizativas.
- c) El desarrollo de competencias: técnicas, pedagógicas y socio-comunicativas.
- d) La contribución al diseño de actividades participativas mediante, por ejemplo, el envío y resolución de dudas, o la motivación, que contribuyen en definitiva a reducir la tasa de abandono.

Además, la retroalimentación que se produce permite dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje (por parte de los tutores pedagógicos), y mejorar la labor de

los tutores de contenidos, pues en tiempo real se puede conocer si tienen tutorías pendientes de contestar, si han programado charlas interactivas (chats), si han participado en foros, el tiempo tardado en responder a consultas de los alumnos, la calidad de las respuestas a las consultas, etc.

En definitiva, la tutoría es una herramienta que permite dinamizar pedagógicamente cada curso y tener, en línea y en tiempo, la información necesaria para su control y seguimiento, ayudando al alumnado a interactuar con todos los miembros de la comunidad educativa y con los contenidos, de forma que “*aprenda haciendo*”.

5.2.4. Subfactor crítico 2.4: Entorno tecnológico-digital de aprendizaje

Se trata de otra dimensión de gran importancia, dado que en ella se analizan todo el conjunto de variables tecnológicas vinculadas al proceso de aprendizaje y evaluación. Esta dimensión también tiene una vinculación directa con las anteriores.

El entorno tecnológico-digital de aprendizaje está relacionado directamente con los siguientes conceptos, en base a los cuales se han elaborado sus respectivos indicadores de evaluación de calidad:

- Información sobre los requisitos tecnológicos que deben cumplir los dispositivos utilizados por los alumnos.
- Interacción entre los agentes del proceso formativo a través de tecnologías de comunicación en sus diferentes versiones.
- Diseño, implantación, administración y utilización de entornos TIC que integren administración del aprendizaje, contenidos y comunicación formal e informal.
- Mecanismos de gestión digital del conocimiento para que revierta en beneficio de los propios usuarios.
- Diseño del entorno tecnológico en cuanto a usabilidad y experiencia de usuario/a con el objetivo de mejorar el procesamiento de la información y la orientación del alumnado durante el proceso de aprendizaje.
- Gestión tecnológica del proceso de aprendizaje mediante mecanismos de seguimiento, etc.
- Gestión de información y documentación digital hipermedia.

- Accesibilidad y adaptación del entorno tecnológico a las necesidades y preferencias de cada alumno/a.
- Utilización de tecnología colaborativa y de participación activa.

Tabla 2 Niveles de metodología de aprendizaje.

Subfactores de satisfacción	Nivel (Los niveles son acumulativos; cada nivel incluye todo lo del nivel anterior)				
	1 Inicial ★☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ★☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ★★★★☆ (*3)	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ★★★★☆ (*4)	5 Excelente (nivel 4 + ...) ★★★★★ (*4)
Diseño didáctico-instruccional	Se describen unos objetivos generales.	Se explicitan los objetivos de aprendizaje (generales y específicos).	Se explicita un método de aprendizaje identificable, como por ejemplo los del anexo E (*1) y las actividades son acordes al mismo. Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso, que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje.	Las actividades y problemas se desarrollan en un Contexto realista (*5). Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades). Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso.	Los objetivos de aprendizaje se organizan por Competencias (*6). La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad. Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido.

Recursos formativos y actividades de aprendizaje	Los recursos formativos son únicamente material de consulta para el autoestudio.	Los recursos formativos permiten la interacción del alumno. Los alumnos podrán realizar actividades de autoevaluación. Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje.	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso. Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistema de evaluación).	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, videos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas... Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	Se programan sesiones sincrónicas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador. y/o Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados).
Tutoría (*2)	No hay tutoría.	El tutor del curso responde a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido.	La respuesta a las consultas sobre los contenidos del curso se realiza en un tiempo preestablecido. Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos.	El tutor, además del avance de los alumnos, realiza un seguimiento de su aprendizaje. Para ello considerará la evolución del alumno en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido: pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo, etc.	Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos: Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado. Se programan sesiones sincrónicas de interacción 1 a 1 alumno-tutor.
Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	Dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno.	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asincrónica que permite la interacción entre los participantes.	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación. Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ) y/o Ayuda. Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación del estudiante dentro del entorno y proceso de aprendizaje, como por ejemplo: mapas de navegación, mecanismos de búsqueda (sencilla o por etiquetas), opción volver atrás o deshacer, interfaz usable (*7), etc.	: Permite gestionar grupos de estudiantes y tareas con registros de acceso e informes. Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia). Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros. Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales).	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje. Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y estudiantes. Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje. Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (por ejemplo, rss, wiki, blog, redes sociales).

5.3. Factor crítico 3: Nivel de calidad del factor de accesibilidad

Este factor responde a la pregunta ¿en qué medida la formación virtual puede ser comprensible, utilizable y practicable con eficiencia y eficacia por cualquier persona?

Descripción de accesibilidad. En España, la Ley 51/2003, promueve unas “*condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la Sociedad de la Información y de cualquier medio de comunicación social*” que han sido reguladas en el Real Decreto 1494/2007. Por ello, la accesibilidad en la Sociedad de la Información es un derecho y un valor añadido, que garantiza el acceso de cualquier persona, independientemente de su condición personal o tecnológica, a los productos, entornos y servicios proporcionados por las nuevas TICs, alcanzando el objetivo de inclusión en la Sociedad de la Información.

Los aspectos clave de la accesibilidad son:

- a) La utilización de hardware que satisfaga requisitos de accesibilidad. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139801 y se aplican al ordenador propiamente dicho, con su unidad central, monitor, teclado, ratón, unidades de almacenamiento, etc. y a los periféricos, como impresora y escáner.
- b) La utilización de software que satisfaga requisitos de accesibilidad. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139802 y se aplican a cualquier tipo de aplicación informática, tengan o no interacción directa con el usuario/a, y alcanza a sistemas operativos, entornos de ventanas y controladores de dispositivos.
- c) La utilización de contenidos cuyas características cumplan los requisitos de accesibilidad de las tecnologías Web en Internet, Intranets y otro tipo de redes informáticas, para que puedan ser utilizadas por la mayor parte de los interesados. Estos requisitos se describen en la Norma UNE 139803 y son compatibles con las Directrices de accesibilidad para el contenido en la Web WCAG 2.0⁹, desarrolladas por la WAI¹⁰ del W3C¹¹.
- d) La distribución de documentos electrónicos accesibles, según las recomendaciones proporcionadas por los fabricantes, como la guía para crear documentos PDF accesibles de Adobe.

⁹ Web Content Accessibility Guidelines

¹⁰ Web Accessibility Initiative

¹¹ World Wide Web Consortium

Tabla 3 Niveles de accesibilidad

Subfactores de satisfacción	Nivel (Los niveles son acumulativos; cada nivel incluye todo lo del nivel anterior)				
	1 Inicial ★☆☆☆☆	2 Básico (nivel 1 + ...) ★☆☆☆☆	3 Bueno (nivel 2 + ...) ★☆☆☆☆	4 Muy bueno (nivel 3 + ...) ★☆☆☆☆	5 Excelente (nivel 4 + ...) ★☆☆☆☆
Accesibilidad hardware ¹⁾	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma hardware de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 ³⁾ que apliquen a la acción formativa	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la Norma UNE 139801:2003 ³⁾ que apliquen a la acción formativa
Accesibilidad software ²⁾	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Los siguientes requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ³⁾ que apliquen a la acción formativa se cumplen:	Los siguientes requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ³⁾ que apliquen a la acción formativa se cumplen:
				8.1.1 9.1.2 10.1.1 11.1.2 8.1.4 9.2.1 10.1.2 11.1.3 8.2.4 9.2.2 10.1.3 11.1.5 8.2.7 9.3.2 10.2.4 11.2.1 8.3.1 9.3.3 10.4.1 8.3.3 9.3.4 10.5.3 8.4.4 9.3.5 10.5.4 8.4.5 9.3.8 10.5.5 8.4.9 9.3.12 10.5.7 8.5.2 9.3.14 10.5.10 8.5.3 9.4.2 10.6.2 8.5.4 9.4.4 10.6.7 8.5.5 9.4.6 10.6.8 8.5.6 9.4.9 10.6.9 8.5.7 9.4.10 10.7.1 8.5.9 9.4.11 10.7.3 8.5.10 9.4.13 10.8.1 8.5.11 9.4.14 10.8.4 8.5.12 8.6.1 8.6.2 8.6.3 8.6.4	8.1.2 9.1.1 10.3.1 11.1.1 8.1.5 9.1.3 10.3.3 11.1.4 8.1.6 9.1.4 10.4.3 11.2.2 8.2.1 9.2.3 10.4.4 8.2.2 9.3.6 10.4.5 8.3.2 9.3.7 10.5.1 8.3.4 9.3.9 10.5.2 8.3.5 9.3.11 10.5.8 8.3.6 9.3.15 10.5.9 8.4.3 9.3.16 10.6.1 8.4.6 9.4.3 10.7.2 8.4.8 9.4.5 10.7.4 8.4.10 9.4.7 10.8.2 8.4.11 9.4.8 10.8.3 8.4.12 10.9.1 8.5.8 10.9.2 10.9.3
Accesibilidad web	No se proporciona información específica	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad. Y se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso.	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad y están identificadas y explicadas.	Cumple los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 ³⁾ que apliquen a la acción formativa. Es decir, cumple el nivel de conformidad A de WCAG 2.0 para los puntos que apliquen a la acción formativa.	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 ³⁾ que apliquen a la acción formativa. Es decir, cumple el nivel de conformidad AA de WCAG 2.0 para los puntos que apliquen a la acción formativa

6. REFERENCIAS LEGISLATIVAS Y BIBLIOGRÁFICAS

Normas

- [1] UNE 66174:2010 Guía para la evaluación del sistema de gestión para el éxito sostenido de una organización según la Norma UNE-EN ISO 9004:2009.
- [2] UNE 66175:2003 Sistemas de gestión de la calidad. Guía para la implantación de sistemas de indicadores.
- [3] UNE 71361:2010 Perfil de aplicación LOM-ES para etiquetado normalizado de Objetos Digitales Educativos (ODE).

- [4] UNE 139804:2007 Requisitos para el uso de la Lengua de Signos Española en redes informáticas.

Publicaciones

- [5] Ministerio de Educación. Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional. Instituto de Tecnologías Educativas (ITE) (2010). Guía para la Aplicación del Perfil de Aplicación LOM-ES V1.0 (Norma UNE-71361) en Educación. Anexo IX Taxonomía Competencia. [en línea], Madrid. Disponible en: <http://www.lom-es.es> [2012, 14 de marzo].
- [6] MPR (2010) “Guía de Accesibilidad en Documentos PDF”. Madrid. Ministerio de la Presidencia. (http://forjactt.administracionelectronica.gob.es/webdav/site/cttmap/users/memunnoz/public/Guia_Accesibilidad_PDF_Adobe_Acrobat_9-0_v1_0.pdf).
- [7] INTECO (2008 - 2010) “Guías Prácticas de Comprobación de la Accesibilidad Web”. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. (http://www.inteco.es/Accesibilidad/difusion/Manuales_y_Guias/guias_comprobacion).
- [8] INTECO (2008) “Accesibilidad Web en Objetos Flash”. Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación. (http://www.inteco.es/Accesibilidad/difusion/Manuales_y_Guias/guia_accesibilidad_flash).
- [9] FUNDIPE (2000). “Empleabilidad”. Fundación para el desarrollo de la Función de Recursos Humanos. (http://www.fundipe.es/archives/INFORMEE_Seguro.pdf; http://www.fundipe.es/archives/FOLLEMPPL_seguro.pdf)
- [10] INCUAL (2007) “Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales”. Instituto Nacional de las Cualificaciones, Ministerio de Educación y Ciencia. (http://www.mec.es/educa/incual/ice_catalogoWeb.html).
- [11] MITYC (2006) “La Sociedad de la Información para todos en el siglo XXI: un requisito para el desarrollo. Volumen II. Reflexiones y conocimiento compartido”. Madrid: Ministerio de Industria Turismo y Comercio.

Legislación

- [12] Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. (<http://www.boe.es/boe/dias/2003/12/03/pdfs/A43187-43195.pdf>).
- [13] CCE (2007). Comisión de las Comunidades Europeas. “Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente”. Aprobado el 29 octubre de 2007. (http://ec.europa.eu/education/policies/educ/eqf/com_2006_0479_es.pdf).

Sitios web

- [14] Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web, redactadas por WAI (<http://www.w3.org/WAI/GL/WCAG10/>).
- [15] WAI (Web Accessibility Initiative), grupo de trabajo del W3C dedicado a promover la accesibilidad en la Web (<http://www.w3.org/WAI>).
- [16] A Guide for Publishing PDF Documents for Use by People with Disabilities, Adobe Systems. (http://www.adobe.com/enterprise/accessibility/pdfs/acro7_pg_ue.pdf).
- [17] Perfil de aplicación LOM-ES v1.0 Etiquetado estándar de Objetos Digitales Educativos (www.lom-es.es).
- [18] INTAV, herramienta de validación automática de la accesibilidad de una página web frente a la Norma UNE 139803:2004 (http://www.inteco.es/checkAccessibility/Accesibilidad/accesibilidad_servicios/intav_home/)

ANEXO 3

**VERSIÓN DEFINITIVA DEL INSTRUMENTO
EDUTOOL[®]**

INSTRUMENTO DE CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE LA FORMACIÓN VIRTUAL EduTool®¹

Este instrumento certifica la calidad de la formación virtual y permite a las organizaciones formadoras valorar la calidad de su oferta formativa, cualitativa y cuantitativamente, de una forma clara y reconocida. Además, la certificación emite las deficiencias detectadas y unas sugerencias de propuestas de mejora.

La herramienta está basada en una metodología de ponderación con lógica difusa de los estándares de la norma UNE 66181:2012. De esta forma, se favorece la valoración de las características que definen la calidad de la formación virtual no reglada en sus tres vertientes: autoformación, teleformación y formación mixta.

Como consecuencia de la normativa anterior, se hace necesaria la aplicación de otros documentos² para llevar a cabo el procedimiento de certificación EduTool de forma global y parcialmente en las siguientes dimensiones:

1. Valoración de la dimensión del nivel de calidad del factor de reconocimiento de la formación para la empleabilidad.
2. Valoración de la dimensión del nivel de calidad del factor de metodología de aprendizaje.
3. Valoración de la dimensión del nivel de calidad del factor de accesibilidad.

¹ Marca registrada **EDUTOOL®**, según la Ley 17/2001, de 7 de diciembre, de Marcas, con número de expediente M3087298-7 de la Oficina Española de Patentes y Marcas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo

² UNE 139801:2003 *Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. Hardware.*

UNE 139802:2009 *Requisitos de accesibilidad de software.*

UNE 139803:2012 *Requisitos de accesibilidad para contenidos Web.*

UNE-EN ISO 9000 *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.*

UNE-EN ISO 9001 *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.*

UNE 66174:2010 *Guía para la evaluación del sistema de gestión para el éxito sostenido de una organización según la Norma UNE-EN ISO 9004:2009*

Ley 51/2003 de Igualdades de Oportunidades, No discriminación y Accesibilidad Universal

Dimensión 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se expide ningún diploma ni certificado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Los alumnos reciben un diploma de asistencia	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Se otorga un certificado para aquellos alumnos que superan un examen de evaluación de conocimientos adquiridos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	El certificado de conocimientos está reconocido por la Administración o por una entidad externa de reconocido prestigio	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,951%
			Se realiza un proceso de seguimiento del reconocimiento de la formación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,951%
<input type="checkbox"/>	Excelente	El título o certificado alcanzado posee validez internacional	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,902%	
Resumen de las valoraciones del subfactor 1.1					
Valoración cualitativa del subfactor 1.1	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 1.1 (peso: 9,51%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje						
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso	
	Alcance	Nivel				
2.1. Diseño didáctico-instruccional	<input type="checkbox"/>	Inicial	Se describen unos objetivos generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,09%	
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se explicitan los objetivos de aprendizaje generales	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%	
			Se explicitan los objetivos de aprendizaje específicos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%	
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Se explicita un método de aprendizaje identificable y las actividades son acordes al mismo	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%	
			Se realiza una evaluación de conocimientos al finalizar el curso que permite identificar a los alumnos que han alcanzado los objetivos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,045%	
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Las actividades y problemas se desarrollan en un contexto realista	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
			Se permite al estudiante algún grado de libertad en el itinerario formativo (en módulos, temas o actividades)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
			Hay una evaluación inicial de conocimientos que permite proporcionar a los alumnos información sobre sus necesidades de aprendizaje concretas y, tras la evaluación final, el aprendizaje adquirido durante el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Los objetivos de aprendizaje se organizan por competencias	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
			La metodología de aprendizaje se basa en solución de problemas y/o realización de proyectos reales con implicación directa en la sociedad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
			Se realiza un seguimiento post-curso del nivel de aplicación de lo aprendido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,697%	
	Resumen de las valoraciones del subfactor 2.1					
	Valoración cualitativa del subfactor 2.1	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.1 (peso: 10,45%)		
		<input type="checkbox"/>	Básico			
		<input type="checkbox"/>	Bueno			
<input type="checkbox"/>		Muy bueno				
<input type="checkbox"/>		Excelente				

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial	Los recursos formativos son únicamente material de consulta para el autoestudio	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,83%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Los recursos formativos permiten la interacción del alumnado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,943%
			Los alumnos pueden realizar actividades de autoevaluación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,943%
			Se proporcionan instrucciones para la utilización de los recursos formativos en las actividades de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,943%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Los alumnos deben realizar actividades prácticas individuales o en grupo que forman parte de la planificación del curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
			Se proporciona una guía didáctica con información sobre el curso (contenidos, metodología y sistemas de evaluación)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Existe variedad en los recursos formativos (textos, audios, videos, ejercicios, simulaciones) y distintos modelos de interacción (diferentes tipologías de actividades o ejercicios, como preguntas de selección, preguntas abiertas, ordenar...; mapas o imágenes interactivas; navegación hipertextual; animaciones interactivas...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
			Se proponen actividades complejas de práctica individual o grupal (simulaciones de entornos reales, casos prácticos de corrección individual, dinámicas de trabajo colaborativo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
			Se programan sesiones sincronas para el trabajo individual o en grupo dinamizadas por el formador	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se facilita la gestión del conocimiento (aportación de los alumnos, valoración de los conocimientos aportados)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,415%
			Resumen de las valoraciones del subfactor 2.2		
	Valoración cualitativa del subfactor 2.2		<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.2 (peso: 14,51%)
<input type="checkbox"/>			Básico		
<input type="checkbox"/>			Bueno		
<input type="checkbox"/>			Muy bueno		
<input type="checkbox"/>			Excelente		

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
2.3. Tutoría	<input type="checkbox"/>	Inicial	No hay tutoría	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Los tutores del curso responden a las preguntas de los alumnos sin tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Las respuestas a las consultas sobre los contenidos del curso se realizan en un tiempo preestablecido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
			Existe una programación de contactos que se personalizan en función del avance de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Los tutores, además del avance de los alumnos, realizan un seguimiento de los aprendizajes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
			Se considera la evolución de los alumnos en función del avance y los indicadores de aprendizaje que se hayan definido (pruebas de evaluación, realización de actividades individuales, participación en actividades en grupo...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,91%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se realiza un seguimiento personalizado e individual del aprendizaje de los alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%
			Se proporciona feedback individual sobre el trabajo realizado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%
			Se programan sesiones sincronas de interacción 1 a 1 alumno/a-tutor/a	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,61%
	Resumen de las valoraciones del subfactor 2.3				
Valoración cualitativa del subfactor 2.3	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.3 (peso: 9,13%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

Dimensión 2: Metodología de aprendizaje						
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso	
	Alcance	Nivel				
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial	Se dispone de información sobre los requisitos hardware y software que debe tener el equipo del alumno/a	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,12%	
	<input type="checkbox"/>	Básico	Al menos se dispone de alguna herramienta de comunicación asíncrona que permite la interacción entre los participantes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,12%	
	<input type="checkbox"/>	Bueno	Existe un entorno tecnológico-digital de aprendizaje que integra contenido y comunicación	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%	
			Incorpora una sección de Preguntas Frecuentes (FAQ ³) y/o Ayuda	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%	
			Permite o tiene mecanismos o componentes que facilitan la orientación de los alumnos dentro del entorno y proceso de aprendizaje (mapas de navegación, mecanismos de búsqueda sencilla o por etiquetas, opción de volver atrás o deshacer, interfaz usable, etc.)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,71%	
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Permite gestionar grupos de alumnos y tareas con registros de acceso e informes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite o tiene posibilidad de reanudar el proceso de aprendizaje donde se dejó la sesión anterior (persistencia)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite o tiene repositorios para el intercambio de archivos digitales entre sus miembros	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite o tiene foros de discusión y atención al estudiante (formales e informales)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Permite o tiene indicadores visuales de progreso de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite la gestión y reutilización de buenas prácticas en profesores y alumnos	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite uso de formatos de presentación diferentes en función de características y estilos de aprendizaje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
			Permite o tiene tecnología colaborativa o de participación activa (RSS ⁴ , wiki, blog, redes sociales...)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	0,53%	
	Resumen de las valoraciones del subfactor 2.4					
	Valoración cualitativa del subfactor 2.4	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 2.4 (peso: 10,61%)		
		<input type="checkbox"/>	Básico			
<input type="checkbox"/>		Bueno				
<input type="checkbox"/>		Muy bueno				
<input type="checkbox"/>		Excelente				

³ Acrónimo en inglés de Frequently Asked Questions

⁴ Acrónimo en inglés de Really Simple Syndication

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
3.1. Accesibilidad hardware	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,70%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,35%
			Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,35%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma hardware de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,35%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,35%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Cumple los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 ⁵ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,70%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Cumple los requisitos de prioridad 1 y 2 de la Norma UNE 139801:2003 ⁶ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,70%
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.1					
Valoración cualitativa del subfactor 3.1		<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.1 (peso: 13,49%)	
		<input type="checkbox"/>	Básico		
		<input type="checkbox"/>	Bueno		
		<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
		<input type="checkbox"/>	Excelente		

⁵ Se anexan los requisitos de prioridad 1 de la Norma UNE 139801:2003 al final de este documento

⁶ Se anexan los requisitos de prioridad 2 de la Norma UNE 139801:2003 al final de este documento

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
3.2. Accesibilidad software	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,81%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,41%
			Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,41%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,41%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,41%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ⁷ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,81%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Se cumplen algunos requisitos de la Norma UNE 139802:2009 ⁸ que aplican a la acción formativa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	2,81%
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.2					
Valoración cualitativa del subfactor 3.2	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.2 (peso: 14,06%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

⁷ Se anexan los requisitos que se debe cumplir de la Norma UNE 139802:2009 al final de este documento

⁸ Se anexan los requisitos que se debe cumplir de la Norma UNE 139802:2009 al final de este documento

Dimensión 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Indicadores	Valoración	Peso
	Alcance	Nivel			
3.3. Accesibilidad web	<input type="checkbox"/>	Inicial	No se proporciona información específica	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%
	<input type="checkbox"/>	Básico	Se indica en la información básica si la acción formativa está adaptada para ser realizada por personas con discapacidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
			Se aporta información sobre los principales problemas con los que podrían encontrarse las personas con alguna discapacidad al realizar el curso	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Bueno	La plataforma de formación virtual tiene ayudas de accesibilidad	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
			Dichas ayudas de accesibilidad están identificadas y explicadas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1,83%
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno	Cumple los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 ⁹ que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad A de WCAG ¹⁰ 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%
	<input type="checkbox"/>	Excelente	Cumple los requisitos de nivel A y nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 ¹¹ que aplican a la acción formativa (nivel de conformidad AA de WCAG 2.0)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	3,65%
Resumen de las valoraciones del subfactor 3.3					
Valoración cualitativa del subfactor 3.2	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del subfactor 3.2 (peso: 18,25%)		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

⁹ Se anexan los requisitos de nivel A de la Norma UNE 139803:2012 al final de este documento

¹⁰ Acrónimo en inglés de Web Content Accessibility Guidelines

¹¹ Se anexan los requisitos de nivel AA de la Norma UNE 139803:2012 al final de este documento

CERTIFICACIÓN DEL CURSO					
VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad					
Subfactor de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración	
	Alcance	Nivel			
1.1. Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 2: Metodología de aprendizaje					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración	
	Alcance	Nivel			
2.1. Diseño didáctico-instruccional	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.3. Tutoría	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 2		Niveles acumulativos		Peso	Valoración
		Alcance	Nivel		
2. Metodología de aprendizaje		<input type="checkbox"/>	Inicial		
		<input type="checkbox"/>	Básico		
		<input type="checkbox"/>	Bueno		
		<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
		<input type="checkbox"/>	Excelente		
VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 3: Niveles de accesibilidad					
Subfactores de satisfacción	Niveles acumulativos		Peso	Valoración	
	Alcance	Nivel			
3.1. Accesibilidad hardware	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
3.2. Accesibilidad software	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
3.3. Accesibilidad web	<input type="checkbox"/>	Inicial			
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			
RESUMEN DE LA VALORACIÓN DE LA DIMENSIÓN 3		Niveles acumulativos		Peso	Valoración
		Alcance	Nivel		
3. Niveles de accesibilidad		<input type="checkbox"/>	Inicial		
		<input type="checkbox"/>	Básico		
		<input type="checkbox"/>	Bueno		
		<input type="checkbox"/>	Muy bueno		
		<input type="checkbox"/>	Excelente		
VALORACIÓN GLOBAL DEL CURSO					
Valoración cualitativa del curso	<input type="checkbox"/>	Inicial	Valoración cuantitativa del curso		
	<input type="checkbox"/>	Básico			
	<input type="checkbox"/>	Bueno			
	<input type="checkbox"/>	Muy bueno			
	<input type="checkbox"/>	Excelente			

DEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA DE CADA SUBFACTOR	
DIMENSIÓN 1: Reconocimiento de la formación para la empleabilidad	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DIMENSIÓN 2: Metodología de aprendizaje	
2.1. Diseño didáctico-instruccional	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.1. Diseño didáctico-instruccional	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.2. Recursos formativos y actividades de aprendizaje	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.3. Tutoría	
Deficiencias	Propuestas de mejora
2.4. Entorno tecnológico-digital de aprendizaje	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DIMENSIÓN 3: Niveles de accesibilidad	
3.1. Accesibilidad hardware	
Deficiencias	Propuestas de mejora
3.2. Accesibilidad software	
Deficiencias	Propuestas de mejora
3.3. Accesibilidad web	
Deficiencias	Propuestas de mejora
DEFICIENCIAS Y PROPUESTAS DE MEJORA GLOBALES	
Deficiencias	Propuestas de mejora

PARTES DE EDUTOOL®

Página web de EduTool®

La web de la Tesis Doctoral: <http://edutool.eu> (Figura 5.1.1) se estructura de diferentes partes para una mayor comprensión y actualización del objeto de estudio:

- Bienvenida. El espacio de presentación del investigador.
- Justificación. Especifica las razones y los motivos para realizar el trabajo de investigación.
- Objetivos. Se vislumbra los diferentes objetivos del estudio de investigación.
- Marco teórico. Consta de la revisión científica de los MOOCs y la lógica difusa.
- Diseño metodológico. Se muestra una versión simplificada del instrumento y procedimientos para la recogida de la información y las fases en el desarrollo del trabajo de investigación.
- Resultado y conclusiones del estudio de investigación.
- Webgrafía y Videoblog. Por último, se exponen fuentes documentales de carácter electrónico junto a material educativo multimedia relacionado con el objeto de estudio de la Tesis Doctoral.



Figura 5.1.1. Sitio web de la Tesis Doctoral.

Fuente: Elaboración propia.

<http://edutool.eu>

PARTES DEL DVD

Composición del DVD

El DVD-Rom autoejecutable que se adjunta al final de la investigación está constituido por las siguientes secciones (en el caso que no se ejecute pulsar el archivo *index.htm*):

- Agradecimientos. Se visualiza una presentación de las personas que han intervenido en el asesoramiento y ayuda en la elaboración del presente manuscrito científico.
- Planteamiento del estudio. Se describe la justificación, objetivos generales, específicos e hipótesis de la investigación. Y, en última instancia, se vislumbra las fases del estudio.
- Marco teórico del trabajo de investigación. Se indaga en las tendencias de calidad sobre los MOOCs, la norma UNE 66181:2014 y la lógica difusa.
- Diseño metodológico del estudio. Se estructura en el paradigma metodológico de la investigación y se confecciona el instrumento EduTool[®].
- Análisis y discusión de los resultados. Se describen los resultados obtenidos por la aplicación de la herramienta EduTool[®] en una muestra de cursos de plataformas MOOC.
- Finalmente, se presentan las conclusiones, limitaciones, las líneas de futuro de la investigación, así como, las referencias bibliográficas y la webgrafía.
- Por último, se presenta el sitio web de la Tesis Doctoral elaborado por el propio investigador. Su enlace es: <http://edutool.eu>