



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA

Escuela Superior de Informática

Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información

**FRAMEWORK PARA EVALUAR LA USABILIDAD
DE SISTEMAS M-LEARNING: UN ENFOQUE
TECNOLÓGICO Y PEDAGÓGICO**

Memoria

que para optar al grado de Doctor en Informática presenta

D. Christian Xavier Navarro Cota

DIRECTORES

**Dra. Ana Isabel Molina Díaz
Dr. Miguel Ángel Redondo Duque**

Julio de 2016

Agradecimientos

Doy gracias a Dios sin Él nada tiene sentido.

A mi familia por estar ahí animándome todos los días y por aventurarse a vivir esta experiencia tan lejos de casa a mi lado. A mi esposa Claudia por su ayuda incondicional con el inglés, redacciones, consejos y oraciones. A mis hijos Lucía y Xavier, el impulso de mi vida. A mis padres por acompañarme moralmente durante toda mi vida profesional, creyendo fielmente en mi capacidad de lograr lo que se ponga por delante.

Agradezco a cada uno de mis compañeros del grupo CHICO, en especial a Ana Isabel Molina Díaz y Miguel Ángel Redondo Duque por su minuciosa retroalimentación y por orientarme en mi formación como investigador. A Manuel Ortega Cantero por ejercer como mi tutor estos últimos cuatro años. A Ángel Wizner por la creación de la herramienta software que es parte de esta tesis. A Yoel Arroyo por su ayuda en el diseño e implementación de GreedEx Tab y a David Patón por sus aportes relacionados con los detalles de la elaboración de esta memoria. A todos ellos por el compañerismo y camaradería.

A la UABC por apoyar mi desarrollo académico, es un honor pertenecer a esta institución desde mi carrera profesional, durante mis años como profesor y los años que siguen para continuar formando profesionales en Baja California. Al Programa de mejoramiento del profesorado de la SEP, sin su ayuda económica este proyecto no sería posible.

RESUMEN

Esta tesis se ha centrado en proponer un *framework* para evaluar la usabilidad de aplicaciones *m-learning*. Para ello, en primer lugar se realizó un análisis del estado actual de las investigaciones en el ámbito del aprendizaje móvil (*m-learning*), la *usabilidad en dispositivos móviles*, así como las propuestas que abordan ambos aspectos de forma conjunta, aplicando la metodología de *mapeo sistemático* de la literatura. El objetivo de esta revisión ha sido conocer las tendencias y las necesidades existentes dentro del campo del diseño y evaluación de aplicaciones *m-learning*. Los resultados muestran que la investigación en esta área se ha incrementado significativamente a partir del año 2013, y dado el creciente auge de los dispositivos móviles en la educación, se cree que el número de publicaciones seguirá en aumento en los próximos años. Se identificaron los principales enfoques que adoptan los diferentes trabajos analizados; así como los dispositivos móviles y sistemas operativos más utilizados. También se detectó que no todas las aplicaciones *m-learning* analizadas incluían pruebas de *usabilidad*, ni se encontraron *guidelines* o *frameworks* que permitieran evaluarlas.

Ante tal necesidad, se propuso un *framework conceptual* para evaluar aplicaciones *m-learning*, considerando *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad* en dispositivos móviles. Dicho *framework* está dividido en dos categorías, que corresponden con las fases de evaluación de la *usabilidad pedagógica* y de la *usabilidad de interfaz de usuario* o *tecnológica*, respectivamente. Adicionalmente, se propone una metodología para desarrollar aplicaciones *m-learning* centradas en el estudiante, la cual considera los elementos del *framework* propuesto, durante las fases de desarrollo y de evaluación.

Además, se ha creado un *instrumento de medición* y una *herramienta software* para facilitar la evaluación de este tipo de aplicaciones. Dicho instrumento es un cuestionario fiable y válido que incluye ítems relacionados con los elementos incluidos en el *framework* propuesto. La herramienta desarrollada tiene como base dicho cuestionario, permite enviarlo a los evaluadores para que lo contesten en línea, y presenta resultados gráficos y estadísticos de las evaluaciones realizadas.

Las aportaciones realizadas en esta tesis pretenden dotar, a los docentes y desarrolladores de aplicaciones *m-learning*, de recursos que les guíen a la hora de diseñar, implementar y evaluar este tipo de aplicaciones, con el fin último de favorecer la obtención de aplicaciones más usables y que mejoren la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

ABSTRACT

This thesis focus is the proposal of a framework to evaluate the usability of m-learning applications. Therefore, an analysis was carried out of the current state of research in the mobile learning (m-learning) area, the usability in mobile devices, and the proposals that address both aspects altogether, applying the literature systematic mapping study methodology. The goal for this mapping study has been to find the tendencies and existing needs inside the field of design and evaluation of m-learning applications. Results show that the research in the area has increased significantly since 2013, and due to the recent increase of mobile devices in education, we believe that the number of publications will be on the rise during the following years. Among the different papers, it was identified the main approaches adopted by the authors, as well as the type of mobile devices and the most used operative systems. It was also detected that not all the analyzed m-learning applications included usability tests, and evaluation guidelines or framework were not found either.

Facing this necessity, a conceptual framework was proposed to evaluate m-learning applications, considering the pedagogical aspects and usability in mobile devices. Such framework is divided in two categories, that relate to the evaluation phases of pedagogic usability and user interface usability or technological, respectively. Additionally, we propose a methodology to develop m-learning applications focusing on the student, which also considers the elements in the framework, during the development and evaluation phases.

In addition, we created a measurement instrument and a software tool to facilitate the evaluation of this type of applications. Such instrument is a reliable and valid questionnaire that includes items related to the elements in the proposed framework. The tool was based on this questionnaire, it allows to send it to the evaluators and to be answered on line, and presents graphic results and statistics of the performed evaluations.

The contributions of this thesis pretend to provide teachers and developers of m-learning applications, the resources to guide them during the design, implementation and evaluation of this apps, with the main goal to facilitate the improvement of applications with usability, and the enhancement of the students learning experience.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1. Motivación	2
1.2. Objetivos	3
1.3. Método y fases de trabajo	6
1.4. Marco de trabajo	7
1.5. Estructura de la memoria	8
Capítulo 2. Fundamentos Teóricos y Antecedentes	11
2.1. Tendencias en la educación.....	11
2.2. <i>m-learning</i> en la educación	12
2.3. Definición del <i>m-learning</i>	13
2.4. Usabilidad en dispositivos móviles.....	14
2.5. Mapeo Sistemático de la literatura.....	18
2.5.1. Preguntas de investigación	18
2.5.2. Identificar las bases de datos apropiadas.....	19
2.5.3. Criterios de inclusión/exclusión.....	19
2.5.4. Búsqueda y recolección de documentos.....	20
2.5.5. Resultados	20
2.5.5.1 Pregunta de investigación 1. Número de artículos publicados y sus fechas de publicación.....	21
2.5.5.2. Pregunta de investigación 2. Enfoques de las publicaciones	21
2.5.6. Análisis y discusión.....	25
2.6. Factores que favorecen la adopción del <i>m-learning</i>	26
2.6.1. Modelos de aceptación tecnológica.....	27
2.6.2. Análisis de propuestas que abordan la adopción del <i>m-learning</i>	29
2.6.3. Descripción e integración de los factores que favorecen la adopción del <i>m-learning</i> . 34	
2.6.4. Discusión y propuesta de una taxonomía	38
2.7. Conclusiones del capítulo	41
Capítulo 3. Framework Conceptual para Evaluar la Usabilidad de Aplicaciones <i>m-Learning</i>	43
3.1. Frameworks de evaluación de sistemas <i>m-learning</i>	43
3.2. Modelos conceptuales para diseñar sistemas <i>m-learning</i>	50

3.3. Identificación de requerimientos pedagógicos en el <i>m-learning</i>	57
3.4. Propuestas existentes para evaluar la usabilidad en dispositivos móviles.....	60
3.5. MoLEF: Propuesta de un <i>framework conceptual</i> para evaluar la usabilidad de las aplicaciones <i>m-learning</i>	64
3.5.1. Usabilidad Pedagógica.....	65
3.5.2. Usabilidad de la interfaz de usuario	69
3.6. Conclusiones del capítulo.....	74

Capítulo 4. Proceso de Construcción y Validación de un *Instrumento de Medición para Evaluar Aplicaciones m-Learning*75

4.1. Elaboración del cuestionario CECAM	76
4.1.1. Establecimiento de los objetivos del cuestionario	76
4.1.2. Determinación de las variables y contenido	76
4.1.3. Diseño del cuestionario	77
4.1.4. Estructura del cuestionario	77
4.1.5. Elaborar la primera versión: Elaboración de los primeros ítems	78
4.2. Análisis de la primera versión del cuestionario mediante su aplicación a un grupo piloto..	82
4.2.1. Participantes	82
4.2.2. Desarrollo de la actividad.....	82
4.3. Análisis de la fiabilidad del cuestionario.....	83
4.3.1 Análisis de Ítems.....	84
4.4. Validez del instrumento.....	94
4.4.1. Validez de contenido	95
4.4.2. Validez del constructo	96
4.5 Estructura definitiva del cuestionario CECAM.....	104
4.6. Herramienta de soporte	107
4.6.1 Una aproximación para la representación gráfica de la usabilidad de las aplicaciones <i>m-learning</i>	108
4.6.2. Ejemplos de evaluación de la usabilidad de aplicaciones <i>m-learning</i>	110
4.6.2.1. Evaluación de la aplicación <i>m-learning</i> “Learn JavaScript”	112
4.6.2.2. Evaluación de la aplicación “Fundamentos básicos del lenguaje Java”	114
4.6.2.3. Evaluación de la aplicación <i>m-learning</i> “Learn Java-Free”	115
4.7. Conclusiones del capítulo.....	117

Capítulo 5. Modelo de Diseño de Aplicaciones *m-Learning* Centradas en el Estudiante119

5.1. Introducción	119
5.2. Metodología de diseño centrado en el usuario	119
5.3. Propuesta de un modelo para diseñar aplicaciones <i>m-learning</i> centradas en el estudiante	122
5.3.1. <i>Análisis de requisitos</i>	122
5.3.6. <i>Diseño de escenarios</i>	124
5.3.7. <i>Diseño de prototipos</i>	124
5.3.8. <i>Elaboración del material educativo</i>	124
5.3.9. <i>Desarrollo de prototipos software</i>	125
5.3.10. <i>Implementación</i>	127
5.4. Caso de estudio	127
5.4.1. <i>Análisis de requisitos</i>	128
5.4.2. <i>Diseño de escenarios</i>	128
5.4.3. <i>Diseño de prototipos</i>	129
5.4.4. <i>Elaboración de material educativo</i>	131
5.4.5. <i>Desarrollo de prototipos de software</i>	132
5.5. Conclusiones del capítulo	141
Capítulo 6. Conclusiones	143
6.1. Análisis de la consecución de objetivos.....	143
6.2. Aportaciones científicas destacadas	148
6.2.1. <i>Aportación a nivel conceptual</i>	148
6.2.2. <i>Aportación a nivel metodológico</i>	148
6.2.3. <i>Aportación a nivel tecnológico</i>	149
6.3. Comparación entre propuestas para evaluar aplicaciones <i>m-learning</i>	149
6.4. Líneas de trabajo futuro	152
6.5. Publicaciones	153
Apéndice A. Artículos Relevantes para el Estudio del Mapeo Sistemático de la	
Literatura	159
Apéndice B. Primera Versión del Cuestionario CECAM, Utilizado en la Prueba	
Piloto	171
Apéndice C. Pre-test a Cumplimentar por los Estudiantes	179
Apéndice D. Post-test a Cumplimentar por los Estudiantes.....	183
Apéndice E. Cuestionario CECAM Definitivo.....	187

Apéndice F. Diseño de la Herramienta de Soporte	193
Apéndice G. Resultados de la Evaluación de la Aplicación <i>m-Learning</i> “<i>Learn JavaScript</i>”	203
Apéndice H. Resultados de la Evaluación de la Aplicación <i>m-Learning</i> “Fundamentos de Programación en Java”	215
Apéndice I. Resultados de la Evaluación de la Aplicación <i>m-Learning</i> “<i>Learn Java-Free</i>”	227
Apéndice J. Lista de Acrónimos.....	239
Referencias Bibliográficas	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Modelo de Calidad del Producto (ISO/IEC 25010:2011).	15
Figura 2-2: Modelo de Calidad en Uso (ISO/IEC 25010:2011).	15
Figura 2-3: Total de artículos localizados en la búsqueda inicial.	20
Figura 2-4: Número de artículos relevantes extraídos de cada base de datos.	21
Figura 2-5: Artículos resultantes por año de publicación.	22
Figura 2-6: Enfoques relacionados con los propósitos de investigación.....	22
Figura 2-7: Tipos de dispositivos móviles en <i>m-learning</i>	23
Figura 2-8: Aplicaciones <i>m-learning</i> por nivel académico.....	24
Figura 2-9: Secuencia de clasificación de los artículos considerados en este estudio.	26
Figura 2-10: Modelo de aceptación tecnológica (TAM).....	28
Figura 2-11: Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT).....	29
Figura 2-12: Integración de factores que favorecen la adopción del <i>m-learning</i>	40
Figura 2-13: Propuesta de una <i>taxonomía</i> de los factores que favorecen la adopción del <i>m-learning</i>	41
Figura 3-1: Tipos de evaluación que se aplican durante las distintas fases de desarrollo de sistemas <i>m-learning</i> . Fuente: Vavoula and Sharples (2009).....	45
Figura 3-2: <i>Framework</i> de tres niveles para evaluar sistemas <i>m-learning</i>	46
Figura 3-3: Marco conceptual para diseñar sistemas <i>m-learning</i> (Parsons & Ryu, 2006).....	47
Figura 3-4: Aspectos agregados al <i>framework</i> desarrollado por Parsons and Ryu (2006).	49
Figura 3-5: Marco pedagógico para evaluar actividades <i>m-learning</i>	54
Figura 3-6: Guías pedagógicas para el diseño de actividades en ambientes de aprendizaje móvil.	55
Figura 3-7: Marco conceptual de evaluación de sistemas <i>m-learning</i>	65
Figura 3-8: Aspectos de la <i>usabilidad pedagógica</i> y sus criterios de evaluación.	66

Figura 3-9: Aspectos y criterios de evaluación de la <i>usabilidad de la interfaz de usuario o tecnológica</i>	70
Figura 4-1: Fases en el proceso de construcción de una escala tipo Likert.	95
Figura 4-2: Ejemplo de representación de la usabilidad de las aplicaciones <i>m-learning</i> expresada por factores.	109
Figura 4-3: Ejemplo de representación del grado de cumplimiento de los criterios de un factor específico (en este caso <i>Recursos Multimedia</i>).	110
Figura 4-4: Pantalla inicial mostrada al encuestado que realizará la evaluación.	111
Figura 4-5: Ejemplo de visualización del cuestionario CECAM en la herramienta.	111
Figura 4-6: Resultados de la evaluación de la aplicación “ <i>Learn JavaScript</i> ” con las puntuaciones por módulo.	113
Figura 4-7: Resultados de la evaluación de la aplicación “Fundamentos básicos del lenguaje Java” con las puntuaciones por módulo.	115
Figura 4-8: Resultados de la evaluación de la aplicación “ <i>Learn Java-Free</i> ” con las puntuaciones por módulo.	117
Figura 5-1: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad.	120
Figura 5-2: Propuesta de modelo de evaluación de sistemas <i>m-learning</i>	122
Figura 5-3: Prototipo de papel que representa el menú principal de <i>Greedex Tab</i>	129
Figura 5-4: Prototipo en papel que representa como se visualizará la información de los algoritmos incluidos en <i>Greedex Tab</i>	130
Figura 5-5: Prototipo en papel que representa la interfaz para introducir datos con los que llevar a cabo una simulación.	130
Figura 5-6: Prototipo en papel que representa la interfaz del simulador de <i>Greedex Tab</i>	131
Figura 5-7: Menú principal de la aplicación <i>Greedex Tab</i>	132
Figura 5-8: Presentación de la información de los algoritmos incluidos en <i>Greedex Tab</i>	133
Figura 5-9: Interfaz de usuario de <i>Greedex Tab</i> mediante la cual el estudiante selecciona los datos para llevar a cabo una simulación.	133

Figura 5-10: Interfaz de usuario mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de <i>Greedex Tab</i>	134
Figura 5-11: Resultados de la evaluación del <i>diseño de la interfaz</i> de la aplicación <i>Greedex Tab</i>	135
Figura 5-12: Resultados de la evaluación correspondiente a la <i>navegación</i> en la aplicación <i>Greedex Tab</i>	136
Figura 5-13: Resultados de la evaluación de la usabilidad de <i>Greedex Tab</i>	137
Figura 5-14: Resultados de la evaluación de la versión anterior de <i>Greedex Tab</i>	138
Figura 5-15: Interfaz de usuario de la versión anterior de <i>Greedex Tab</i> mediante la cual el estudiante selecciona los datos para llevar a cabo una simulación.	140
Figura 5-16: Interfaz de usuario mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de la versión anterior de <i>Greedex Tab</i>	140
Figura F-1: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones (paso 1).	194
Figura F-2: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones.....	194
Figura F-3: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones.....	195
Figura F-4: Pantalla para la inserción de módulos.....	195
Figura F-5: Pantalla para insertar preguntas al cuestionario.	196
Figura F-6: Pantalla para ingresar una pregunta y una escala tipo Likert.....	197
Figura F-7: Vista preliminar de una escala tipo Likert existente.	197
Figura F-8: Pantalla final para ingresar preguntas a un cuestionario.	198
Figura F-9: Pantalla que muestra los módulos creados y las preguntas que se incluyen en cada uno de ellos.	199
Figura F-10: Pantalla para registrar encuestados y enviar invitaciones.	199
Figura F-11: Pantalla para la gestión de plantillas de generación de notificaciones y avisos...	200
Figura F-12: Ejemplo de resultados de una evaluación, representada por módulo.....	201
Figura F-13: Ejemplo de resultados gráficos con las puntuaciones de cada módulo.....	202

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Relación de hipótesis propuestas por diferentes autores que estudian la influencia o relación entre los factores que favorecen la adopción del <i>m-learning</i>	34
Tabla 3-1: Ejemplo de métricas de calidad en sistemas <i>m-learning</i>	48
Tabla 3-2: Extracto del análisis de proyecto <i>Busuu</i> utilizando el <i>framework</i> desarrollado por Capretz, et al. (2012).	49
Tabla 3-3: Comparativa de propuestas para el diseño de aplicaciones <i>m-learning</i> y similitudes en los requisitos establecidos.	58
Tabla 3-4: Criterios considerados para evaluar <i>aspectos pedagógicos</i> en aplicaciones.	60
Tabla 4-1: Subescalas, constructos y número de ítems del cuestionario preliminar.	78
Tabla 4-2: Identificador y descripción de cada ítems en la subescala <i>usabilidad pedagógica</i> . ..	80
Tabla 4-3: Identificador y descripción de cada ítems de la <i>subescala usabilidad de la interfaz de usuario</i>	82
Tabla 4-4: Coeficiente de fiabilidad de la escala CECAM considerando todos los ítems de la versión inicial.	86
Tabla 4-5: <i>Análisis de ítems</i> iniciales y coeficientes de fiabilidad (α) de los constructos de la subescala <i>usabilidad pedagógica</i>	87
Tabla 4-6: <i>Coeficiente de fiabilidad</i> (α) de la subescala <i>usabilidad pedagógica</i> , de sus constructos y el <i>análisis de ítems</i> (iteración 2).	89
Tabla 4-7: <i>Análisis de ítems</i> iniciales y el coeficiente de fiabilidad (α) de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i> y el de sus constructos.	90
Tabla 4-8: <i>Coeficiente de fiabilidad</i> (α) de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i> , el de sus constructos y el <i>análisis de ítems</i> (iteración 2).	92
Tabla 4-9: <i>Coeficiente de fiabilidad</i> (α) de los constructos de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i> y el <i>análisis de ítems</i> (iteración 3).	93
Tabla 4-10: Coeficiente de fiabilidad (α) de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i> , el de sus constructos y el <i>análisis de ítems</i> (iteración 4).	94

Tabla 4-11: <i>Matriz de cargas factoriales</i> de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala <i>usabilidad pedagógica</i>	97
Tabla 4-12: <i>Matriz de cargas factoriales</i> de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i>	98
Tabla 4-13: <i>Coefficientes de correlación</i> de los ítems y los constructos de la escala (<i>matriz de cargas factoriales cruzadas</i>).	100
Tabla 4-14: <i>Coefficientes de correlación</i> entre los constructos de la escala y las raíces cuadradas de las varianzas extraídas promedio (AVE) de cada constructo.	103
Tabla 4-15: Resultado final del análisis de fiabilidad del cuestionario CECAM.	104
Tabla 4-16: Sub-escalas, constructos y número de ítems del cuestionario final.	104
Tabla 4-17: Descripción de los ítems finales de la subescala <i>usabilidad pedagógica</i>	106
Tabla 4-18: Descripción de los ítems finales de la subescala <i>usabilidad de la interfaz de usuario</i>	107
Tabla 4-19: Referencias de puntuación en las evaluaciones.	108
Tabla 5-1: Lista de verificación para registrar el cumplimiento de los <i>aspectos pedagógicos</i>	132
Tabla 5-2: Tabla comparativa de los resultados obtenidos al evaluar las aplicaciones.	139
Tabla 6-1: Comparación entre propuestas para evaluar aplicaciones <i>m-learning</i>	151

Capítulo 1. Introducción

Actualmente, los dispositivos de cómputo móviles forman parte de la vida diaria y la cultura de muchas personas. Estos dispositivos están proporcionando un acceso histórico a la comunicación y la información. En el informe “*Ericsson Mobility Report of 2013*”, se realizaba una predicción, en la que se afirmaba que las suscripciones de *smartphones* a telefonía móvil crecería 10 veces entre el 2013 y el 2019, por lo cual se prevé que para el 2019 haya un total de 5,600 millones de suscripciones (Ericsson, 2013).

La facilidad, flexibilidad de uso y la mejora constante de las capacidades de estos dispositivos plantean infinidad de posibilidades que benefician a los usuarios, siendo una de dichas áreas la educación. Dichos dispositivos resultan herramientas muy útiles, que nos pueden acompañar a donde quiera que vayamos. Nos encontramos, por tanto, ante una herramienta ideal para cualquier aprendiz durante su proceso de aprendizaje, ya que la información está disponible en cualquier momento y lugar. Incluso, la UNESCO ha considerado los dispositivos móviles como plataforma para ampliar el acceso, la calidad y la igualdad de la enseñanza en diferentes países (West & Ei, 2014). Además, esta organización ha sido anfitrión de su *Mobile Learning Week* durante cuatro años consecutivos, en la que se han publicado diversos informes relacionados con el tema (Kraut, 2013; Vosloo, 2012; West, 2012). Su objetivo es promover la adopción del *m-learning* e intentar resolver problemas sociales y comunitarios en todo el mundo.

Sin embargo, los dispositivos móviles poseen ciertas limitaciones, principalmente relacionadas con el reducido tamaño de sus pantallas y la cantidad de información que se puede presentar a la vez. Dichos aspectos, más relacionados con la *usabilidad*, podrían dificultar el uso de los móviles como soporte para tareas de enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, los *aspectos pedagógicos* constituyen otra de las fases importantes en el diseño de aplicaciones educativas móviles, ya que su calidad didáctica depende en gran medida del hecho de que se encuentre la necesaria coherencia entre el objetivo que se quiere alcanzar, los contenidos que se tratan, y las actividades interactivas soportadas por dichas aplicaciones (Marqués, 1995). Los *aspectos*

pedagógicos también se relacionan con la usabilidad tecnológica. Así, Gebera (2012) emplea el término *usabilidad pedagógica* para referirse al estudio global de los *aspectos pedagógicos* de las aplicaciones interactivas.

1.1. Motivación

En los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de aplicaciones educativas destinadas a ser utilizadas con dispositivos móviles (o *apps*¹). Se calcula que a día de hoy existen más de 80.000 aplicaciones educativas en las diferentes plataformas de venta de *apps* para *smartphones* y *tablets*: *AppStore*, *Google Play*, *Samsung Apps*, entre otras. Sin embargo, la deficiente usabilidad de muchas de ellas, es una de las principales causas que hace que los estudiantes o usuarios se desmotiven y dejen de utilizarlas. Así, por ejemplo, la navegación puede derivar en desinterés por parte del usuario, cuando ésta se considera complicada y tediosa a la hora de completar una tarea, o la presentación de contenidos puede resultar muy complicada o elaborada para algunos usuarios o muy trivial para otros, dependiendo de factores como la edad, su conocimiento previo sobre el tema tratado, entre otros.

Por lo tanto, se requiere que el desarrollador de aplicaciones lleve a cabo una cuidadosa planificación y un diseño antes de implementarlas. Asimismo, es necesario realizar un proceso de evaluación de la usabilidad de dichas aplicaciones. Esta evaluación se puede realizar a lo largo de las diferentes etapas de desarrollo del *software* o en la etapa final. El objetivo es asegurar que la aplicación sea útil, eficaz y fácil de manejar, desde la perspectiva del estudiante, para así poder dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Son muchos los autores que han investigado y propuesto recomendaciones (guías, principios, etc.) para el desarrollo de aplicaciones *m-learning* (Duarte Filho & Barbosa, 2013; Economides, 2008; Elias, 2011; Parsons, Ryu, & Cranshaw, 2007), pero pocos son los que consideran aspectos específicos de usabilidad (Fetaji, Ebibi, & Fetaji, 2011). Por otro lado, los autores que tratan el desarrollo de aplicaciones *m-learning* usables no consideran los aspectos puramente pedagógicos. Consideramos que evaluar ambos tipos de usabilidad (tecnológica y pedagógica) en este tipo de aplicaciones se convierte en un aspecto crítico, ya que en ellas no solo es importante lograr los objetivos de aprendizaje, sino la generación de un ambiente que sea atractivo y motivador para los estudiantes.

¹ Término en inglés y abreviado para referirse a aplicaciones para teléfonos móviles inteligentes.

Ante esta situación creemos necesario un mecanismo de evaluación de la usabilidad, orientado específicamente a las aplicaciones educativas móviles, que contemple los objetivos propios de este dominio. Para ello, es necesario analizar las mejores fórmulas para enriquecer sus contenidos educativos, sus interfaces, la experiencia del usuario, y así lograr prácticas educativas más motivadoras. Esto podría permitir establecer hasta qué punto los componentes de la aplicación cumplen los requisitos de usabilidad para dar soporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, definimos la siguiente **hipótesis** de trabajo como eje de la investigación llevada a cabo en esta tesis doctoral:

Es posible la definición de un *framework* conceptual, metodológico y tecnológico que facilite el diseño y evaluación de aplicaciones *m-learning*, en el que se consideren *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad*.

1.2. Objetivos

La hipótesis antes enunciada implica la definición de una serie de objetivos y sub-objetivos a cumplir en el contexto de la presente tesis, con objeto de poder concluir que se contrasta dicha hipótesis.

Objetivo general

El objetivo general de esta investigación es el proponer un *framework conceptual, metodológico y tecnológico* que facilite la evaluación de aplicaciones *m-learning*, considerando de forma diferenciada e integral, aspectos *pedagógicos* y de *usabilidad*. Para tal fin, este *framework* debe ser visto como un conjunto de herramientas que pueden ser utilizadas, extendidas o personalizadas para desarrollar y/o evaluar dichas aplicaciones. Además, durante las fases de evaluación se deben considerar las perspectivas de los estudiantes o usuarios reales. Para ello, se deben incluir métodos de indagación, que permitan reportar incidentes críticos de usabilidad, realizar propuestas de mejoras más objetivas y orientar mejor el proceso de rediseño.

Así pues, este trabajo de investigación se puede desglosar en los siguientes **objetivos específicos**:

Objetivo específico 1

Revisar y analizar la literatura en el área del *m-learning* y la *usabilidad* en dispositivos móviles, para obtener un informe sobre el estado actual.

Estrategia 1: Realizar una *revisión sistemática* de la literatura sobre *m-learning* y la *usabilidad en dispositivos móviles*, poniendo énfasis en el uso de dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablets*.

Objetivo específico 2

Identificar los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, y proponer una *taxonomía* que sirva de base para desarrollar o evaluar este tipo de aplicaciones.

Estrategia 2: Realizar una revisión de la literatura sobre estudios relacionados con los factores de adopción del *m-learning*.

Estrategia 3: Proponer una *taxonomía* de los diferentes factores de adopción del *m-learning*.

Objetivo específico 3

Estudiar las propuestas existentes para diseñar o evaluar aplicaciones *m-learning*, y establecer así un *marco de antecedentes*.

Estrategia 4: Realizar una revisión de la literatura sobre propuestas para diseñar o evaluar sistemas *m-learning*.

Estrategia 5: Realizar una revisión de la literatura sobre heurísticas de usabilidad adaptadas para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*.

Estrategia 6: Establecer un *marco de antecedentes* considerando las revisiones realizadas a partir de las estrategias 4 y 5.

Objetivo específico 4

Examinar el *marco de antecedentes* para especificar un *framework conceptual* que permita evaluar aplicaciones *m-learning*, considerando *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad tecnológica en dispositivos móviles*.

Estrategia 7: Evaluar los conceptos definidos en el *marco de antecedentes*, y a partir de ahí, establecer cuáles son las mejores características de cada una de las propuestas existentes.

Estrategia 8: Proponer el *framework conceptual* que incluya la información necesaria para evaluar *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad* en aplicaciones *m-learning*.

Objetivo específico 5

Investigar los *instrumentos de medición*² más utilizados para evaluar sistemas informáticos, con el fin de construir un *instrumento* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*, considerando los criterios establecidos en el *framework* propuesto.

Estrategia 9: Realizar una revisión de la literatura sobre los *instrumentos de medición* existentes para evaluar sistemas informáticos.

Estrategia 10: Realizar una revisión de la literatura sobre los requisitos metodológicos necesarios para que los *instrumentos de medición* sean fiables y válidos.

Estrategia 11: Diseñar, construir y validar un *instrumento de medición* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*, considerando los *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad* incluidos en el *framework* propuesto.

Objetivo específico 6

Desarrollar una *herramienta software* para dar soporte al proceso de evaluación de las aplicaciones *m-learning*, utilizando el *instrumento de medición* desarrollado.

Estrategia 12: Analizar y definir los requerimientos de la herramienta a desarrollar.

Estrategia 13: Realizar una revisión de los modelos de representación gráfica existentes, y elegir aquel que permita visualizar de la forma más adecuada los resultados de las evaluaciones realizadas.

² Un *instrumento de medición* hace referencia a una técnica de recolección de información. En este trabajo, de entre las distintas técnicas de indagación existentes, se propondrá el uso de cuestionarios. Los instrumentos de recolección de información deben cumplir una serie de requisitos de calidad, como son la fiabilidad y la validez de los mismos.

Estrategia 14: Implementar la *herramienta software* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*.

Objetivo específico 7

Analizar las metodologías de diseño de aplicaciones centradas en el usuario, para proponer un modelo de desarrollo de aplicaciones *m-learning*.

Estrategia 15: Realizar una revisión de la literatura sobre propuestas metodológicas para el diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario.

Estrategia 16: Elegir la metodología que mejor se adapte al desarrollo de aplicaciones *m-learning*, caracterizarla y enriquecerla con los elementos incluidos en el *framework* propuesto.

1.3. Método y fases de trabajo

Para la alcanzar los objetivos apuntados en apartados anteriores y contrastar la hipótesis planteada, se propone el siguiente método general de trabajo expresado como una secuencia de etapas a seguir en esta investigación:

1. **Examinar las contribuciones científicas relacionadas:** Se propone realizar una revisión de la literatura de aquellas contribuciones científicas que abordan total o parcialmente alguno de los objetivos planteados en nuestra investigación. Ello permitirá detectar problemas no resueltos, enfoques no abordados, así como identificar información que pueda servir de base en nuestra investigación.
2. **Determinación del problema:** En esta fase se define el *contexto* del problema. Para ello se realiza un estudio de las propuestas que abordan dicho problema, de cara a establecer una base teórica sólida en la que apoyar nuestra investigación. Por último habrá que definir, de forma clara y concreta, el problema de investigación al que se pretende dar solución.
3. **Formulación de la hipótesis:** Una vez determinado el problema se hace el *planteamiento de la hipótesis de investigación*. A partir de esta hipótesis se establecen los *objetivos* y *sub-objetivos* que se pretenden abordar mediante la realización del presente trabajo de investigación. Dichos objetivos se traducen en requisitos a considerar a la hora de elaborar nuestra propuesta de solución.

4. **Elaboración de la propuesta.** Durante esta fase se establece la propuesta que plantea una solución al *objetivo general* de esta tesis y se desarrolla, por medio de la ejecución de estrategias que dirigen hacia el logro de los resultados deseados.
5. **Validación de la propuesta:** La propuesta de solución planteada debe ser verificada mediante su aplicación a casos concretos. Para validar la hipótesis y alcanzar los objetivos que se plantean en esta tesis se propone combinar los métodos de *investigación básica* e *investigación aplicada*. Ambos métodos garantizan la consecución de excelentes resultados para los objetivos planteados. Así, la *investigación básica* permite formular nuevas teorías o modificar las existentes y, de esta manera, incrementar los conocimientos científicos. Por su parte, la *investigación aplicada* busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren en la *investigación básica*.
6. **Análisis de resultados o conclusiones:** Determinar el grado de consecución de los objetivos inicialmente planteados, con el fin de valorar y contrastar la hipótesis formulada.

La descripción de la metodología de investigación seguida se corresponde con la estructura del presente documento, tal y como se indica en la sección 1.5.

1.4. Marco de trabajo

El presente trabajo de tesis ha sido desarrollado en el marco del grupo de investigación CHICO (*Computer-Human Interaction and Collaboration*) de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM). El grupo CHICO, perteneciente a la UCLM, en la Escuela Superior de Informática y en el Departamento de Tecnologías y Sistemas de Información, es un grupo reconocido por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha como *grupo de excelencia*. Sus intereses de investigación se centran en la aplicación de la Ingeniería del Software a los ámbitos de la Interacción Persona-Ordenador (IPO³), los Sistemas Colaborativos y la Informática Educativa. Así, el presente trabajo de tesis se enmarca en el contexto de diversos proyectos científico-tecnológicos de investigación del grupo CHICO, financiados por diversas instituciones públicas en convocatorias competitivas. A continuación se citan dichos proyectos:

- El proyecto EDUCA-Prog del Ministerio de Ciencia e Innovación (TIN2011-29542-C02-01 y TIN2011-29542-C02-02). El proyecto “Educa-Prog: Sistemas de software

³ En inglés, *Computer-Human Interaction*.

avanzados para el aprendizaje activo y colaborativo de la programación”, financiado por el *Ministerio de Economía y Competitividad* y el *Ministerio de Ciencia e Innovación*. Códigos de identificación: TIN2011-29542-C02-01 y TIN2011-29542-C02-02. Duración: 01/01/2012 – 31/12/2014 (prorrogado hasta 31/12/2015).

- El proyecto “Red Iberoamericana de Apoyo a los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje de Competencias Profesionales a través de Entornos Ubicuos y Colaborativos”, financiado por CYTED. Código de identificación: 513RT0481. Duración, desde: 01/01/2013 hasta: 31/12/2016.
- El proyecto “GITE-LEARN: Entornos para el aprendizaje mediante tecnologías groupware y tutorización inteligente en E-learning y T-learning”, financiado por la *Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha* (Con evaluación ANEP). Código de identificación: PEII-2014012-A. Duración, desde: 01/01/2013 hasta: 31/12/2016.
- El Proyecto “InteGROUP: Entorno metodológico y tecnológico para la integración de la aproximación metodológica CIAM en el proceso de desarrollo software”, financiado por la *Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha*. Código de identificación: PPII11-2014-021-P. Duración: 27/09/2014 – 27/09/2017.

1.5. Estructura de la memoria

Esta memoria se organiza en diferentes capítulos, en los cuales se tratan los contenidos que se indican a continuación:

Capítulo 1. Introducción. Es el presente capítulo, en el que se presenta la conceptualización de la tesis y se expone la problemática que originó el trabajo que aquí se presenta, así como el contexto en el que surge y se detallan los objetivos concretos que se plantean alcanzar como resultado del mismo.

Capítulo 2. Fundamentos Teóricos y Antecedentes. Este capítulo se divide en tres partes: en la primer parte, se presentan las bases teóricas y conceptuales que soportan el desarrollo de esta tesis. En la segunda parte, se presentan los resultados de una *revisión sistemática* de la literatura que aborda las temáticas de interés en esta investigación (*m-learning* y *usabilidad en dispositivos móviles*). En la tercera parte, se presenta un análisis de los trabajos más relevantes que estudian los factores que favorecen la adopción del *m-learning* y se propone una *taxonomía* que los relaciona e integra.

Capítulo 3. *Framework Conceptual para Evaluar la Usabilidad de Aplicaciones m-Learning*. Este capítulo se divide en dos partes. En la primera parte, se presenta un análisis de las principales propuestas estudiadas que han servido de punto de partida de la presente investigación y se obtienen una serie de requerimientos iniciales para la construcción del *framework conceptual* que se propone en esta tesis. En la segunda parte, se define y describe el *framework* en el que se apoya nuestra propuesta (a la que hemos denominado MoLEF, *Mobile Learning Evaluation Framework*) y se presenta un análisis comparativo de los trabajos presentados en este capítulo.

Capítulo 4. *Proceso de Construcción y Validación de un Instrumento de Medición para Evaluar Aplicaciones m-Learning*. En este capítulo se describe el proceso de construcción y validación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones *m-learning* (al cual hemos denominado CECAM, Cuestionario de Evaluación de la Calidad de Aplicaciones *M-learning*). CECAM se diseñó con el fin de que los estudiantes o usuarios informen sobre problemas críticos de usabilidad o pedagógicos. Consta de un conjunto de preguntas o heurísticas relacionadas con cada uno de los elementos del *framework conceptual* propuesto (MoLEF). Además, se presenta una *herramienta software* que permite evaluar la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*, la cual integra la versión final del cuestionario CECAM. El objetivo de dicha herramienta es facilitar la cumplimentación del cuestionario, analizar los resultados, y obtener resultados gráficos y estadísticos de manera automática. Finalmente, se presenta la evaluación de tres aplicaciones *m-learning* comerciales, con el objetivo de poner a prueba la herramienta desarrollada.

Capítulo 5. *Modelo de Diseño de Aplicaciones m-Learning Centradas en los Estudiantes*. En este capítulo se propone, de manera introductoria, una metodología para diseñar y desarrollar aplicaciones *m-learning*. En este capítulo se describen cada una de las etapas de las que consta dicha propuesta metodológica; la cual incorpora elementos del *framework* propuesto (MoLEF); y en la que se consideran las aportaciones de los estudiantes. Además, se presenta un caso de estudio que consistió en desarrollar una aplicación educativa para dispositivos móviles tipo *Tablet (Greedex Tab)*, siguiendo las etapas descritas en dicho modelo y con el objetivo de comprobar la aplicabilidad de éste. Finalmente, se presenta una tabla comparativa que muestra los resultados obtenidos al evaluar la usabilidad de *Greedex Tab* y su versión previa, que fue desarrollada sin utilizar esta metodología. En dicha tabla, se puede observar que *Greedex Tab* presenta una mejor usabilidad en comparación que la versión anterior.

Capítulo 6. *Conclusiones*. En este capítulo se realiza un análisis de la consecución de los objetivos inicialmente planteados, se exponen cuáles son las lecciones aprendidas y las principales contribuciones científicas o publicaciones

realizadas en el marco de esta tesis. Por último, se apuntan los trabajos futuros o líneas de investigación que quedan abiertas como consecuencia del mismo.

Apéndice A. Artículos Relevantes para el Estudio del Mapeo Sistemático de la Literatura

Apéndice B. Primera Versión del Cuestionario CECAM, Utilizado en la Prueba Piloto

Apéndice C. Pre-test a Cumplimentar por los Estudiantes

Apéndice D. Post-test a Cumplimentar por los Estudiantes

Apéndice E. Cuestionario CECAM Definitivo

Apéndice F. Diseño de la Herramienta de Soporte

Apéndice G. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “*Learn JavaScript*”

Apéndice H. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “*Fundamentos de Programación en Java*”

Apéndice I. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “*Learn Java-Free*”

Apéndice J. Lista de Acrónimos

Referencias Bibliográficas

Capítulo 2. Fundamentos Teóricos y Antecedentes

El objetivo del presente capítulo es describir las bases teóricas y conceptuales que soportan el desarrollo de esta tesis. Se presentan los resultados de una *revisión sistemática* de la literatura que aborda las temáticas de interés en el presente trabajo de investigación (*m-learning* y *usabilidad en dispositivos móviles*), así como un análisis de los trabajos más relevantes que estudian los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, a partir del cual se propone una *taxonomía* que los relaciona e integra.

2.1. Tendencias en la educación

El informe *NMC Horizon Report* identifica cuales de las nuevas tecnologías presentan un mayor potencial en el ámbito de la educación (Johnson, et al., 2013). Estas tendencias son ya un hecho en algunas de las instituciones más innovadoras del mundo. Así, a corto plazo, los MOOC (por sus siglas en inglés, *Massively Open Online Courses*) destacan como una de estas nuevas tendencias. Dicho informe indicaba que los MOOC tendrán una aceptación muy amplia, principalmente en el ámbito de la educación superior. Los MOOC proveen una opción gratuita y de gran calidad en educación. Algunos de los que han tenido una mayor promoción son *Coursera*, *edX*, *Miriada X* y *Udacity*, los cuales cuentan con cientos de miles de usuarios registrados. La principal ventaja de los MOOC es que facilitan el aprendizaje continuo y avanzado de forma gratuita, y permite a cualquier estudiante o profesional adquirir habilidades, conocimientos o aptitudes para encontrar empleo o desarrollarse efectivamente en su propia empresa (Johnson, et al., 2013).

Otra tecnología que es apuntada como una de las que a corto plazo tendrán mayor aceptación son las *tablets* (o simplemente dispositivos móviles con pantallas de gran tamaño). Sus principales ventajas, además del tamaño de la pantalla, son la conectividad, multifuncionalidad, posibilidades de interacción y portabilidad, por lo que están demostrando ser un medio útil para impulsar la educación sin importar el tiempo y

el espacio; permitiendo el acceso a materiales educativos y sirviendo como herramienta de apoyo a la gestión docente (Durall Gazulla, Gros Salvat, Maina, Johnson, & Adams, 2012). Además, cada vez existe un mayor número de compañías dedicadas a la fabricación de *tablets*, lo cual fomenta la competitividad de precios y productos, a la vez que mejora la oferta y la disponibilidad. Este mercado creciente favorece a los estudiantes e instituciones las posibilidades de aprendizaje (Johnson, et al., 2013).

Otra tendencia en la educación es el *aprendizaje basado en juegos*. Durante la última década se ha estudiado la posibilidad de que los juegos sean herramientas para el desarrollo del conocimiento y el aprendizaje. Y cuanto más atención genera el tema en el ámbito educativo, más implementaciones se generan para apoyar el aprendizaje (Durall Gazulla, et al., 2012). El informe “*NMC Horizon Report*” estima que este enfoque se seguirá implementando hasta el año 2017 (Johnson, Becker, Estrada, & Freeman, 2014). El pronóstico del análisis realizado por *TechNavio* acerca del mercado global del aprendizaje basado en juegos entre los años 2012 y 2016 era hacia un crecimiento del 15.6% (TechNavio, 2013). Y uno de los factores que han contribuido al crecimiento son los *juegos educativos móviles*.

Otra tendencia es la *analítica del aprendizaje (learning analytics)*, que tiene que ver con la interpretación de los datos que generan los estudiantes al interactuar con los contextos de aprendizaje. Los estudios recientes muestran que su uso llevará a crear entornos de aprendizaje personalizados, adaptando los contenidos a presentar a los aprendices a lo largo de su proceso de enseñanza según su propio progreso (Johnson, et al., 2013).

Otras tendencias de la educación que menciona Moreno-Ger, Martínez-Ortiz, Freire, Manero, and Fernández-Manjón (2014) son: la *evaluación encubierta (stealth assessment)* y los *juegos serios* con accesibilidad. La *evaluación encubierta* contempla técnicas de la *analítica del aprendizaje* para recolectar datos, y utiliza la información derivada del uso de una aplicación para evaluar el progreso del aprendiz de manera transparente para éste. Asimismo, los *juegos serios* deben promover el uso universal, para evitar que el juego pueda suponer un obstáculo para personas con discapacidad. Por lo tanto, la tendencia es que el desarrollo de *juegos serios* contemple características que favorezcan la accesibilidad.

2.2. *m-learning* en la educación

Como se mencionó en el capítulo anterior, la UNESCO ha publicado una serie de informes sobre el aprendizaje móvil, en los que analiza cómo la tecnología móvil,

que ahora es más accesible, puede facilitar la igualdad y la eficacia de la educación en diferentes países. Por otro lado, los dispositivos móviles están en continua mejora en cuanto a sus capacidades y las funciones que ofrece al usuario, además de que su disponibilidad está creciendo. Todo ello plantea nuevas formas de apoyo al proceso de enseñanza/aprendizaje. Diferentes estudios y publicaciones sobre el aprendizaje móvil surgidos en todo el mundo han hecho evidente este potencial y, de un modo u otro, muchos de esos proyectos o la mayoría están ayudando a que las personas puedan acceder al aprendizaje en este nuevo escenario (UNESCO, 2013).

El *m-learning* se ha estudiado en diversos contextos educativos, entre los cuales destacamos la educación formal e informal y el aprendizaje continuo. Se asume de manera generalizada que hay una división significativa entre el aprendizaje formal, que se da en las aulas, y el aprendizaje informal, que acontece en casa o en contextos diversos fuera del aula. Consideramos, como muchos otros autores, que el *m-learning* podría ayudar a disminuir la separación entre estos dos tipos de aprendizaje.

Dentro del aprendizaje formal hay dos modelos populares de aprendizaje móvil en las escuelas, uno es de los *programas 1:1* en los que se provee a cada estudiante de un dispositivo, y otro las *iniciativas BYOT (Bring Your Own Technology)*, en la cual la mayoría de los estudiantes tienen sus propios dispositivos y los llevan a la clase (Cisco, 2012).

Dentro del aprendizaje informal podemos considerar el llamado *aprendizaje permanente o continuo*, que se traduce en la educación a lo largo de la vida. Éste no cambia con el currículum oficial, sino que avanza con el transcurrir de la vida de la persona dependiendo de su situación profesional y personal. El aprendizaje permanente puede darse en cualquier espacio y sus principales características son la integración e innovación (Valero, Redondo, & Palacín, 2012).

2.3. Definición del *m-learning*

Actualmente, los dispositivos móviles son ampliamente utilizados en la educación, con diferentes enfoques dependiendo de los autores, las regiones o la audiencia. Todas estas formas diferentes de uso han dado lugar a diferentes términos que definen el uso de estos dispositivos móviles con propósitos educativos, como el *m-learning* (O'Malley, et al., 2005), *ubiquitous learning* (Sakamura & Koshizuka, 2005), *seamless learning* (Wong & Looi, 2011), *blended learning* (Yen & Lee, 2011) o *smart education* (Zhou, Huang, Chen, & Dai, 2015).

La definición de *m-learning* ha evolucionado en los últimos años, de manera que distintos autores lo han definido de distinta forma. Por ejemplo, Clark Quinn (2000) lo define como “un tipo de *e-learning* a través de dispositivos móviles”. O'Malley, et al. (2005) lo describe como “el aprendizaje que tiene lugar cuando el estudiante se beneficia de las oportunidades ofrecidas por las tecnologías móviles”. El trabajo de Sharples, Taylor, and Vavoula (2005) cambió la forma de pensar acerca de *m-learning*, enfocándolo en el aprendiz. Según este autor es el aprendiz quien tiene la movilidad y no la tecnología. Los estudiantes eligen la tecnología que esté a su mano mientras se mueven entre contextos, incluyendo teléfonos móviles, sus propias computadoras y las de otros, así como libros y *notepads*. Y en el 2013 Crompton (2013) lo define en los siguientes términos: “el *m-learning* es un aprendizaje en múltiples contextos, a través de interacciones sociales y de contenido, usando dispositivos electrónicos personales”. Esta última definición es la que tomamos como principal referencia, ya que está más centrada en el aprendiz y su proceso de aprendizaje.

2.4. Usabilidad en dispositivos móviles

En esta sección se presentan una serie de definiciones de la usabilidad, las cuales han sido propuestas por prestigiosas organizaciones y autores destacados en el tema. Además, se describen los atributos principales que deben ser considerados al evaluar la *usabilidad en dispositivos móviles*.

El estándar internacional *ISO/IEC 25010:2011* define dos modelos de calidad que proveen una terminología consistente para especificar, medir y evaluar sistemas y/o productos de calidad del software (ISO, 2011):

- Un *modelo de calidad del producto*, compuesto por ocho características relacionadas con las propiedades estáticas del *software* y propiedades dinámicas del sistema computacional. La Figura 2-1 muestra las características contempladas en este modelo.
- Un *modelo de calidad en uso*, compuesto de cinco características relacionadas con el resultado de la interacción, cuando un producto es usado en un contexto particular. La Figura 2-2 muestra las características de este modelo.



Figura 2-1: Modelo de Calidad del Producto (ISO/IEC 25010:2011).

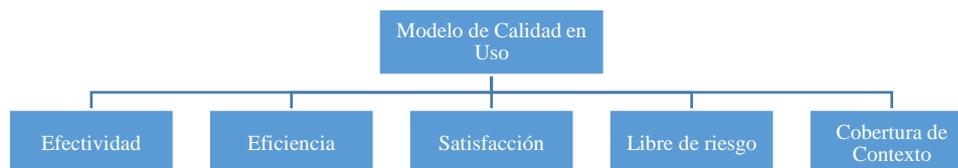


Figura 2-2: Modelo de Calidad en Uso (ISO/IEC 25010:2011).

A su vez la ISO/IEC 25010:2011 define el término *usabilidad* como el grado en el cual un sistema puede ser usado con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso.

La *usabilidad* dentro del *modelo de calidad del producto* tiene a su vez seis subdivisiones:

- **Reconocimiento apropiado.** Grado en el cual el usuario puede reconocer si un producto o sistema es apropiado para sus necesidades.
- **Aprendizaje.** Grado en el cual un producto o sistema puede ser usado por un usuario para lograr metas específicas de aprendizaje, para usar el producto o sistema con efectividad, eficiencia, libre de riesgo y satisfacción en un contexto específico de uso.
- **Operatividad.** Grado en el cual un sistema tiene atributos que lo hacen fácil de operar y controlar.
- **Protección de error de usuario.** Grado en el cual un sistema protege a los usuarios de cometer errores.
- **Estética de la interfaz de usuario.** Grado en el cual una interfaz permite una interacción agradable y satisfactoria para el usuario.

- **Accesibilidad.** Grado en el cual un sistema puede ser usado por usuarios con un amplio rango de características y capacidades para lograr una meta en un contexto de uso determinado.

El *modelo de calidad en el uso* está compuesto de cinco características relacionadas con el resultado de la interacción cuando un producto es usado en un contexto particular. A continuación se definen dichas características:

- **Efectividad.** Es la precisión y plenitud con que los usuarios alcanzan sus objetivos.
- **Eficiencia.** Se define como los recursos empleados en relación con la precisión y plenitud con la que los usuarios alcanzan sus objetivos.
- **Satisfacción.** Es el grado en el cual un usuario está satisfecho durante el uso del sistema en un contexto específico.
- **Libre de riesgo.** Es el grado hasta el cual un sistema mitiga el riesgo relacionado con lo económico, la vida humana, salud y el ambiente.
- **Cobertura del contexto.** Es el grado en el cual un producto puede ser usado con efectividad, eficiencia y satisfacción en todos los contextos de uso especificados, y en aquellos contextos que van más allá de los inicialmente establecidos.

La *usabilidad móvil* puede considerarse como una especialización o evolución del concepto de *usabilidad* aplicada a aplicaciones móviles. Los investigadores del campo de la Interacción Persona-Computador (IPO) han encontrado que, para producir sistemas computacionales con una adecuada *usabilidad*, es importante entender los factores psicológicos, ergonómicos, organizacionales y sociales que determinan como los usuarios trabajan (Kukulska-Hulme, 2007).

Jakob Nielsen ha estudiado la *usabilidad* desde 1993. Es el fundador del movimiento “*discount usability engineering*” (“Ingeniería de la usabilidad rebajada”) que destaca el uso de métodos eficaces para mejorar la calidad de las interfaces diseñadas para usuarios y ha aplicado sus métodos también en el área de los dispositivos móviles a través de investigaciones empíricas publicadas en su libro *Usabilidad en dispositivos móviles* (Nielsen & Budiu, 2013). Este autor explica la *usabilidad* en términos de la aceptación general de un sistema, que incluye la aceptación social y aspectos prácticos como confiabilidad, costo, compatibilidad y utilidad (Nielsen, 1993). En el 2012 define la *usabilidad* como “un atributo de calidad que evalúa lo fácil que

resulta usar una *interfaz de usuario*". La palabra *usabilidad* también se refiere a los métodos para mejorar la facilidad de uso durante el proceso de diseño (Nielsen, 2012).

Los atributos de *usabilidad* propuestos por (Nielsen, 1993) y su aplicación en el campo de los dispositivos móviles son:

- **Facilidad de aprendizaje.** Los sistemas deberán ser sencillos de aprender, incluso para usuarios que no tengan experiencia con un sistema o con los sistemas en general. El aprendizaje tiene relación con el tiempo que tarda un usuario en hacer un uso efectivo y completo de las funcionalidades que ofrece el sistema interactivo, aun cuando no haya tenido acceso con anterioridad al mismo. Esta característica se evalúa también en el caso de los dispositivos móviles, haciendo referencia tanto al aprendizaje de las aplicaciones como del propio equipo.
- **Eficiencia.** Tiene sentido hablar de este atributo cuando un usuario ya sabe usar un sistema, y hace referencia a la alta productividad en tareas diarias. En el caso de los dispositivos móviles es recomendable que se pueda personalizar la forma en que se presenta la información, si queremos que dicho diseño impacte en la eficiencia.
- **Memorización.** Hace referencia a que la *interfaz de usuario* debe favorecer el reconocimiento de las funcionalidades y el acceso a ellas, frente al recuerdo y memorización del uso del mismo. En el caso de los dispositivos móviles el reto está en el reducido tamaño de la pantalla, en la cual es necesario desplegar la información relevante, sin saturarla, para lo cual es recomendable, siempre que se pueda, reemplazar texto por iconos.
- **Tasa de errores.** Este atributo se refiere al número de errores cometidos por el usuario mientras realiza una determinada tarea. En el caso de los dispositivos móviles, los errores suelen estar relacionados con los métodos de entrada, dado el reducido tamaño de la pantalla, el empleo de iconos de pequeño tamaño, y los inconvenientes que plantea la interacción táctil (propensión a mayor número de errores).
- **Satisfacción subjetiva.** Un usuario deberá estar satisfecho cuando usa un sistema, debe tener una experiencia agradable de uso, lo cual redundará en una opinión positiva hacia el mismo. La satisfacción del usuario depende principalmente de la correcta funcionalidad del equipo y de que la aplicación cumpla con las necesidades del usuario.

Entre las técnicas más utilizadas para medir la *usabilidad* destaca el uso de *evaluaciones heurísticas*. Sin embargo, las existentes no están adaptadas a las características de los dispositivos móviles, ya que no consideran el contexto de uso y la movilidad. Por lo tanto, es necesario adaptar los métodos de evaluación a los aspectos relacionados con la variabilidad propia de un contexto móvil, así como a las particularidades de este tipo de dispositivos (Cuadrat Seix, Veloso, & Soler, 2012).

Una vez definido el concepto de usabilidad, en general, y la usabilidad móvil, en particular, se pasa en la siguiente sección a describir una revisión de la literatura (en concreto un mapeo sistemático) realizada con el objetivo de conocer las tendencias y las necesidades actuales dentro del ámbito del *m-learning* y la *usabilidad móvil*.

2.5. Mapeo Sistemático de la literatura

Considerando lo expuesto en este documento, podemos ver que la *usabilidad* es importante, tanto al hablar de computación móvil, en general, como al hablar de su uso en contextos educativos (*m-learning*). Por lo tanto, parte de este trabajo centra su interés en hacer una investigación de la literatura existente sobre estas temáticas, utilizando para ello la metodología del *mapeo sistemático*. Esta metodología sirve para identificar, evaluar e interpretar toda la investigación relevante sobre un tema en particular (Keele, 2007); en este caso será sobre el *m-learning* y la *usabilidad móvil*, poniendo énfasis en el uso de dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablets*.

Petersen, Feldt, Mujtaba, and Mattsson (2008) sugieren un procedimiento para realizar un *mapeo sistemático* de la literatura, el cual consta de 5 etapas: 1) Definir preguntas de investigación; 2) Identificar las bases de datos en las que se realizará la búsqueda de trabajos relacionados; 3) Definir los criterios inclusión/exclusión; 4) Seleccionar los estudios primarios; y 5) Extracción de datos. Teniendo en cuenta estas etapas, en las siguientes subsecciones se comentan las actividades que se han llevado a cabo en esta revisión de la literatura.

2.5.1. Preguntas de investigación

Dado que nuestro interés se centra en conocer el estado del arte en el área del *m-learning* y la *usabilidad móvil*, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es el estado de los artículos científicos publicados en el área de *usabilidad móvil* y el *m-learning* en el que se utilicen dispositivos móviles tipo *smartphones* y

tablets? ¿Ha aumentado la publicación de artículos en este tema en los últimos años?

2. ¿Cuáles son los enfoques de las diferentes publicaciones científicas en el área del *m-learning* y la *usabilidad móvil*? ¿Qué tipos de dispositivos móviles y sistemas operativos son los más utilizados según dichas publicaciones?

Para responder a estas preguntas se utilizaron las siguientes palabras claves en la búsqueda, descritas en inglés por ser el idioma más utilizado en las publicaciones en esta área: “*mobile learning*”, “*m-learning*”, y “*usability*”. Si la base de datos lo permite se utilizará el operador booleano *OR* y/o *AND* para realizar la búsqueda (Brereton, Kitchenham, Budgen, Turner, & Khalil, 2007). El operador *OR* permite incluir las palabras alternativas o sinónimos, y el operador *AND* permite ligar dos o más palabras. Para cada búsqueda, la cadena diseñada debe ser adaptada, por lo tanto la cadena de búsqueda fue la siguiente, con algunas variantes dependiendo de la base de datos consultada: (“*mobile learning*” *OR* “*m-learning*”) *AND* “*usability*”.

2.5.2. Identificar las bases de datos apropiadas

Los estudios incluidos en esta investigación surgieron de una indagación de la literatura disponible en las siguientes bases de datos: *IEEE Digital Library*, *Science Direct On Site* (SDOS), *ACM Digital Library* y *Scopus*. La búsqueda mediante la cadena indicada en la subsección anterior se llevó a cabo en títulos, resúmenes (*abstract*), o palabras claves de los artículos.

2.5.3. Criterios de inclusión/exclusión

Se incluyeron aquellos trabajos relacionados al área del *m-learning* y la *usabilidad móvil*, específicamente aquellos que utilizan dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablets*, publicados en inglés e incluidos en *journals*, conferencias o *workshops*. En el caso de existir trabajos repetidos en las bases de datos seleccionadas, se consideraron aquellos con fecha de publicación más reciente o aquellos que se consideraban de mejor calidad, por ser más completos.

Se excluyó la información de páginas web, presentaciones *Power Point* (o similares), trabajos en proceso o cualquier información abstracta, dado que este tipo de información podría no haber sido revisada y/o aprobada. También se excluyeron

trabajos que hacían referencia a teléfonos celulares y PDAs (por sus siglas en inglés, *Personal Digital Assistant*) en sus investigaciones.

2.5.4. Búsqueda y recolección de documentos

Esta actividad se llevó a cabo en dos fases. En la primera se leyeron los títulos y resúmenes de los artículos obtenidos de cada base de datos y, en caso de existir duda sobre la relevancia de un trabajo para la investigación, también se leyó la introducción y/o conclusiones para establecer si éste era incluido o excluido de la investigación. Al final de esta etapa se obtuvo una lista con los documentos relevantes para la extracción de datos. En la segunda fase se recolectaron y revisaron los artículos completos de la lista anterior para extraer información específica, y resolver las preguntas planteadas en este trabajo de investigación.

2.5.5. Resultados

La primera etapa de búsqueda arrojó un total de 1546 publicaciones (ver Figura 2-3). Después de considerar los criterios de inclusión/exclusión, y llevar a cabo las dos etapas de *búsqueda y recolección de documentos* resultaron un total de 168 documentos relevantes (ver Figura 2-4).

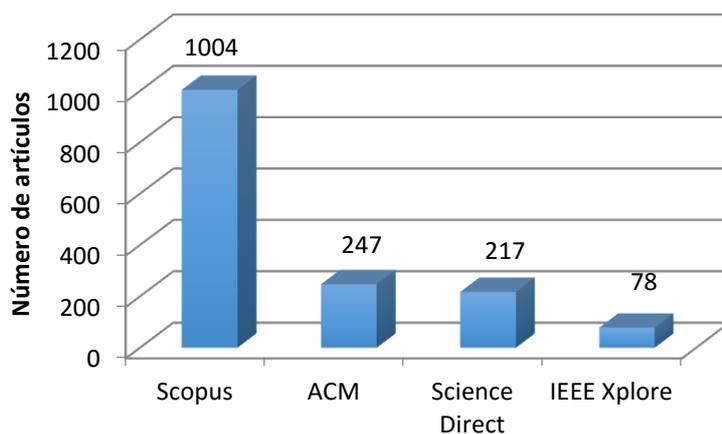


Figura 2-3: Total de artículos localizados en la búsqueda inicial.

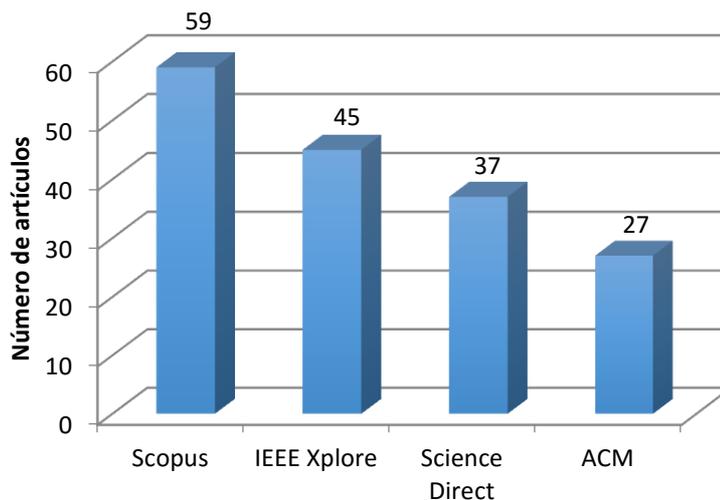


Figura 2-4: Número de artículos relevantes extraídos de cada base de datos.

2.5.5.1 Pregunta de investigación 1. Número de artículos publicados y sus fechas de publicación

La Figura 2-5 muestra el número de artículos seleccionados, publicados entre el 2006 y el 2014. Se puede observar que la cantidad de publicaciones en esta área se ha incrementado desde el 2010, y en el año 2013 esta cifra aumentó significativamente. La gráfica muestra un decremento en el año 2014, pero cabe mencionar que esta búsqueda se realizó en el mes de noviembre del 2014, por lo que faltaría incluir las publicaciones registradas durante el mes de noviembre y diciembre del 2014. Considerando el auge de los dispositivos móviles en la educación, se cree que las publicaciones relacionadas con este tema seguirán en aumento en los próximos años.

2.5.5.2. Pregunta de investigación 2. Enfoques de las publicaciones

Los 168 artículos más relevantes muestran diferentes enfoques, de acuerdo con el propósito de su investigación (ver Figura 2-6), que hemos clasificado para una mejor interpretación: (1) aplicaciones *m-learning*, (2) *guidelines* y *frameworks*, (3) aspectos específicos del *m-learning*, (4) casos de estudio y (5) análisis y tendencias del *m-learning*.

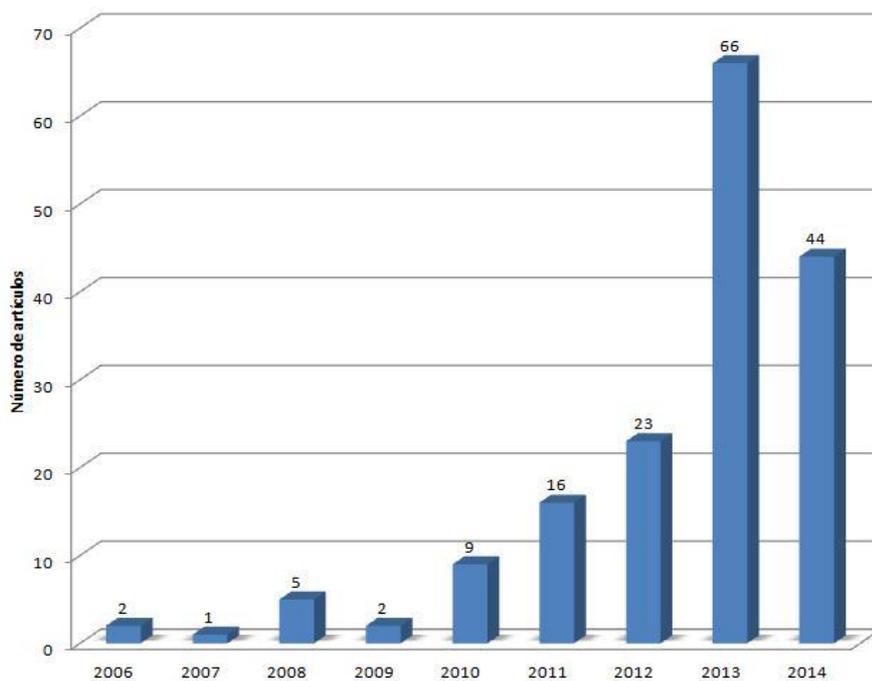


Figura 2-5: Artículos resultantes por año de publicación.

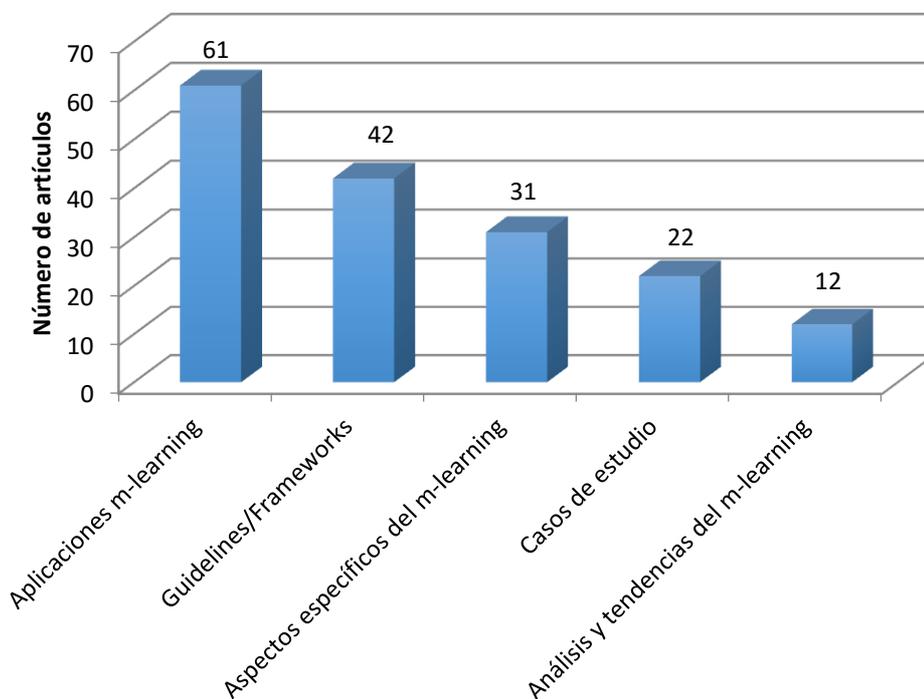


Figura 2-6: Enfoques relacionados con los propósitos de investigación.

A continuación se describen algunas características detectadas en cada una de estas clasificaciones:

- **Aplicaciones m-learning**

En los 61 artículos que describían *aplicaciones m-learning* se utilizaron diferentes tipos de dispositivos (ver Figura 2-7). De las aplicaciones descritas el 69% han resultado ser aplicaciones nativas, que residen y se ejecutan en el dispositivo móvil, y el 31% estaban basadas en web.

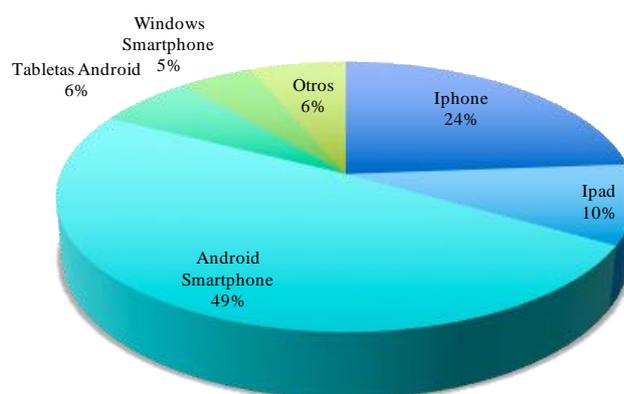


Figura 2-7: Tipos de dispositivos móviles en *m-learning*.

La Figura 2-8 muestra la clasificación de estas aplicaciones en relación con el nivel académico de los estudiantes al que van dirigidas. Se pudo comprobar que, de todas ellas, el 28% estaban basadas en juegos. Además, se detectó que solo el 52% de las aplicaciones descritas en las publicaciones analizadas se realizaron pruebas de *usabilidad*, estando el 44% de ellas basadas en evaluaciones heurísticas o revisión por expertos.

- **Guidelines y Frameworks**

De acuerdo con la información mostrada en la Figura 2-6, existen 42 artículos sobre *guidelines* y *frameworks* en el área del *m-learning* o la *usabilidad móvil*, de los cuales 28 son *frameworks* de diseño o desarrollo y 14 tratan sobre la evaluación de este tipo de sistemas (Figura 2-9, clasificación 3).

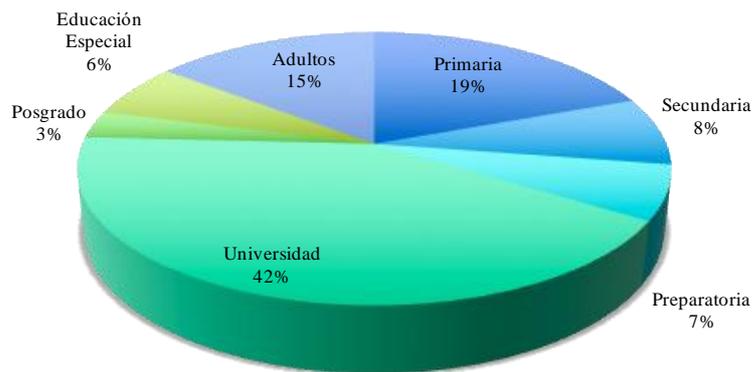


Figura 2-8: Aplicaciones *m-learning* por nivel académico.

En relación a los *guidelines* y *frameworks* de desarrollo, se puede ver que éstos están orientados al desarrollo de: (1) Aplicaciones *m-learning*, (2) Ambientes o entornos *m-learning*, (3) Sistemas para la Gestión del Aprendizaje Móvil (por sus siglas en inglés, MLMS), (4) Contenidos para *m-learning*, (5) Contenidos para dispositivos móviles, (6) Ambientes móviles y Mobile MOOCs.

En cuanto a los *guidelines* y *frameworks* de evaluación, se puede observar que éstos están orientados a la evaluación de: (1) Aplicaciones móviles, (2) Aplicaciones *m-learning*, (3) Aplicaciones comerciales de *m-learning*, (4) Usabilidad del contenido, (5) Dispositivos para *m-learning*, (6) Ambientes móviles, (7) Aceptación de los móviles y (8) Ambientes *m-learning*.

- **Aspectos específicos del *m-learning***

En cuanto a los 31 artículos enfocados en *aspectos específicos del m-learning* (Figura 2-6), se comprueba que todos ellos tratan temas diferentes, por ejemplo: los factores que provocan que los estudiantes utilicen *smartphones* en ambientes educativos, personalización de aplicaciones *m-learning* o propuestas de diseño de interfaces educativas.

- **Casos de estudio**

Por su parte, en los 22 artículos que tratan sobre *casos de estudio* (Figura 2-6) se abordan diferentes temáticas, en su mayoría relacionados con la efectividad del *m-learning* en el aprendizaje de diversas disciplinas, y otros con la percepción o creencias de los docentes acerca del *m-learning*.

- **Análisis y tendencias**

En cuanto a los 12 artículos que se centran en el *análisis y tendencias del m-learning* (Figura 2-6) se encuentran dos revisiones sistemáticas, y otros relacionados con los retos y oportunidades en el *m-learning*.

2.5.6. Análisis y discusión

Dados los intereses de esta investigación, los artículos que se tomaron en cuenta en el siguiente análisis son los que tratan sobre *usabilidad*, así como *guidelines* y *frameworks* para desarrollar o evaluar entornos de *m-learning*.

Existen 18 proyectos sobre *guidelines* y *frameworks* de desarrollo que consideran la *usabilidad*, y que están orientados al diseño de: (1) Aplicaciones *m-learning*, (2) Ambientes *m-learning*, (3) Sistemas para la Gestión del Aprendizaje Móvil (MLMS), (4) Contenidos para *m-learning* (ver Figura 2-9, clasificación 4).

Con respecto a *guidelines* y *frameworks* de evaluación que consideran la *usabilidad*, solo se encontraron dos artículos. El primero propone un *framework* para evaluar dispositivos móviles (*handhelds*). Su autor identifica fortalezas y debilidades de estos dispositivos y sugiere especificaciones técnicas que considera apropiado emplear en aplicaciones *m-learning*. El segundo presenta una rúbrica para evaluar la calidad de las aplicaciones móviles enfocadas al aprendizaje del inglés.

Para mostrar un panorama completo sobre la clasificación de artículos localizados y analizados en este *mapeo sistemático*, se presenta un esquema que representa las diferentes categorías de trabajos analizados, hasta llegar a concluir que no existen *guidelines*, *frameworks* o herramientas que evalúen *factores pedagógicos* y la *usabilidad* de las aplicaciones *m-learning* (Figura 2-9). Una vez identificada esta carencia, y con el objetivo de ofrecer una solución integral, en la siguiente sección se describe el análisis detallado que se realizó sobre estudios que tratan sobre los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, algunos de los cuales fueron localizados al realizar esta revisión de la literatura. Se decidió realizar dicho análisis porque consideramos que son aspectos que deben tomarse en cuenta al evaluar aplicaciones *m-learning*, así como lo son los *aspectos pedagógicos* y de usabilidad. Todo ello con el fin último de obtener aplicaciones educativas más usables y de mejor calidad.

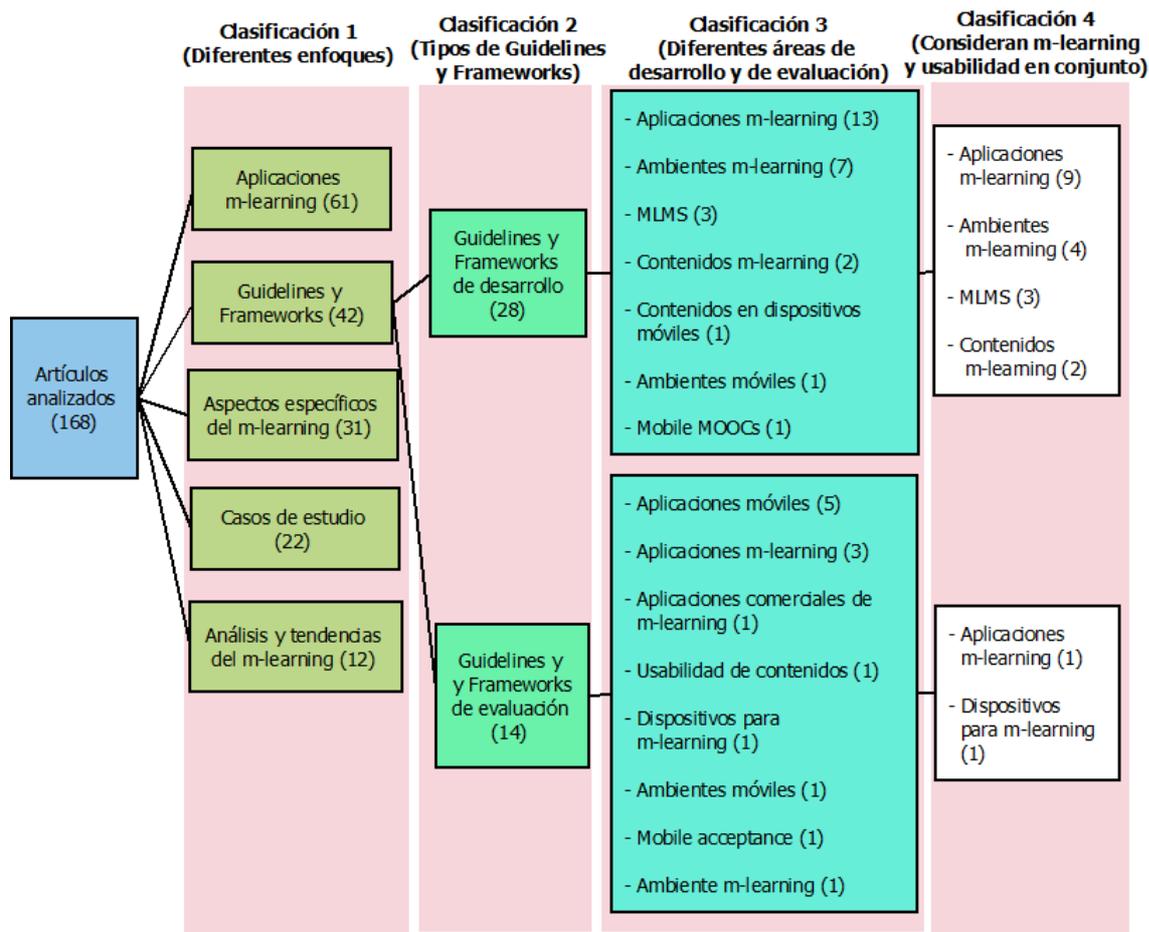


Figura 2-9: Secuencia de clasificación de los artículos considerados en este estudio.

En el apéndice A se listan los artículos relevantes que fueron considerados en este mapeo sistemático de la literatura. Dichos artículos están clasificados según el enfoque establecido en este estudio, con el fin de acceder a ellos en caso de interés.

2.6. Factores que favorecen la adopción del *m-learning*

Durante la realización del mapeo sistemático de la literatura se encontró que diferentes autores habían analizado, a través de estudios empíricos, los factores que determinan la adopción del *m-learning*, usando como base modelos como TAM (*Technology Acceptance Model*) y UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*). Estos modelos han sido ampliamente aplicados y probados en diferentes áreas como la educación (J.-L. Chen, 2011; Liu, Li, & Carlsson, 2010; Merhi, 2015), la salud (Dünnebeil, Sunyaev, Blohm, Leimeister, & Krcmar, 2012; Gagnon, et al., 2014; Melas, Zampetakis, Dimopoulou, & Moustakis, 2011) y el comercio (Çelik & Yilmaz, 2011; Chong, 2013; Faqih & Jaradat, 2015), entre otras.

En estos trabajos, sus autores han revisado y extendido estos modelos (incluyendo factores adicionales) con el fin de completarlos y mejorarlos. Sin embargo, el hecho de que dichos factores estén distribuidos en distintos trabajos, hace difícil su aplicación a la hora de desarrollar o evaluar aplicaciones *m-learning*. Asimismo, los investigadores en el área tendrían que acudir a la literatura para identificar si sus factores de interés ya han sido analizados y validados con anterioridad.

A continuación, se describen los modelos más utilizados para evaluar la aceptación de nuevas tecnologías.

2.6.1. Modelos de aceptación tecnológica

Se han propuesto diferentes modelos que tienen como objetivo evaluar la aceptación de los usuarios, así como su intención de adoptar nuevas tecnologías, en el área de sistemas de la información. Dos de los más conocidos y extendidos son TAM (Davis Jr, 1986) y UTAUT (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003). Ambos han sido ampliamente utilizados para evaluar la *adopción tecnológica*. Tomando como referencia la definición de Rogers Everett (2003), se puede considerar la *adopción* como el proceso a través del cual un individuo pasa de un primer conocimiento de una innovación, a formarse una actitud hacia la misma, a una decisión de adoptarla o rechazarla. En el caso de la *adopción tecnológica*, el concepto expresa la aceptación e incorporación del desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación a la vida cotidiana (Peinado & Bolivar, 2008).

Los creadores de TAM se inspiraron en la Teoría de la Acción Razonada (TRA), que considera cuatro aspectos. Dos de ellos son la *actitud hacia la conducta*, que consiste en los sentimientos de una persona por una acción particular; y la *norma subjetiva*, que se refiere a la influencia social en un comportamiento. Estos dos aspectos determinan la *intención de uso* y el *comportamiento de la persona* (Fishbein, 1975). Unos años después, basándose en su propio modelo TRA, (Ajzen, 1991) propuso la Teoría del Comportamiento Planificado (sus siglas en inglés TPB), en el cual agregó el concepto de *control conductual percibido*, que se refiere a “la percepción de facilidad o dificultad al realizar un comportamiento de interés”.

TAM fue propuesto por Davis Jr (1986) basándose en los conceptos previos. El modelo propone que la intención para adoptar sistemas de la información está basada en la *facilidad de uso percibida* y la *utilidad percibida* (Davis, 1989). La *facilidad de uso* se define como “el grado en el que una persona cree que usar un sistema, le libraré de esfuerzo físico o mental”, y la *utilidad percibida* como “el grado en el que una persona

crea que usar un sistema particular mejorará su desempeño en su trabajo” (Davis, 1989). La Figura 2-10 nos muestra que la *facilidad de uso* y la *utilidad percibida* tienen influencia en la *actitud hacia el uso*, lo que determina la *intención de uso* y el *uso real*. Las variables externas consideradas por Davis, que afectan la percepción son: características funcionales y de la interfaz, metodologías de desarrollo, entrenamiento, educación y participación del usuario en el diseño.

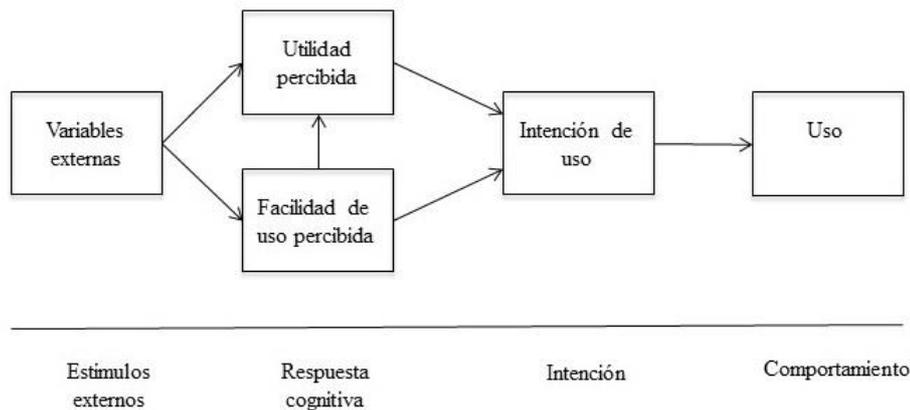


Figura 2-10: Modelo de aceptación tecnológica (TAM).

Fuente: Davis and Venkatesh (1996)

Otro modelo frecuentemente usado en el área de la aceptación tecnológica es UTAUT, creado por Venkatesh, et al. (2003). Estos autores llevaron a cabo una revisión de la literatura en el área de la aceptación del usuario y realizaron una comparación empírica de factores considerados por ocho autores. Después formularon un modelo unificado para integrar los factores de estos modelos. UTAUT considera el *uso continuo* y no solo la fase de adopción de la tecnología, para establecer la *experiencia* como un elemento importante que está relacionado con la mayoría de los aspectos del modelo (Venkatesh, et al., 2003).

En este modelo, cuatro aspectos son relevantes para la *aceptación del usuario* y el *comportamiento del usuario*. Estos son: *expectativa del funcionamiento*, *expectativa del esfuerzo*, *influencia social* y *condiciones de facilidad*. UTAUT también considera cuatro moderadores clave, que son el *género*, la *edad*, la *experiencia* y la *voluntad de uso*. Estos moderadores son relevantes cuando consideramos las características específicas de los distintos usuarios en un grupo. La Figura 2-11, nos muestra este modelo y los factores que considera.

Tomando como base la metodología empleada para formular UTAUT se pretende crear un modelo unificado de factores de aceptación de la tecnología, especializado para el caso de los sistemas *m-learning*. El objetivo principal de este

modelo es identificar los factores que contribuyen al éxito y a la adopción de estos sistemas, con el fin de que sirvan también de guía en el desarrollo y/o evaluación de este tipo de aplicaciones. Para ello se realizará, en primer lugar, una revisión de la literatura que permita identificar los factores que se considera que tienen mayor influencia para, a continuación, proponer una integración de todos estos aspectos en un único modelo de adopción.

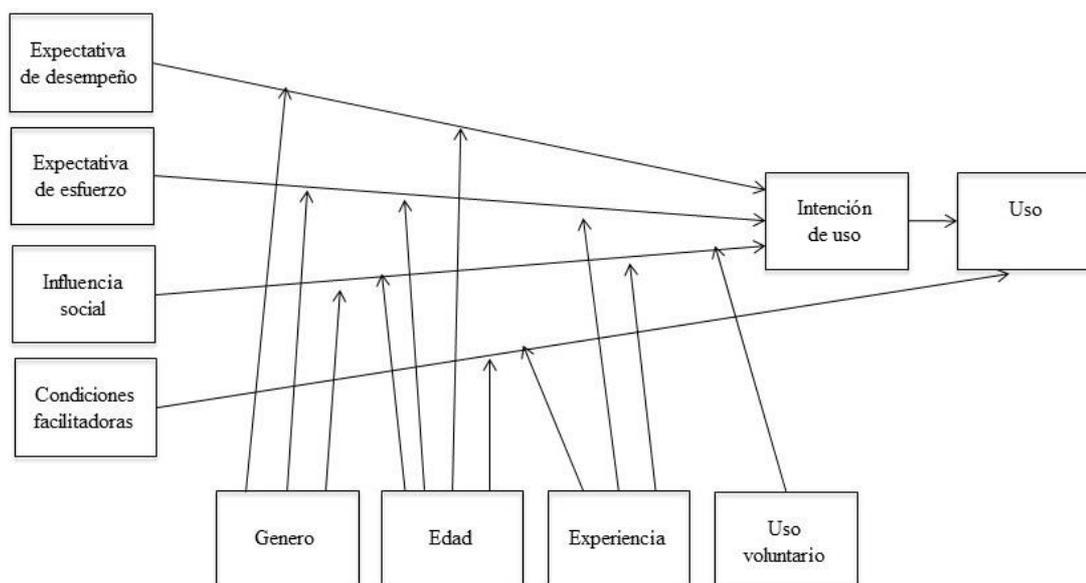


Figura 2-11: Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT).

Fuente: Venkatesh, et al. (2003)

2.6.2. Análisis de propuestas que abordan la adopción del *m-learning*

En esta sección se hace una breve revisión de las principales y más recientes contribuciones que abordan los factores de adopción de los sistemas *m-learning*. Para cada una de ellas se comentarán los factores considerados por los autores, así como la existencia o no de relación o influencia entre los mismos. Las definiciones de dichos factores se presentan en la siguiente sección.

Liu, et al. (2010) tomaron como punto de partida TAM e incorporaron tres factores adicionales: *utilidad percibida a corto plazo* (PNTU), *utilidad percibida a largo plazo* (PLTU) e *actitud personal hacia la tecnología* (PI). El determinante que consideran con mayor peso en la adopción es PLTU, ya que tiene influencia en la PNTU y la *intención de uso* (BI). El factor PI resultó ser un predictor de la *facilidad de uso percibida* (PEOU), PLTU y BI. Por otro lado, PEOU no tiene una influencia significativa en PLTU ni en BI. Por lo tanto, cuando el *m-learning* ofrece a los

aprendices beneficios para su futuro, es más probable que la intención de adoptarlo se incremente y genere buenas percepciones con respecto a la PNTU (Liu, et al., 2010).

Shin, Shin, Choo, and Beom (2011) utilizaron UTAUT y algunos factores de la Teoría de la expectativa-confirmación (por sus siglas en inglés, ECT). Esta última teoría se enfoca en el poder evidente del comportamiento post-adopción (Oliver, 1980). Por tanto, los autores consideran siete factores: la *confirmación* y la *satisfacción*, los cuales pertenecen a la ECT; y de UTAUT analizan la *experiencia previa*, la *utilidad percibida* (PU), la *facilidad de uso percibida* (PEOU), la *influencia social* y la *intención continua*. Todos estos factores ayudan a predecir la *motivación* para continuar con el uso de los sistemas de aprendizaje móvil. Además, estos autores agregaron dos factores: *calidad de servicio* (PSQ) y *calidad de contenido* (PCQ), los cuales son antecedentes de la *confirmación*. Los autores clasificaron estos factores en dos bloques: *calidad percibida* (*confirmación, utilidad percibida, facilidad de uso y satisfacción*) y *factores externos* (*influencia social, experiencia previa e intención continua*). Los resultados demuestran que todos los factores tienen una influencia significativa en la *intención continua* y concluyen que la PU puede ser mejorada por la *calidad percibida*.

B. Chen, Sivo, Seilhamer, Sugar, and Mao (2013) consideraron como punto de partida el *framework* TAM y sugirieron que los *recursos* (entrenamiento, documentación y apoyo del usuario) son factores externos importantes que determinan la *facilidad de uso percibida* (PEOU). Sus resultados demostraron que los *recursos* (R) tienen influencia significativa en PEOU y la *intención de uso* (BI). Sin embargo, este factor no tuvo una influencia significativa en la *utilidad percibida* (PU) ni en la *actitud hacia el uso* (A). También se demostró que PU no influye en BI.

Abu-Al-Aish and Love (2013) analizaron si la *experiencia con dispositivos móviles* afecta a la aceptación del *m-learning*. Para ello extendieron el modelo UTAUT agregando *calidad de servicio* (QoS) y *actitud personal hacia la tecnología* (PIIn). También redefinieron el factor *influencia social* para considerar el impacto del docente en la *intención de uso* (BI). Sus resultados demostraron que la *expectativa de desempeño* (PE), *expectativa de esfuerzo* (EE), *influencia de los profesores* (LI), QoS y PIIn afectan positivamente a la BI. Además concluyeron que la *experiencia con dispositivos móviles* modera el efecto de estos factores en la BI.

Hyman, Moser, and Segala (2014) se basaron en TAM y lo extendieron añadiendo el factor *facilidad de aprendizaje* (LEAR), que resulta ser un fuerte indicador de la adopción. LEAR se refiere a la facilidad de realizar una tarea a través de la interacción con un dispositivo móvil. Concluyen que la posibilidad de adopción aumenta si el dispositivo y los contenidos del aprendizaje son fácilmente entendibles

(Hyman, et al., 2014). Se puede ver como este último factor está directamente relacionado con el concepto de *usabilidad* habitualmente empleado en el área de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), por lo que tiende un puente entre los aspectos más tecnológicos y los más pedagógicos de los sistemas *m-learning*.

Tan, Ooi, Leong, and Lin (2014) utilizaron TAM y agregaron dos constructos psicológicos: *actitud hacia la tecnología informática* (PI) e *influencia social* (SI). Sus estudios incluyeron moderadores como: *género, edad y nivel académico*. Sus resultados muestran que PI tiene una influencia significativa en la *facilidad de uso* (PEOU). Sin embargo, no mostró relación con la *utilidad percibida* (PU) ni con la *intención de uso* (BI). La *influencia social* demostró tener relación con PU, pero no con la *facilidad de uso* ni con la *intención de uso*. Con respecto a los moderadores, como *edad y género*, se comprobó que no afectaban en la adopción, pero el *nivel académico* reveló tener un impacto significativo en BI.

Joo, Lee, and Ham (2014) agregaron los factores *interfaz de usuario* (UI), *actitud personal hacia la tecnología* (PI) y *satisfacción* al modelo TAM. En este estudio UI resultó ser un factor importante que afecta a la *utilidad percibida* (PU) y la *facilidad de uso* (PEOU). Se demostró que PI influye en PEOU, pero no mostró relación con la PU. Además, la PU y PEOU tienen una influencia significativa en la *satisfacción*, lo que influye a su vez en la *intención de uso* (BI). Finalmente, PU no mostró un impacto en BI.

Huang, Hsiao, Tang, and Lien (2014) utilizaron TAM y agregaron dos factores: *autogestión del aprendizaje* (SML) y *norma subjetiva* (SN). También propusieron *ventajas de flexibilidad percibida* (PFA) como un moderador. Sus estudios han demostrado que la *utilidad percibida de la tecnología móvil* (PUMP), SN y SML pueden estar directamente relacionados con la *intención continua del m-learning* (MLCI). Se demostró que PFA modera la relación entre *utilidad percibida* (PU) y MLCI, y entre SN y MLCI, pero PFA no modera la asociación de SML y MLCI.

Mac Callum and Jeffrey (2014) utilizaron TAM y agregaron dos nuevos factores: *conocimiento de las TIC* (*Tecnologías de la Información y la Comunicación*) y *ansiedad ante las TIC* (Anx); y estudiaron su impacto en la *facilidad de uso* (PEOU) y la *utilidad percibida* (PU). Los *conocimientos de las TIC* fueron clasificados en función de las habilidades de los participantes en: *conocimientos básicos en el uso de las TIC* (BICTL), *conocimientos avanzados en TIC* (AICTL) y *conocimientos avanzados en el uso de móviles* (AML). Los resultados demostraron que BICTL tienen un impacto directo en la *intención de uso* (BI), pero AICTL no está relacionado con BI. Sin

embargo, AICTL si influye en PEOU y en PU. Se comprobó también que el factor Anx tiene un efecto negativo en PEOU, en PU y en los *conocimientos ante las TIC*.

La Tabla 2-1 nos muestra, a modo de resumen, los autores y trabajos analizados en este estudio, las hipótesis de influencia o relación entre factores planteadas, así como la validación o no de dichas hipótesis según las conclusiones de dichos autores.

Autor	Hipótesis	Validado
Liu, Li & Carlsson (2010)	Facilidad de uso percibida → Intención de uso	No
	Facilidad de uso percibida → Utilidad a corto plazo	No
	Utilidad a corto plazo → Intención de uso	Si
	Utilidad a largo plazo → Intención de uso	Si
	Utilidad a largo plazo → Utilidad a corto plazo	Si
	Actitud personal hacia la tecnología → Facilidad de uso percibida	Si
	Actitud personal hacia la tecnología → Utilidad a largo plazo	Si
Shin et al. (2011)	Satisfacción → Intención continua	Si
	Confirmación → Satisfacción	Si
	Confirmación → Utilidad percibida	Si
	Confirmación → Facilidad de uso percibida	No
	Utilidad percibida → Satisfacción	Si
	Facilidad de uso percibida → Satisfacción	Si
	Contenido de calidad percibida → Confirmación	Si
	Calidad de servicio percibida → Confirmación	Si
	Influencia social → Intención continua	Si
Experiencia previa → Intención continua	No	
Chen et al. (2013)	Recursos percibidos → Utilidad percibida	No
	Recursos percibidos → Facilidad de uso percibida	Si
	Recursos percibidos → Actitud hacia el uso	No
	Recursos percibidos → Intención de uso	Si
	Facilidad de uso percibida → Utilidad percibida	Si
	Facilidad de uso percibida → Actitud hacia el uso	Si
	Utilidad percibida → Actitud hacia el uso	Si
	Utilidad percibida → Intención de uso	No
	Actitud hacia el uso → Intención de uso	Si
	Intención de uso → Uso real 1 (frecuencia de uso)	Si
Intención de uso → Uso real 2 (cantidad de tiempo de uso)	No	
Abu-Al-Aish & Love (2013)	Expectativa de desempeño → Intención de uso	Si
	Expectativa de esfuerzo → Intención de uso	Si
	Influencia social (Profesor) → Intención de uso	Si
	Calidad de servicio → Intención de uso	Si
	Actitud personal hacia la tecnología → Intención de uso	Si

Autor	Hipótesis	Validado
Hyman et al. (2014)	Facilidad de uso percibida → Intención de uso Utilidad percibida → Intención de uso Facilidad de aprendizaje → Intención de uso Intención de uso → Uso del sistema	Si Si Si Si
Tan et al. (2014)	Facilidad de uso percibida → Intención de uso Facilidad de uso percibida → Utilidad percibida Utilidad percibida → Intención de uso Actitud personal hacia la tecnología → Utilidad percibida Actitud personal hacia la tecnología → Facilidad de uso percibida Actitud personal hacia la tecnología → Intención de uso Influencia Social → Utilidad percibida Influencia Social → Facilidad de uso percibida Influencia Social → Intención de uso	Si Si Si No Si No Si No No
Joo et al. (2014)	Interfaz de usuario → Utilidad percibida Interfaz de usuario → Facilidad de uso percibida Actitud personal hacia la tecnología → Utilidad percibida Actitud personal hacia la tecnología → Facilidad de uso percibida Utilidad percibida → Intención de uso Utilidad percibida → Satisfacción Facilidad de uso percibida → Utilidad percibida Facilidad de uso percibida → Intención de uso Facilidad de uso percibida → Satisfacción Satisfacción → Intención de uso	Si Si No Si No Si Si Si Si Si
Huang et al. (2014)	Utilidad percibida → Intención continua Norma subjetiva → Intención continua Autogestión del aprendizaje → Intención continua	Si Si Si
Mac Callum & Jeffrey (2014)	Facilidad de uso percibida → Intención de uso Utilidad percibida → Intención de uso Facilidad de uso percibida → Utilidad percibida Conocimientos avanzados en móviles → Facilidad de uso percibida Conocimientos avanzados en móviles → Utilidad percibida Conocimientos avanzados móviles → Intención de uso Conocimientos básicos en TIC → Facilidad de uso percibida Conocimientos básicos en TIC → Utilidad percibida Conocimientos básicos en TIC → Intención de uso Conocimientos avanzados en TIC → Facilidad de uso percibida Conocimientos avanzados en TIC → Utilidad percibida Conocimientos avanzados en TIC → Intención de uso Ansiedad hacia las TIC → Intención de uso Ansiedad hacia las TIC → Conocimientos avanzados en móviles Ansiedad hacia las TIC → Conocimientos básicos en TIC Ansiedad hacia las TIC → Conocimientos avanzados en TIC	Si Si Si Si Si Si Si Si No No No No No Si Si Si

Autor	Hipótesis	Validado
	Ansiedad hacia las TIC → Facilidad de uso percibida	Si
	Ansiedad hacia las TIC → Utilidad percibida	Si
Lu et al. (2014)	Actitud hacia el uso → Intensión de uso	Si
	Facilidad de uso percibida → Actitud hacia el uso	Si
	Facilidad de uso percibida → Utilidad percibida	Si
	Utilidad percibida → Actitud hacia el uso	Si
	Consciencia del contexto → Actitud hacia el uso	No
	Consciencia del contexto → Utilidad percibida	No
	Generación de historias → Actitud hacia el uso	Si
	Generación de historias → Utilidad percibida	Si

Tabla 2-1: Relación de hipótesis propuestas por diferentes autores que estudian la influencia o relación entre los factores que favorecen la adopción del *m-learning*.

2.6.3. Descripción e integración de los factores que favorecen la adopción del *m-learning*

Una vez analizados los trabajos comentados en la sección anterior, en este apartado se realiza una descripción de los factores que favorecen la adopción del *m-learning* y se presenta una propuesta de integración de los mismos. Empezaremos definiendo los factores principales considerados en la mayoría de los trabajos analizados.

- **Intención de uso.** Fishbein (1975) define este factor como “la medida de la fuerza de intención de una persona para realizar un comportamiento específico”. Venkatesh, et al. (2003), de acuerdo con su modelo de UTAUT, consideró la *intención de uso* como una influencia positiva en el uso de la tecnología. En el análisis realizado se detectó que muchos de los factores propuestos por distintos autores influyen directamente en la *intención de uso* (ver Figura 2-12).
- **Actitud personal hacia la tecnología.** Se refiere a la disposición personal para utilizar nuevas tecnologías de la información (Agarwal & Prasad, 1998). Se ha comprobado que dicho factor es un predictor significativo de la *facilidad de uso* (Joo, et al., 2014; Liu, et al., 2010; Tan, et al., 2014), la *intención de uso* (Abu-Al-Aish & Love, 2013; Liu, et al., 2010) y de la *utilidad percibida a largo plazo* (Liu, et al., 2010). De acuerdo con los resultados encontrados por los distintos autores, se observa que los estudiantes con un alto nivel de innovación tendrán una actitud más positiva hacia el uso y la adopción del *m-learning* como apoyo a sus actividades educativas.

- **Confirmación.** Hayashi, Chen, Ryan, and Wu (2004) definen este factor como “la percepción de los aprendices sobre la congruencia que existe entre la expectativa de los resultados o servicios que ofrece un sistema *e-learning* y su desempeño real”. La *confirmación* está asociada positivamente con la *satisfacción*, si se cumplen las expectativas del usuario. Por su parte, si un usuario tiene bajas expectativas, pero recibe buenos resultados, el resultado es una *confirmación* positiva (Hayashi, et al., 2004). Shin, et al. (2011) comprobaron que la *confirmación* tiene una influencia significativa en la *facilidad de uso*, la *utilidad percibida* y la *satisfacción* con los sistemas *m-learning*.
- **Satisfacción.** Para Erdogan, Usak, and Aydin (2008) la *satisfacción* en el aprendizaje es “un objeto o circunstancia que satisface una actitud, relacionada con un deseo individual o una situación específica”. Shin, et al. (2011) comprobaron que la *utilidad percibida*, la *facilidad de uso* y la *confirmación* tienen efectos significativos en la *satisfacción*, en el contexto del *m-learning*. Los resultados de Joo, et al. (2014) también muestran la influencia de la *utilidad percibida* y la *facilidad de uso* sobre la *satisfacción*. Además, la *satisfacción* mostró tener un impacto directo sobre la *intención de uso* (Joo, et al., 2014; Shin, et al., 2011).
- **Contenido de calidad.** Para poder garantizar la calidad es indispensable considerar este factor. Sin embargo, un *contenido de calidad* depende de varios aspectos que deben ser considerados durante la etapa de desarrollo, por ejemplo: organización, objetivos, requerimientos previos, lenguaje, confiabilidad, carga cognitiva, relevancia, complejidad, limitaciones de tiempo y recursos (Navarro, Molina, Redondo, & Juárez-Ramírez, 2015). Shin, et al. (2011) demostró que este factor tiene una influencia significativa sobre la *confirmación* y la *utilidad percibida*.
- **Calidad de servicio.** Para lograr una buena *calidad de servicio* es importante proveer al usuario de un sistema estable. De acuerdo con Shin, et al. (2011), la *calidad de servicio* tiene una influencia positiva sobre *confirmación* y *facilidad de uso*, los cuales son antecedentes de la *intención de uso*. Abu-Al-Aish and Love (2013) también comprobaron que la *calidad de servicio* tiene una influencia directa en la *intención de uso*. En base a estos resultados se puede determinar que el *m-learning* debe proveer a los aprendices de un servicio de calidad, con el objetivo de promover una mejor actitud hacia el aprendizaje.
- **Influencia Social.** Venkatesh, et al. (2003) definen este factor como “el grado en el que un individuo percibe que otras personas importantes para él consideran que debe usar el nuevo sistema”. Abu-Al-Aish and Love (2013) incluyeron este factor, pero sólo consideraron la influencia del profesor. Huang, et al. (2014) utilizó el

término *norma subjetiva* para hacer referencia a este mismo aspecto. Los resultados muestran que la *influencia social* tiene un rol determinante en la *intención de uso* (Abu-Al-Aish & Love, 2013; Huang, et al., 2014; Shin, et al., 2011) y en la *utilidad percibida* (Tan, et al., 2014).

- **Recursos.** B. Chen, et al. (2013) mencionan que los recursos pueden ser divididos en dos categorías: *uso técnico* y *competencias digitales*. *Uso técnico* hace referencia a las instrucciones básicas relacionadas con la aplicación (como descargar la aplicación, navegar o iniciar sesión), los cuales pueden estar disponibles dentro de la propia aplicación. Los *recursos técnicos* y el apoyo a tareas deben ayudar a desarrollar *competencias digitales* en los estudiantes. El estudio reveló que los *recursos* tienen una influencia significativa sobre la *facilidad de uso* y la *intención de uso*.
- **Experiencia previa.** No existe una definición específica sobre *experiencia previa*, pero puede ser medida de diferentes maneras. Una forma es el número de años de experiencia de un usuario utilizando computadoras en general (Venkatesh & Morris, 2000) o su experiencia con dispositivos móviles (Abu-Al-Aish & Love, 2013). Shin, et al. (2011) midieron la *experiencia previa* en cursos *on-line* y su estudio demostró que tiene una influencia significativa sobre la *intención de uso*.
- **Actitud hacia el uso.** Fishbein (1975) define la *actitud* como “la sensación positiva o negativa de un individuo al realizar un comportamiento específico”. Davis (1993) define *actitud hacia el uso* como “el grado de afecto evaluativo que un individuo asocia con el uso de un sistema específico en su trabajo”. B. Chen, et al. (2013) consideran la *actitud* como “los componentes afectivos hacia la tecnología de la información, incluyendo sentimientos positivos y negativos hacia el uso de la tecnología”. En dicho estudio se demostró que si los usuarios perciben que una aplicación es útil y fácil de usar, su actitud estará influenciada positivamente, lo que afecta a su vez a la *intención de uso*.
- **Autogestión del aprendizaje.** Wang, Wu, and Wang (2009) definen este factor como “el grado en el que un individuo siente que es autodisciplinado y puede involucrarse en un aprendizaje autónomo”. Huang, et al. (2014) comprobaron que este factor tiene influencia significativa en la *intención de uso*.
- **Ansiedad hacia las TIC.** La *ansiedad* ante las computadoras se ha definido como “miedo al uso de las computadoras, o miedo a la posibilidad de usar una computadora” (Chua, Chen, & Wong, 1999). Se demostró que este factor influye negativamente en la *facilidad de uso* y en el *conocimiento en TIC*, pero solo cuando

los usuarios reaccionan con niveles altos de ansiedad al hacer uso de nuevas tecnologías o aplicaciones (Mac Callum & Jeffrey, 2014).

- **Conocimientos en TIC.** El factor *conocimientos en TIC* es una medida de la habilidad de un individuo para usar tecnología digital, herramientas de comunicación y/o redes de computadoras (Markauskaite, 2007). Aquellos con *conocimientos avanzados en el uso de móviles o conocimientos básicos de TIC* tienen una tendencia mayor a percibir la *facilidad de uso y utilidad* del *m-learning*. Mac Callum and Jeffrey (2014) demostró que los *conocimientos en TIC* tienen una influencia significativa en la *utilidad percibida*, la *facilidad de uso* y la *intención de uso*.
- **Facilidad de uso.** Davis (1993) define la *facilidad de uso percibida* (PEOU) como “el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema particular resultará exento de esfuerzo mental o físico”. En Venkatesh, et al. (2003) se utiliza el término *expectativa de esfuerzo*, basándose en el concepto de *facilidad de uso percibida* de TAM, y se define dicho término como “el grado de facilidad asociada con el uso de un sistema”. Se ha comprobado que la PEOU afecta a la *intención de uso*, tal y como se ha concluido en diferentes estudios (Abu-Al-Aish & Love, 2013; Hyman, et al., 2014; Joo, et al., 2014; Mac Callum & Jeffrey, 2014; Shin, et al., 2011; Tan, et al., 2014). Otros trabajos demostraron que la PEOU tiene influencia en la *utilidad percibida* (B. Chen, et al., 2013; Joo, et al., 2014; Mac Callum & Jeffrey, 2014; Tan, et al., 2014), en la *satisfacción* (Joo, et al., 2014; Shin, et al., 2011) y en la *actitud hacia el uso* (B. Chen, et al., 2013).
- **Utilidad percibida.** La *utilidad percibida* (PU) es definida como “el grado en el que un individuo cree que utilizar un sistema particular beneficiará su desempeño” (Davis, 1993). En Venkatesh, et al. (2003) se utiliza el término *expectativa del funcionamiento*, basándose en la definición de *utilidad percibida* de TAM. En Liu, et al. (2010) se renombró como *utilidad percibida a corto plazo*. Se ha comprobado que este factor tiene una influencia significativa en la *intención de uso* (Abu-Al-Aish & Love, 2013; Huang, et al., 2014; Hyman, et al., 2014; Liu, et al., 2010; Mac Callum & Jeffrey, 2014; Shin, et al., 2011; Tan, et al., 2014), la *satisfacción* y la *actitud hacia el uso* (Joo, et al., 2014; Shin, et al., 2011).
- **Utilidad percibida a largo plazo.** En Liu, et al. (2010) se utiliza TAM y se agregan dos factores: *utilidad percibida a largo plazo* y *utilidad percibida a corto plazo*. Los autores no propusieron una definición específica para estos términos, pero sí indicaron qué tipo de actividades presentan *utilidad percibida a largo plazo* para un estudiante: conseguir un trabajo, un aumento de salario o un mejor puesto (Chiu &

Wang, 2008). La *utilidad percibida a largo plazo* debe beneficiar a los estudiantes en sus metas de futuro; ya que si no es posible reconocer los beneficios que su uso reporta, pueden dejar de utilizar el sistema *m-learning* (Mendoza, Carroll, & Stern, 2008). Se ha comprobado que la *utilidad percibida a largo plazo* tiene una influencia significativa en la *intención de uso* y en la *utilidad percibida* (Liu, et al., 2010).

- **Interfaz de usuario.** En Joo, et al. (2014) se utiliza TAM y se agrega este término (directamente relacionado con la IPO). En dicho trabajo se concluye que la *interfaz de usuario* tiene una influencia significativa en la *utilidad percibida* y en la *facilidad de uso*. Phillips (2012) define este factor como “un sistema interactivo que une al usuario y a la funcionalidad subyacente del sistema”. En Cheon and Grant (2012) se define como “los menús, *layouts*⁴ gráficos y textos utilizados en una instrucción o enseñanza, y presentados a un aprendiz por medio de una pantalla de un ordenador”.

En la Figura 2-12 se muestra una propuesta de integración de los factores de adopción agregados a TAM y UTAUT por parte de las distintas investigaciones analizadas en este estudio. Cada rectángulo representa un factor validado. Las líneas de conexión indican la influencia entre factores y sobre ellas se muestran los autores que validaron dicha relación. Los factores del modelo original (TAM) se muestran en color blanco. El resto de factores se muestran con otros colores, según una organización taxonómica que se propone en este trabajo, y que se describe en la siguiente sección. Dicha organización permite clasificar los factores analizados en: tecnológicos, pedagógicos o relacionado con aspectos del estudiante.

2.6.4. Discusión y propuesta de una taxonomía

La revisión realizada mostró la existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de un sistema *m-learning*. Por tanto, se considera que dichos factores deben ser tenidos en cuenta al desarrollar o evaluar este tipo de aplicaciones. Los factores analizados han sido clasificados según una propuesta taxonómica, que organiza y clasifica dichos factores en tres categorías: *tecnológicos*, *pedagógicos* y *aspectos del estudiante* (ver Figura 2-13).

- **Aspectos tecnológicos.** Se refieren a los factores relacionados con los dispositivos, sistemas o aplicaciones en un ambiente *m-learning*. Estos incluyen la *interfaz de usuario* y la *calidad de servicio*.

⁴ La noción de *layout* suele utilizarse para nombrar al esquema de distribución de los elementos dentro de un diseño.

- **Aspectos pedagógicos.** Estos factores son los relacionados con el aprendizaje y la enseñanza en un ambiente de aprendizaje móvil: *utilidad percibida, calidad del contenido, utilidad a largo plazo, recursos, facilidad de aprendizaje e influencia social*. Este último factor pertenece a esta categoría debido a que el profesor influye positivamente en la adopción del *m-learning* (Abu-Al-Aish & Love, 2013).
- **Aspectos del estudiante.** Se refiere al conjunto de características del grupo y del contexto al que se dirige el *m-learning*. En esta categoría hemos incluido: *autogestión del aprendizaje, experiencia previa, actitud personal hacia la tecnología, ansiedad hacia las TIC, conocimientos en TIC, confirmación y satisfacción*.

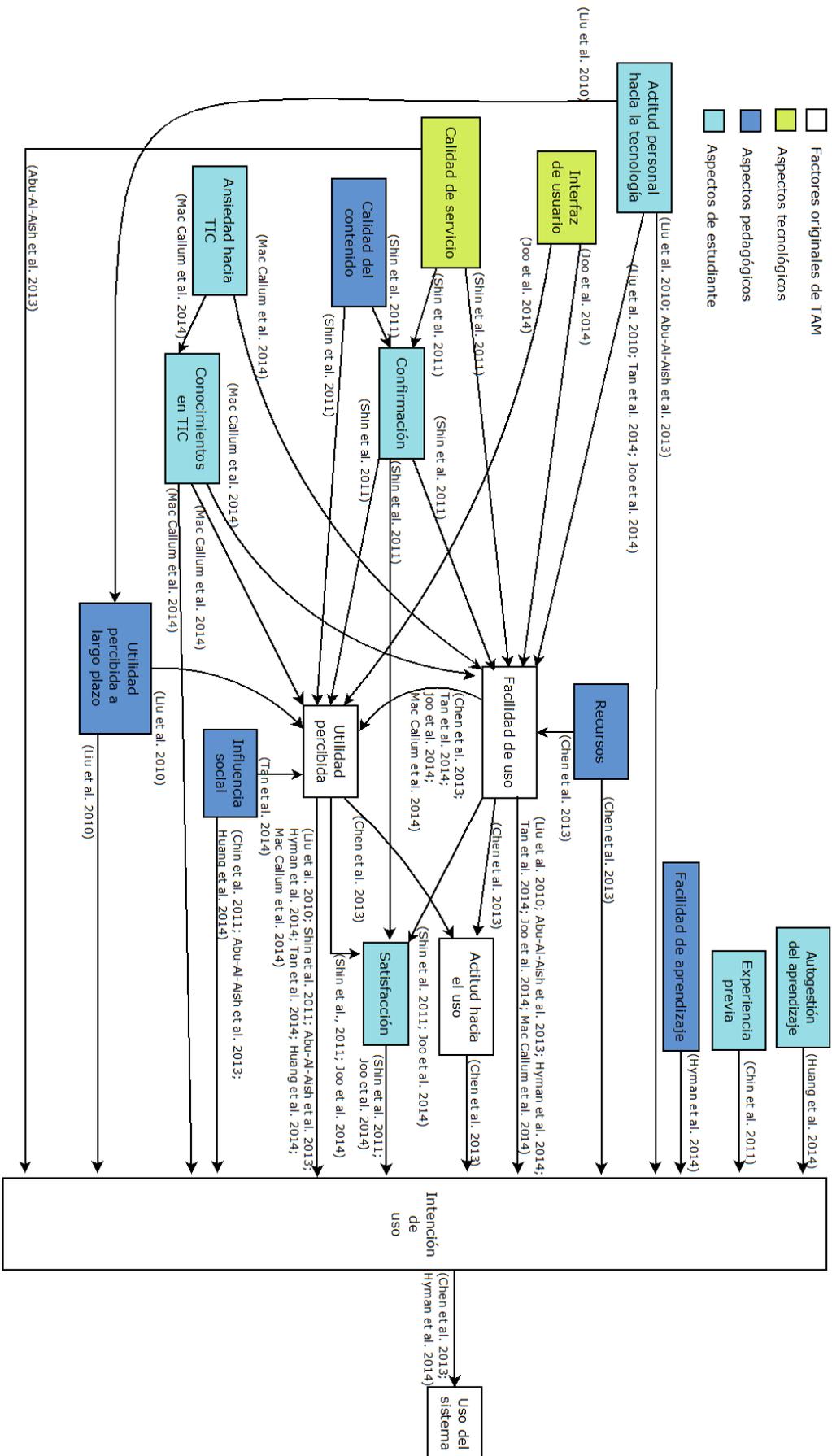


Figura 2-12: Integración de factores que favorecen la adopción del *m-learning*.

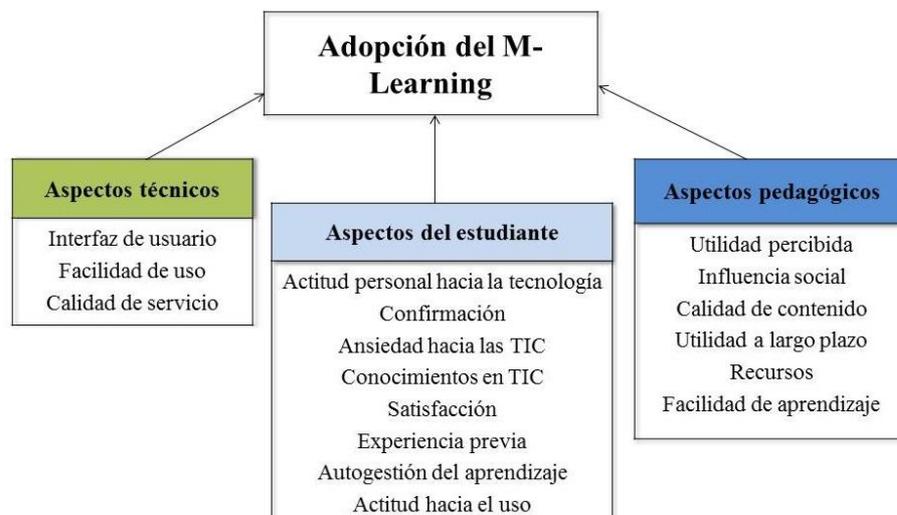


Figura 2-13: Propuesta de una *taxonomía* de los factores que favorecen la adopción del *m-learning*.

Como conclusión del análisis realizado se ha podido comprobar como la *facilidad de uso* (factor directamente relacionado con la *usabilidad*) y la *utilidad percibida* son los factores con mayor influencia en la *intención de uso*. Estos resultados indican que los instructores y los desarrolladores de aplicaciones *m-learning* deben considerar seriamente la percepción de los estudiantes, en relación a la complejidad o dificultad de uso de las aplicaciones, así como la utilidad que perciben con respecto a su carrera y metas futuras.

Por su parte, la integración de factores realizada permitirá identificar las relaciones entre factores de una forma simple y directa, mientras que la *taxonomía* propuesta facilitará la clasificación e inclusión de nuevos aspectos que puedan surgir en el futuro.

2.7. Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se presentó un *mapeo sistemático* de la literatura en el área del *m-learning* y la *usabilidad en dispositivos móviles*. Los resultados indican que existe una necesidad de herramientas, *guidelines* (pautas) o *frameworks* que faciliten la evaluación de las aplicaciones educativas móviles. Asimismo, se identificó que para poder ofrecer una solución ante dicho problema, es necesario estudiar y considerar tanto *aspectos pedagógicos*, como los requisitos de usabilidad, así como los factores que favorecen la adopción de la tecnología, específicamente, la adopción del *m-learning*. Por lo tanto, se realizó un análisis de las principales contribuciones que abordan los factores de adopción del *m-learning*. Los resultados de dicho análisis muestran la

existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de este tipo de aplicaciones. Así pues, se presenta una integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones, dentro de un modelo más completo. Además, se propone una *taxonomía* o clasificación de estos factores de adopción en tres categorías: *pedagógica*, *tecnológica* y *aspectos de los estudiantes*.

En el siguiente capítulo se presentan las principales propuestas para el diseño y evaluación de aplicaciones *m-learning*, así como aquellos trabajos que proponen heurísticas de *usabilidad en dispositivos móviles*. El objetivo es obtener una serie de requerimientos para definir un *framework de evaluación* de aplicaciones *m-learning*, considerando los *aspectos pedagógicos*, la usabilidad y los factores que favorecen la adopción.

Capítulo 3. Framework Conceptual para Evaluar la Usabilidad de Aplicaciones *m-Learning*

El objetivo de este capítulo es presentar un análisis de los principales marcos de evaluación y de desarrollo de aplicaciones *m-learning* existentes en la actualidad y que han servido de punto de partida en esta investigación. Como resultado de dicho análisis se obtiene una serie de requerimientos iniciales para la definición del *framework conceptual* que se propone en esta tesis (al que hemos denominado MoLEF, *Mobile Learning Evaluation Framework*).

3.1. *Frameworks* de evaluación de sistemas *m-learning*

Debido a que en la *revisión sistemática* realizada y descrita en el capítulo anterior no se encontraron *guidelines*, *frameworks* o herramientas que faciliten la evaluación de aplicaciones *m-learning*, se procedió a realizar otra revisión de la literatura, pero específicamente sobre trabajos relacionados con la evaluación de sistemas *m-learning*. La búsqueda se realizó en la base de datos *Google académico* y se utilizó la siguiente cadena de búsqueda: “(Evaluation OR evaluate OR assessment) AND *m-learning*”. En los resultados se encontraron siete artículos relevantes, cuyas principales aportaciones se describen a continuación.

Vavoula and Sharples (2009) mencionan que existen seis retos importantes a la hora de evaluar aprendizaje móvil, los cuales no han sido considerados en estudios previos. A continuación presentamos la descripción de estos retos, de acuerdo a los autores:

1. **Analizar el aprendizaje en diferentes contextos.** Este primer reto hace referencia a la diversidad de contextos que pueden ser utilizados en el aprendizaje móvil. Esto

significa un gran desafío para los evaluadores, en concreto al documentar donde y como se lleva a cabo el aprendizaje.

2. **Evaluar los procesos del aprendizaje móvil.** Un segundo reto es evaluar los resultados. Una propuesta es evaluar las actividades de los estudiantes a través de diarios, minutos de actividad, resultados de evaluaciones *online*, *blogs* o portafolios.
3. **Respetar la privacidad del estudiante y participante.** Es importante considerar la ética al evaluar dispositivos móviles, ya que se puede interrelacionar información personal. Es importante informar a los estudiantes sobre los propósitos y principios de la evaluación dentro de un marco ético.
4. **Evaluar la utilidad y usabilidad de la tecnología móvil.** En un principio, la usabilidad presenta limitaciones en los dispositivos móviles por la naturaleza de estos. Además, es un reto analizar la movilidad del estudiante entre diferentes dispositivos cuando éstos contribuyen al aprendizaje de cierto tema en común.
5. **Considerar aspectos organizacionales y socioculturales en el contexto del aprendizaje.** La evaluación del aprendizaje móvil necesita ser evaluada desde el punto de vista personal, sociocultural e institucional, para poder determinar el avance de las instituciones y su apoyo al uso de la tecnología. Además, se debe considerar el modo en el que el alumno puede incorporar la tecnología a las técnicas de enseñanza que se están utilizando en el aula.
6. **Evaluar la informalidad o formalidad.** Identificar si la experiencia de aprendizaje es formal o informal puede ser difícil. Hay diversas formas de definir este tema, pero en general se considera aprendizaje formal al que se lleva a cabo dentro de una institución educativa, e informal el que se realiza fuera de ésta.

Basados en estos retos, los autores propusieron un marco compuesto por tres niveles para evaluar sistemas *m-learning* (denominado *M3*), los cuales se describen a continuación:

- **Nivel micro:** consiste en examinar las actividades de los estudiantes cuando utilizan una aplicación móvil, y evaluar la usabilidad y utilidad de dichos sistemas.
- **Nivel meso:** consiste en evaluar la experiencia general de aprendizaje, con el fin de evaluar el progreso o encontrar deficiencias en el aprendizaje de los estudiantes, ya sea dentro o fuera del espacio físico de la clase.

- **Nivel macro:** Consiste en evaluar la forma en que la tecnología impacta en la formación de los estudiantes y en qué grado los docentes la adoptan.

En la Figura 3-1 se muestra un ejemplo de evaluación de actividades durante las *fases de desarrollo* de un proyecto, considerando principalmente los tres niveles de este *framework*. El eje horizontal representa el tiempo de las diferentes *fases de desarrollo* (diseño, implementación y despliegue) y el eje vertical indica el tipo de evaluación que se debe aplicar en dichas fases.

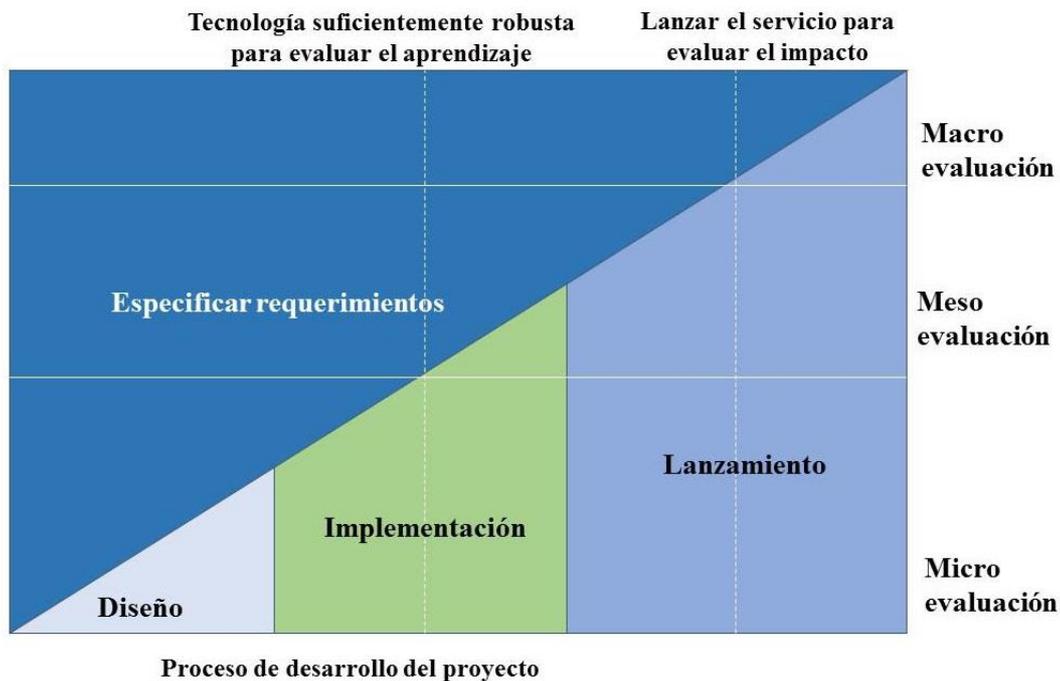


Figura 3-1: Tipos de evaluación que se aplican durante las distintas fases de desarrollo de sistemas *m-learning*. Fuente: Vavoula and Sharples (2009).

Para evaluar cada uno de los aspectos del *framework* se utilizan diferentes métodos: recolección de las expectativas durante el proceso de aprendizaje, análisis de datos y evaluaciones heurísticas. Además, se consideran aspectos importantes de las *fases del aprendizaje*, se observa y se evalúa los diferentes momentos o contextos de la *experiencia de aprendizaje* y se evalúan características de la aplicación móvil, tales como la utilidad y funcionalidad.

Wei and So (2012) desarrollaron un *framework* de evaluación para el aprendizaje móvil y, a través de una revisión sistemática, lo compararon con 28 estudios empíricos publicados por otros autores relacionados con el *m-learning*. Este *framework* también está compuesto por tres niveles (ver Figura 3-2), los cuales se mencionan a continuación:

- **Nivel externo.** Evalúa los aspectos sociales, culturales y tecnológicos. Estos aspectos afectan a nuestra vida y al contenido del aprendizaje, apoyados por el desarrollo tecnológico. La tecnología permite al usuario aprender a través de diferentes contextos y escalas de tiempo. Además, es indispensable fomentar una cultura de compartir y evaluar el aprendizaje, entre docentes y alumnos, para lograr un aprendizaje efectivo a través de dispositivos móviles.
- **Nivel intermedio.** Este nivel es un filtro del *nivel externo* y se considera la evaluación de tres aspectos: *diseño de las actividades* en diferentes contextos, la *facilitación de contenidos* y el uso de *dispositivos móviles*.
- **Nivel interno.** En este nivel se evalúan los efectos positivos y negativos en los estudiantes, considerando los dos niveles anteriores. La evaluación se lleva a cabo con respecto a los *resultados del aprendizaje*; la *actitud*, experiencia y perspectivas de los participantes; así como los *mecanismos psicológicos*.

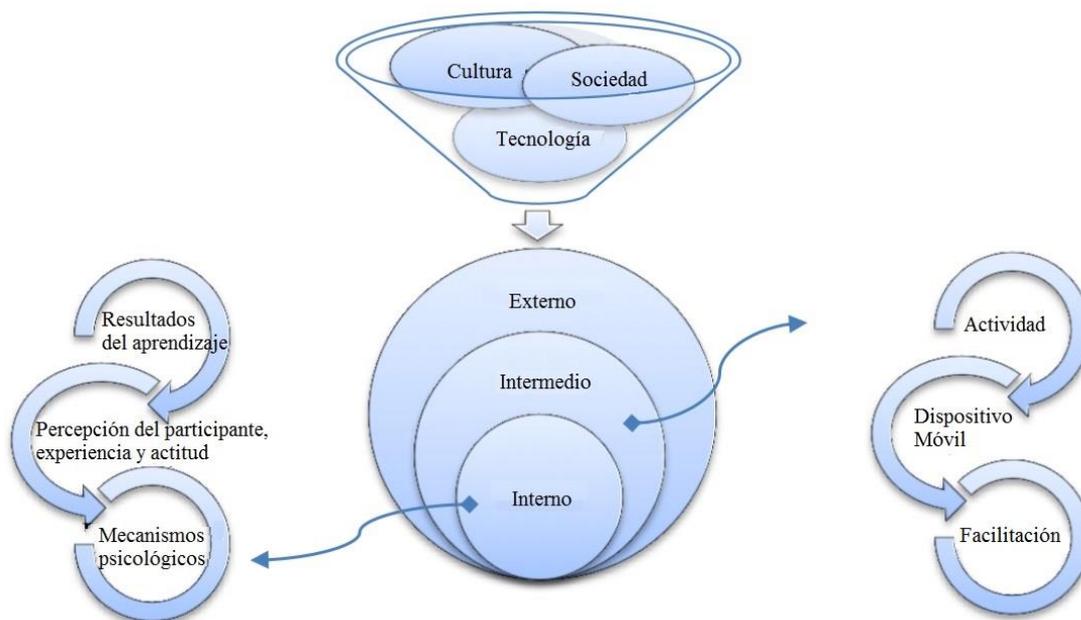


Figura 3-2: *Framework* de tres niveles para evaluar sistemas *m-learning*.

Otros métodos de evaluación

Parsons and Ryu (2006) diseñaron un *framework* para diseñar sistemas *m-learning* (ver Figura 3-3), y recomiendan utilizar las métricas propuestas en el ISO/IEC 9162 para evaluar la calidad de algunas dimensiones de su modelo, por ejemplo el *diseño de la interfaz*, los *tipos de media* (texto, gráficos, audio, etc.) y la *movilidad*. Esta

última dimensión hace referencia a la movilidad del usuario, del dispositivo y del servicio. Puesto que estas métricas solo cubren aspectos técnicos, consideraron agregar otras relacionadas con la *experiencia del aprendizaje*. Las métricas que agregaron son: *metáfora*, *interactividad* y *contenido de aprendizaje* (ver Tabla 3-1). *Metáfora* hace referencia a la habilidad de un sistema *m-learning* para ofrecer una visión general del proceso de aprendizaje. *Interactividad* considera si un sistema puede dar al estudiante la oportunidad de interactuar con otros estudiantes o con los profesores. El *contenido de aprendizaje* evalúa la opinión del estudiante sobre la calidad del contenido.

Aunque este trabajo considera métricas de calidad relevantes, consideramos que sería necesario ser más específicos respecto a los criterios de evaluación de la *interfaz de usuario* o los *aspectos pedagógicos*.

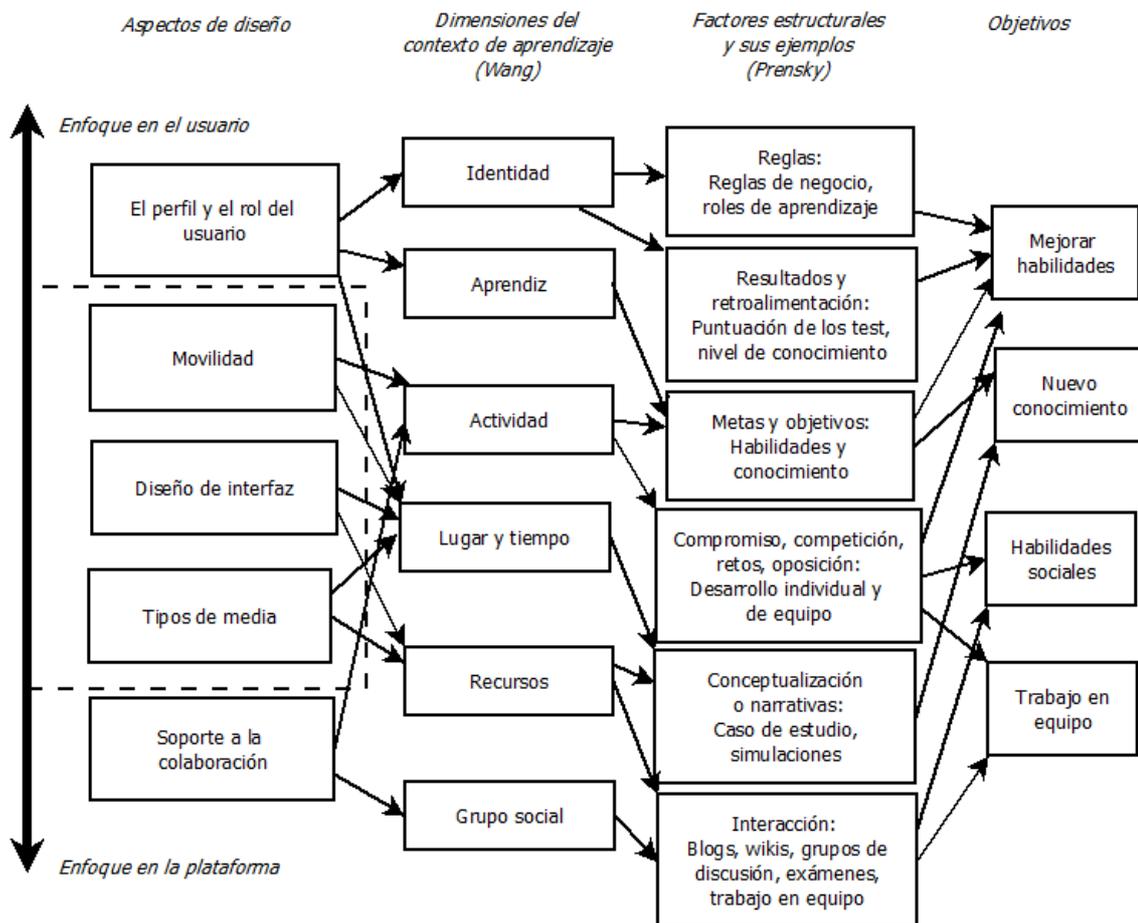


Figura 3-3: Marco conceptual para diseñar sistemas *m-learning* (Parsons & Ryu, 2006).

Nombre de la métrica	Propósito	Método de aplicación	Cálculos y medición de datos	Interpretación del valor de la medición	Tipo de escala métrica	Tipo de medida	Datos de entrada	Audiencia
Metáfora	¿El aprendizaje tiene una visión general del proceso de aprendizaje?	Realizar pruebas de usuario y entrevistas con cuestionarios. Contar el número de componentes metafóricos identificados por los usuarios.	$X = A/B$ A= Número de componentes metafóricos identificados por el usuario B= Total de componentes metafóricos planeados por el diseñador	$0 < X < 1$ Cuanto más cerca de 1,0 mejor.	Absoluta	A= Número de ocasiones B=Número de ocasiones X=Número de ocasiones de A/Número de ocasiones de B	Reportes de las pruebas de usuario.	Usuarios y responsable de las pruebas.
Interactividad	¿El aprendizaje puede interactuar con otros usuarios y/o tutores?	Realizar pruebas de usuario y observar el comportamiento de los usuarios. Contar el número de oportunidades de interacción identificadas y utilizadas por el usuario.	$X = A/B$ A= Número de oportunidades de interacción identificadas y utilizadas por el usuario B= Número total de oportunidades de interacción	$0 < X < 1$ Cuanto más cerca de 1,0 mejor.	Absoluta	A= Número de ocasiones B=Número de ocasiones X=Número de ocasiones de A/Número de ocasiones de B	Reportes de las pruebas de usuario.	Usuarios y responsable de las pruebas.
Contenido del aprendizaje	¿El aprendizaje cree que el componente de aprendizaje es de alta calidad?	Realizar pruebas de usuario y conseguir que cumplieren un formato de evaluación. Considerar las opiniones de los usuarios con respecto a su experiencia de aprendizaje.	$X = A - B$ A= Máxima puntuación en la evaluación B= Puntuación real	$0 < X \leq \text{MAX}$ Cuanto más cerca de MAX mejor.	Absoluta	A= Número de ocasiones B=Número de ocasiones X=Número de ocasiones de A-Número de ocasiones de B	Reportes de las pruebas de usuario.	Usuarios y responsable de las pruebas.

Tabla 3-1: Ejemplo de métricas de calidad en sistemas *m-learning*.

Capretz, Ali, and Ouda (2012) consideraron el trabajo desarrollado por Parsons and Ryu (2006), y agregaron tres aspectos en el diseño del modelo: *usabilidad*, *comunicación* e *interactividad* (Figura 3-4). En su propuesta también recomiendan utilizar las métricas ya existentes de la ISO/IEC 9162. Como caso de estudio, los autores evaluaron el proyecto *Busuu*, una aplicación de redes sociales en línea, para determinar su grado de éxito al comparar los elementos del *framework* con las características de la aplicación (Tabla 3-2). En cuanto a esta propuesta, es necesario comentar que las métricas que proponen evalúan la mayoría de los problemas de diseño, pero no la usabilidad de las aplicaciones.



Figura 3-4: Aspectos agregados al *framework* desarrollado por Parsons and Ryu (2006).

Objetivos	Experiencia de aprendizaje	Contexto de aprendizaje	Aspectos de diseño
<p>Aprender un nuevo lenguaje:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar, descubrir y familiarizarse con el software. 2. Comunicación, interacción y colaboración con compañeros, a través de preguntas y respuestas. <p>Los usuarios pueden compartir e intercambiar información para obtener nuevos conocimientos, para ayudar a mejorar habilidades del lenguaje, o para lograr los siguientes objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Trabajo en equipo 2. Habilidades sociales 3. Nuevos conocimientos 4. Mejora de habilidades 	<p>Reglas (reglas de negocio, roles de aprendizaje): Diferentes usuarios se reúnen en el contexto de una simulación.</p> <p>Resultados y retroalimentación: Realizando preguntas y obteniendo respuestas.</p> <p>Metas y objetivos: Familiarizarse con la aplicación.</p> <p>Compromiso, competición, retos, oposición: Discusiones y retos (trabajo en equipo y nuevas habilidades)</p> <p>Interacción (Blogs, wikis, discusiones en grupos, exámenes, trabajo en equipo): Uno a uno, uno a muchos, y muchos a uno.</p>	<p>Identidad: Nombres de usuario y contraseña para cada individuo.</p> <p>Aprendiz: Diferentes usuarios.</p> <p>Actividad: Involucrarse en una simulación de un sistema dinámico.</p> <p>Lugar y tiempo: En diferentes lugares, horarios fijos y flexibles.</p> <p>Recursos: Dispositivos móviles.</p> <p>Grupo social: Los usuarios pueden utilizar sus dispositivos móviles para discutir temas y poder mejorar habilidades del lenguaje.</p>	<p>Perfiles y roles del usuario: A los usuarios nuevos se les ofrece ayuda sobre cómo utilizar la aplicación.</p> <p>Movilidad: Utilizan los dispositivos móviles y la conexión inalámbrica.</p> <p>Tipo de media: Texto, imágenes, videos, fotos, y grabaciones realizadas por habladores nativos. Evitan la sobrecarga de información.</p> <p>Comunicación, colaboración e interactividad: Los usuarios se pueden comunicar y colaborar a través de texto, verbalmente o por videoconferencia.</p>

Tabla 3-2: Extracto del análisis de proyecto *Busuu* utilizando el *framework* desarrollado por Capretz, et al. (2012).

Kantore and Van Greunen (2010) propusieron un método para evaluar la usabilidad de sistemas *m-learning*, en el que utilizaron el enfoque *Meta-Pregunta-Métrica* (GQM, por sus siglas en inglés). La evaluación se realizó en base a los niveles de satisfacción del usuario y a través de evaluaciones heurísticas. Para crear las métricas de acuerdo con el modelo GQM, primero identificaron las metas o elementos que se pretendían evaluar (ej. accesibilidad, interactividad, consistencia, navegación, entre otros) y después propusieron preguntas que las evaluarían. Finalmente, definieron las métricas para responder a dichas preguntas. Se concluyó que las evaluaciones heurísticas son efectivas para encontrar problemas de usabilidad en los sistemas *m-learning*. Una de las limitaciones de este método es que no considera *aspectos pedagógicos* en la evaluación.

Fetaji, et al. (2011) desarrollaron una metodología para evaluar la usabilidad de aplicaciones *m-learning*, a la que llamaron MLUAT (*Mobile Learning Usability Attribute Testing*). Básicamente, MLUAT es una combinación de evaluaciones heurísticas y pruebas de usuario. Comprobaron que este método es más eficaz para

identificar problemas de usabilidad, comparado con el uso de estos métodos de manera separada. El enfoque adoptado por este trabajo es el de la evaluación de la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*, sin embargo, tampoco considera los *aspectos pedagógicos* en dicho proceso de evaluación.

Una vez analizados los principales marcos de evaluación de aplicaciones *m-learning*, se pasa a analizar algunos modelos que se han propuesto para diseñar dichas aplicaciones.

3.2. Modelos conceptuales para diseñar sistemas *m-learning*

En esta sección se hará una revisión de las principales propuestas que han sido desarrolladas para diseñar aplicaciones *m-learning*. El objetivo de dicha revisión es obtener una serie de requerimientos para la definición del *framework de evaluación* que se propone en esta tesis.

Martin (2011) escribió su tesis doctoral, titulada “*M-learning and Student Engagement: Factors that Support Students’ Engagement in m-Learning*”, cuyo principal enfoque fue estudiar los factores que influyen el *engagement*⁵ (compromiso) con el *m-learning*, durante actividades independientes e interacciones sociales. En este trabajo la motivación en cuanto al uso de portátiles, con propósitos de aprendizaje, también fue estudiada. Finalmente, el documento presenta el desarrollo de un modelo para diseñar sistemas *m-learning* y un conjunto de *guidelines* para el diseño de este tipo de aplicaciones.

Como resultado del estudio, se encontró que la movilidad es la razón principal para el uso de los portátiles. Otras motivaciones fueron: la productividad, el desempeño, la experiencia de aprendizaje, el acceso de información, el profesor, el entretenimiento y la interacción social.

Este estudio demostró que un enfoque orientado al cumplimiento de metas de los estudiantes, el uso de las redes sociales y la ventaja de aprender en cualquier lugar, tiene influencia en el *engagement* con el *m-learning*. Como resultado de la investigación, se presentaron siete estrategias para facilitar el *engagement* con el *m-learning*. A continuación se describen cada una de estas estrategias:

⁵ *Engagement* es un término en inglés que hace referencia a un nivel de compromiso intenso.

1. **Identificar posibles motivadores que estimulen a los estudiantes a participar en el *m-learning*.** La motivación puede ser causada por diferentes condiciones en cada estudiante, por lo tanto, el diseño debe considerar el uso de diversas formas de promoverla. Algunas estrategias pueden ser: enfocarse en tareas auténticas y relacionadas con la vida real, el uso de multimedia, el aprendizaje basado en juegos, y la realización de trabajos de campo o proyectos.
2. **Construir metas de aprendizaje explícitas.** Un enfoque orientado a metas influye positivamente en la ejecución de las tareas por parte de los estudiantes y en el *engagement* con la interacción social. Por lo tanto, es necesario elaborar objetivos claros, que respalden el plan de estudios, para promover la participación de los estudiantes.
3. **Aprovechar las oportunidades que ofrece el uso de dispositivos móviles.** El *m-learning* permite a los estudiantes aprender en diferentes contextos, por lo tanto, los profesores y diseñadores deberán aprovechar dicha posibilidad. Para ello, se deben ofrecer oportunidades para integrar las experiencias de aprendizaje en la vida diaria del estudiante.
4. **Fomentar el uso de la tecnología por parte de los estudiantes.** El uso de la tecnología deberá ser gradual, empezando con tareas sencillas e ir avanzando progresivamente con tareas más desafiantes, a medida que se familiarizan con la tecnología.
5. **Ofrecer oportunidades para la interacción social.** Ofrecer oportunidades para la interacción social puede motivar a los estudiantes a que aprendan junto con sus compañeros y profesores. Como se mencionó anteriormente, un enfoque orientado a metas y el uso de la tecnología influyen directamente en la interacción social; por lo tanto, si se cumple con este requerimiento, existe una gran probabilidad de que los estudiantes se involucren en este tipo de actividades.
6. **Uso de la tecnología móvil y habilidades del *m-learning*.** Debido a que la actitud de los profesores hacia el *m-learning* y el uso de la tecnología influye en la actitud de los estudiantes, es necesario que la actitud de los profesores sea positiva, y así lograr que los alumnos se motiven y participen en su uso.
7. **Permitir oportunidades para reflexión y retroalimentación sobre las tareas de aprendizaje y la experiencia de aprendizaje móvil.** A pesar de los esfuerzos realizados para lograr un ambiente de aprendizaje móvil, es importante obtener retroalimentación por parte de los estudiantes. Tanto si han tenido una buena o mala

experiencia con el dispositivo, la aplicación, las actividades o la socialización; todo esto proporcionará información importante para futuras mejoras en el diseño de aplicaciones.

Dillard (2012) es autor del documento “*Mobile Instructional Design Principles for Adult Learners*”. Este informe incluye una *bibliografía anotada*⁶, que analiza el diseño efectivo del aprendizaje móvil para estudiantes en edad adulta. El documento presenta 31 trabajos de diferentes fuentes académicas, como libros, artículos y revisiones de la literatura. También identifica los cambios que están sucediendo o deberían suceder en el diseño instruccional en ambientes *m-learning*, además de los retos y las ventajas originadas por el reciente incremento en su uso.

Como conclusión, después de revisar el contexto del *m-learning* y las teorías del aprendizaje, este trabajo ofrece seis principios de diseño de sistemas *m-learning*. Estos deben usarse como una guía en diseños instruccionales futuros, ya que abordan *aspectos pedagógicos* y consideran la *usabilidad*.

A continuación se describe brevemente cada uno de estos principios:

1. **Desarrollar una interfaz simple e intuitiva.** La presentación deberá ser simple y entendible. La usabilidad deberá permitir al alumno aprender fácilmente a usar la aplicación.
2. **Incluir recursos multimedia e interactividad.** El diseño móvil debe incluir diferentes formatos multimedia para lograr una mayor efectividad.
3. **Diseñar módulos de contenido cortos.** El aprendizaje móvil debe ser presentado en pequeñas secciones, para facilitar la integración a las actividades diarias y evitar distracciones.
4. **Diseñar actividades que sean interesantes y entretenidas.** Para fomentar el interés, el *m-learning* debe ser diseñado de acuerdo a las necesidades del estudiante. En algunas situaciones es necesario eliminar las formalidades del aprendizaje, lo que también puede ayudar a incrementar el *engagement* del estudiante.
5. **Diseñar contenido relevante/valioso para el aprendiz y considerar un aprendizaje contextual.** El *m-learning* ofrece posibilidades para actuar en

⁶ Una *bibliografía anotada* es una lista de citas de libros, artículos y documentos. Cada cita es seguida por un párrafo breve (generalmente alrededor de 150 palabras), descriptivo y evaluativo: la anotación. El propósito de la anotación es informar al lector de la pertinencia, la precisión y la calidad de las fuentes citadas.

situaciones reales y en diferentes contextos. Esta posibilidad debe permitir a los estudiantes aprender de acuerdo a sus intereses, lugar, ambiente y tiempo.

6. **Considerar un aprendizaje *just-in-time*.** Las aplicaciones *m-learning* deben estar disponibles en la mayoría de situaciones y servir de apoyo a los estudiantes mientras experimentan un nuevo contexto de aprendizaje.

Kearney, Schuck, Burden, and Aubusson (2012) desarrollaron un estudio titulado “*Viewing Mobile Learning from a Pedagogical Perspective*”, en el que mencionan que existen pocos trabajos en los que se consideren *aspectos pedagógicos* en el *m-learning*, indicando que la mayoría de los autores solo se enfocan en el diseño de las aplicaciones y que es necesario conocer el punto de vista de los estudiantes. Estos autores proponen considerar una perspectiva sociocultural, lo que sugiere que el aprendizaje sea facilitado y desarrollado a través de la interacción social, es decir, a través de conversaciones con las personas y mediado a través del uso de la tecnología.

El desarrollo del *framework* que proponen se llevó a cabo en un ciclo iterativo de diseño a través de pruebas y análisis, hasta encontrar como debe ser un *framework pedagógico* desde una perspectiva sociocultural. Las actividades realizadas por estos autores fueron las siguientes: exploración de las características socioculturales del *m-learning*, investigación de la literatura sobre *m-learning*, investigación de las mejores prácticas a través de entrevistas a expertos en el área, y, finalmente, utilizando y probando técnicas pedagógicas basadas en el uso del *m-learning* en el contexto de materias de educación universitaria. También utilizaron una serie de estrategias para promover el pensamiento crítico y colaborativo, considerando diferentes perspectivas de expertos en la disciplina, pedagogía y *e-learning*.

El *framework* fue validado a través de cuatro métodos. El primero fue la validación por parte de los autores y la retroalimentación de expertos. La segunda validación fue interna, y se realizó a través de discusiones entre los diseñadores del *framework* y considerando la retroalimentación de los expertos. La tercera validación fue a través del uso del *framework* para analizar proyectos de *m-learning*. La cuarta fue la crítica de un experto en pedagogía, que analizó las interacciones finales del *framework*. Los métodos utilizados incluyen la perspectiva del usuario en el proceso de diseño y siguen directrices de la teoría constructivista.

Finalmente se presentó el *framework pedagógico* para el *m-learning* (Figura 3-5), en el que se consideran tres características importantes: *autenticidad*, *colaboración* y *personalización*. La *autenticidad* hace referencia a que las tareas deben ser abordadas en situaciones reales y relevantes para los estudiantes. El factor *colaboración* indica que el

m-learning debe promover la interacción con otros estudiantes y/o con los profesores. La *personalización* es la posibilidad de que el estudiante pueda autorregularse y/o tenga el control de su propio aprendizaje. El *framework* fue utilizado para comparar y evaluar diferentes aplicaciones de *m-learning* y a su vez identificar problemas potenciales. Los autores consideran que el *framework* presentado no es definitivo. Exponen y examinan las experiencias del *m-learning*, pero indican que todavía es necesario considerar características, necesidades y contextos en los que se pueda llevar a cabo el aprendizaje. Además, el rol del profesor, sus metodologías de enseñanza y el diseño de tareas de aprendizaje son factores que aún merecen un estudio más profundo.

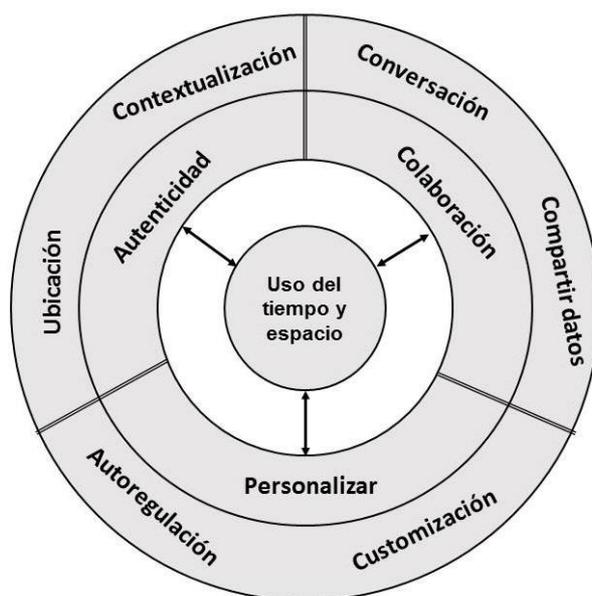


Figura 3-5: Marco pedagógico para evaluar actividades *m-learning*.

Baharom (2013) en su tesis doctoral, titulada “*Designing Mobile Learning Activities in the Malaysian HE Context: A Social Constructivist Approach*”, analizó las actividades que se han utilizado en ambientes de aprendizaje móvil, considerando los principios del constructivismo y analizando cómo estas actividades pueden beneficiar a los estudiantes.

Este autor realizó una Investigación Basada en Diseño (por sus siglas en inglés, DBR). Este tipo de investigación ayuda a entender las relaciones entre la teoría educativa, el artefacto diseñado y la práctica (Collective, 2003). El estudio se llevó a cabo con dos grupos de estudiantes durante un periodo de dos años. Para recabar información sobre las actividades realizadas se utilizaron diferentes herramientas de recolección de datos: cuestionarios, entrevistas y las publicaciones de los estudiantes en un *blog*. Como resultado, y considerando los principios del constructivismo social, se proponen un grupo de *guidelines* para el diseño de actividades pedagógicas en

aplicaciones de *m-learning* (Figura 3-6), las cuales se enumeran a continuación:

- **Actividades contextuales.** Estas son actividades de aprendizaje que pueden llevarse a cabo en múltiples contextos y permiten a los estudiantes recoger información o datos relacionados con su curso. Un ejemplo sería tomar fotos, grabar audios o videos de elementos que enriquezcan los temas de estudio.
- **Actividades de reflexión.** Estas actividades permiten a los estudiantes discutir y evaluar los puntos de vista de otros estudiantes, con el objetivo de realizar una reflexión sobre un cierto tema. El empleo de fotografías o la creación de *blogs* pueden ser ejemplos de estas actividades reflexivas.



Figura 3-6: Guías pedagógicas para el diseño de actividades en ambientes de aprendizaje móvil.

- **Actividades colaborativas.** Actividades que ofrecen la posibilidad de comunicación y colaboración entre los estudiantes para poder mejorar su aprendizaje.
- **Actividades con múltiples medios.** Estas actividades permiten a los estudiantes tratar un tópico (tema) desde diferentes perspectivas, presentadas empleando diferentes formatos multimedia.
- **Actividades de comunicación.** Estas actividades permiten a los estudiantes socializar y comunicar información relacionada con la clase a otros estudiantes o

profesores, ya sea individualmente o en grupo.

- **Actividades para la gestión del aprendizaje.** El objetivo de estas actividades es que los estudiantes utilicen los dispositivos móviles para organizar la información que reciben durante su aprendizaje, para hacer anotaciones o acceder a archivos, entre otras.

El estudio enfatiza la importancia de crear un ambiente para el aprendizaje móvil. Esto significa maximizar las opciones para que el estudiante se involucre en las actividades, contrario al diseño enfocado en el contenido, en el que se presenta solamente información estática.

Power (2013) presenta una nueva perspectiva de diseño instruccional para un aprendizaje móvil efectivo. Introduce el término CSAM (*Collaborative Situated Active mLearning*), en el que integra diferentes teorías del aprendizaje y *frameworks* utilizados por investigadores del área del *m-learning*. Ofrece un nuevo punto de vista en el diseño instruccional y la autoevaluación. A continuación se define brevemente cada uno de los aspectos de CSAM:

- **Colaborativo.** Las tareas en el *m-learning* deben incluir actividades para trabajar con otros estudiantes o profesores.
- **Situado.** Las tareas deben tener lugar cuando sea posible, en contextos de la vida real. Esto facilitará las posibilidades de que las actividades sean relevantes para los estudiantes.
- **Activo.** Cuando el contenido es presentado al estudiante, éstos deberán realizar actividades relacionadas con este contenido y no solo actuar como receptores.
- **Móvil.** Las tareas soportadas por las aplicaciones *m-learning* deben aprovechar las ventajas y posibilidades que el uso de esta tecnología ofrece. Por lo tanto, se debe dejar de lado el concepto clásico de aprendizaje solo en el aula.

El *framework* CSAM está respaldado por las teorías del aprendizaje que en la actualidad son consideradas por la mayoría de autores en el área del *m-learning*. Estas teorías son: la teoría de la actividad, el marco para el análisis racional de la educación móvil, la teoría del flujo, la teoría de la distancia transaccional y la zona de desarrollo próximo.

Una vez comentadas las propuestas relativas al diseño de aplicaciones *m-learning*, se pasa a realizar una comparativa de las mismas. El objetivo de dicha comparativa es establecer cuáles son los *aspectos pedagógicos* a tener en cuenta en el *framework* de evaluación que se propone en esta tesis.

3.3. Identificación de requerimientos pedagógicos en el *m-learning*

En esta sección se presenta, a modo de síntesis, una tabla comparativa en la que se recopilan los requisitos necesarios para diseñar aplicaciones *m-learning* (Tabla 3-3). Dicha tabla permite identificar los factores que son propuestos por los distintos trabajos analizados, así como los elementos deseables que deben ser considerados al diseñar y, por tanto, evaluar este tipo de aplicaciones. En la última columna se presenta la denominación que en esta tesis se da a los distintos factores o aspectos considerados por dichas propuestas. Dichos elementos servirán de base para el desarrollo de un *framework conceptual* para la evaluación de *aspectos pedagógicos* y de usabilidad en aplicaciones *m-learning*.

Después de realizar una categorización de los factores deseables en una aplicación *m-learning*, se detectó que para poder realizar una evaluación integral era conveniente llevar a cabo una clasificación de dichos factores. Haciendo referencia a la taxonomía propuesta en el capítulo anterior, se decidió clasificar los factores en dos dimensiones: una en la que se incluyeran los *aspectos pedagógicos* y otra para los *aspectos tecnológicos*. También se detectó que para poder realizar una evaluación más precisa, de cada uno de los factores deseables, era necesario llevar a cabo una revisión de la literatura, con el fin de encontrar guías que ayuden a evaluar específicamente cada uno de éstos.

Como resultado de lo anterior, en la Tabla 3-4 se presentan los factores que corresponden a la clasificación de *aspectos pedagógicos*, los criterios que deben ser considerados al evaluar cada uno de estos elementos, así como las referencias bibliográficas que los fundamentan.

(Dillard, 2012)	(Martin, 2011)	(Kearney et al., 2012)	(Baharom, 2013)	(Power, 2013)	--
Desarrollar una interfaz simple e intuitiva					Diseño de la interfaz de usuario
Incluir recursos multimedia e interactividad	Incluir recursos multimedia		Incluir diferentes tipos de formatos multimedia		Recursos multimedia
Construir módulos de contenidos cortos				Realizar actividades relacionadas con el contenido	Diseño del contenido educativo
				Las tareas deberán tomar lugar en contextos reales	Diseño de tareas/actividades educativas
Diseñar contenido relevante/valioso para el aprendiz y considerando un aprendizaje contextual	Incluir actividades/tareas auténticas y relacionadas con la vida real	Abordar situaciones reales con relevancia para los estudiantes	Incluir actividades contextuales		Autenticidad y contextualización
	Considerar un aprendizaje contextual				Interactividad
Diseñar actividades que sean interesantes y entretenidas	Construir metas de aprendizaje explícitas				Aprendizaje basado en problemas
	Considerar el aprendizaje basado en juegos				Aprendizaje basado en juegos
	Permitir oportunidades para reflexión y retroalimentación	Promover la interacción con otros estudiantes o profesores	Incluir actividades para la comunicación y/o reflexión		Interacción Social
	Integrar oportunidades para la interacción social	Fomentar la elaboración y revisión de contenidos por parte de estudiantes	Incluir actividades colaborativas	Promover la colaboración con otros estudiantes o profesores	
Considerar un aprendizaje <i>just-in-time</i>		Permitir que el estudiante tenga control de su propio aprendizaje			Personalización del aprendizaje

Tabla 3-3: Comparativa de propuestas para el diseño de aplicaciones *m-learning* y similitudes en los requisitos establecidos.

Aspectos pedagógicos del <i>m-learning</i>	Criterios de evaluación	Referencias bibliográficas
Contenido	Organización	(ADL, 2007; Ally, 2005; Cataldi, 2000; Chittaro, 2011; Gu, Gu, & Laffey, 2011; Marqués, 1995; Parsons & Ryu, 2006; Parsons, et al., 2007; Wilson & Myers, 2000)
	Objetivos	(Dirksen, 2011; Gebera, 2012; Killilea, 2012; Nokelainen, 2006; CN Quinn, 1996)
	Requerimientos previos	(Gebera, 2012; Nokelainen, 2006)
	Lenguaje	(Gebera, 2012)
	Confiabilidad	(Gebera, 2012; Parsons, et al., 2007)
	Carga cognitiva	(Ally, 2005; Cataldi, 2000; Mayer & Moreno, 2003; Wilson & Myers, 2000)
	Relevancia	(Ryokai, Agogino, & Oehlberg, 2012)
	Complejidad	(Gebera, 2012; Li & Leina, 2012; Marqués, 1995; Nokelainen, 2006; Wilson & Myers, 2000)
	Limitaciones de tiempo	(Ally, 2005; Dirksen, 2011; Hu, 2011)
	Recursos	(ADL, 2007; Gebera, 2012; Nokelainen, 2006)
Multimedia	Alineación con los objetivos	(Gebera, 2012; Martin, 2011)
	Adecuación	(Nokelainen, 2006)
	Limitaciones de tiempo	(Fetaji, et al., 2011; Hu, 2011)
	Calidad	(Fetaji, et al., 2011; Parsons & Ryu, 2006)
	Balance	(Conejar & Kim, 2014)
Tareas o actividades	Alineación con los objetivos	(Martin, 2011)
	Secuencia	(Futurelab, et al., 2004; Nokelainen, 2006)
	Aprendizaje basado en problemas	(Franklin, 2011; Futurelab, et al., 2004; Nokelainen, 2006)
	Autenticidad	(Barab, Squire, & Dueber, 2000; Gu, et al., 2011; Kearney, et al., 2012; Killilea, 2012; Liu, et al., 2010; Nokelainen, 2006; CN Quinn, 1996; Radinsky, Bouillion, Lento, & Gomez, 2001; Wei & So, 2012)

	Interactividad	(Conejara & Kim, 2014; Cheon, Lee, Crooks, & Song, 2012; Feser, 2014; Futurelab, et al., 2004; JISC, 2007; Martin, 2011; Sharples, Taylor, & Vavoula, 2010; Udell, 2012)
	Adecuación	(Gebera, 2012)
	Auto-evaluación	(Gebera, 2012; Killilea, 2012)
Interacción social	Diálogo	(Ackermann, 2001; Cheon, et al., 2012; Futurelab, et al., 2004; Kearney, et al., 2012; Koole, 2009; Nokelainen, 2006; Parsons & Ryu, 2006; Reeves, 1994)
	Colaboración	(Conejara & Kim, 2014; Cheon, et al., 2012; Futurelab, et al., 2004; Kearney, et al., 2012; Nokelainen, 2006; Parsons, et al., 2007)
	Discusión	(Kearney, et al., 2012; Parsons, et al., 2007; Sharples, 2002)
	Compartir	(Burdick & Willis, 2011; Cheon, et al., 2012; Kearney, et al., 2012; Mayes & Fowler, 1999; Udell, 2012)
Personalización	Control de usuario	(Al-Hmouz, Shen, Yan, & Al-Hmouz, 2010; Conejara & Kim, 2014; Gebera, 2012; Kearney, et al., 2012; McLoughlin & Lee, 2008; Nokelainen, 2006; Taylor, 2004)
	Individualización	(Al-Hmouz, et al., 2010; Kearney, et al., 2012; Stanton & Ophoff, 2013; Taylor, 2004)

Tabla 3-4: Criterios considerados para evaluar *aspectos pedagógicos* en aplicaciones.

Con respecto a los *aspectos tecnológicos*, en la siguiente sección se presentan las propuestas que abordan la evaluación de la *usabilidad en dispositivos móviles*, con el fin de identificar las principales características, que posteriormente serán incluidas en el *framework conceptual* propuesto para evaluar aplicaciones *m-learning*.

3.4. Propuestas existentes para evaluar la usabilidad en dispositivos móviles

Los usuarios poseen distintas expectativas al utilizar aplicaciones móviles. Por ejemplo: el diseño, el desempeño, la facilidad de uso y la experiencia del usuario son algunas de las características que buscan los usuarios, las cuales están directamente relacionadas con la usabilidad. Esto nos lleva a estudiar y considerar la usabilidad con el fin de satisfacerlas. El método más común para identificar problemas de usabilidad es el uso de evaluaciones heurísticas. Con esto en mente, Inostroza, Rusu, Roncagliolo, Rusu, and Collazos (2016) desarrollaron un conjunto de heurísticas para teléfonos

inteligentes (*smartphone*) y aplicaciones móviles llamado SMASH, que ha sido validado experimentalmente.

SMASH se desarrolló después de realizar un proceso iterativo de cinco etapas, que dio como resultado un conjunto de 12 heurísticas de usabilidad, las cuales se describen a continuación:

1. **Visibilidad del estatus del sistema.** Los dispositivos deben mostrar información referente al estatus del sistema (ej. Estado de la batería, barras de progreso, entre otros) y los cambios realizados por los usuarios.
2. **Relación entre el sistema y el mundo real.** El lenguaje utilizado en el dispositivo móvil debe ser fácil de entender, ser presentado de una forma lógica y con un orden natural.
3. **Control y libertad del usuario.** Es importante ofrecer opciones para que el usuario pueda hacer o deshacer acciones, así como permitir salir de opciones, si se ha accedido a ellas por error.
4. **Consistencia y estándares.** Los sistemas deben seguir estándares generales para que la información sea presentada de manera consistente y se adapte a los distintos tamaños de pantallas.
5. **Prevención de errores.** Los sistemas deben advertir de posibles errores en las acciones realizadas por los usuarios y proveer acceso a información adicional, disponible a petición del usuario.
6. **Minimizar la carga de memoria del usuario.** Para poder utilizar el sistema, el dispositivo debe mostrar y habilitar las opciones posibles, con el fin de evitar que el usuario memorice información.
7. **Personalización y atajos.** Es importante que el sistema ofrezca opciones de configuración de acuerdo a las preferencias de los usuarios, así como permitir atajos hacia las acciones frecuentes.
8. **Eficiencia de uso y desempeño.** Los pasos para realizar una tarea deben ser simples y el despliegue de información se debe hacer en poco tiempo.
9. **Estética y diseño minimalista.** Es importante diseñar interfaces atractivas y presentar solo la información necesaria.

10. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.

Cuando el usuario comete un error el sistema debe presentarlo utilizando un lenguaje sencillo y mostrar posibles soluciones.

11. Ayuda y documentación. Es importante incluir ayuda sobre las funciones que ofrece el sistema, las cuales deben ser fáciles de encontrar y apropiadas para las tareas.

12. Interacción física y ergonomía. Los dispositivos y sistemas deben poseer botones o elementos para las funciones principales. Estos deben ser localizados fácilmente y adecuarse a la postura natural de la mano del usuario.

Los resultados del trabajo realizado por estos autores mostraron que el uso de SMASH permitía identificar más problemas de usabilidad que el uso de las heurísticas de Nielsen. Sin embargo, estos eran problemas menores. Los autores mencionan que es necesario continuar con la validación y refinación de las heurísticas propuestas.

Lumsden (2015) en su libro *“Emerging Perspectives on the Design, Use, and Evaluation of Mobile and Handheld Devices”* incluye un capítulo que trata sobre las heurísticas de usabilidad aplicables al evaluar aplicaciones en teléfonos móviles. El capítulo presenta una revisión sistemática de la literatura, considerando artículos de heurísticas de usabilidad para dispositivos móviles y presenta las heurísticas tradicionales, las cuales han sido adaptadas para teléfonos móviles. Además, propone otras características que deben ser consideradas en la evaluación de este tipo de dispositivos.

Las heurísticas consideradas como tradicionales son las siguientes:

- 1. Visibilidad del estatus del sistema.** Es importante que la información se presente de forma concisa, considerando el tamaño de la pantalla. Además, las notificaciones deben ser discretas.
- 2. Relación entre el sistema y el mundo real.** Es necesario identificar elementos y acciones de la vida diaria, y aplicarlas a los dispositivos móviles.
- 3. Control y libertad del usuario.** Los usuarios deben tener la posibilidad de reiniciar sus acciones cuando así lo deseen.
- 4. Consistencia y estándares.** El diseño de la interfaz móvil debe ser congruente con el diseño del ordenador. Los botones, textos y colores deben presentarse de forma

similar en las distintas pantallas y considerar las normas de otras plataformas.

5. **Prevención de errores.** Las tareas importantes, que pueden tener consecuencias negativas, deben ser confirmadas antes de llevarse a cabo.
6. **Flexibilidad y eficiencia de uso.** Generalmente, la interacción con los dispositivos móviles se realiza en periodos cortos de tiempo, por lo tanto, las funciones deben encontrarse fácilmente para mejorar la eficiencia. Algunos ejemplos de estas funciones son los atajos y la personalización de acciones frecuentes.
7. **Estética y diseño minimalista.** Debido al reducido tamaño de las pantallas, el diseño debe presentarse en secciones pequeñas, con el fin de evitar la sobrecarga de información.
8. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.** La captura de datos en los teléfonos móviles genera diferentes errores, los cuales se pueden prevenir ofreciendo funciones como *deshacer* o *retroalimentación* cuando sea necesario.
9. **Ayuda y documentación.** Problemas frecuentes y posibles soluciones deben ser presentados en la sección de ayuda.

Las heurísticas adicionales que propone el autor son las siguientes:

1. **Compatibilidad entre diferentes plataformas.** Debido a los distintos cambios en los dispositivos móviles, es importante que las aplicaciones sean flexibles y permitan adaptarse a las diferentes plataformas y/o dispositivos.
2. **Minimizar la interacción humana.** El tamaño del dispositivo y las circunstancias de uso requieren que el esfuerzo en la interacción sea reducido. Un ejemplo puede ser la personalización de acciones frecuentes.
3. **Interacción física y ergonomía.** Los botones o controles deben estar en lugares de fácil acceso, considerando la posición de las manos de los usuarios. Además, es importante considerar los espacios de separación entre estos elementos, cuando se utilizan opciones sensibles al tacto.
4. **Legibilidad y diseño.** El texto desplegado debe adaptarse a las pantallas de los diferentes dispositivos. El texto y las imágenes se deben visualizar fácilmente, aun cuando existan distintos tipos de iluminación.

5. **Visualización de la información sin interrupciones.** Es importante evitar la interrupción de las tareas primarias, que muchas veces son causadas por la ejecución de tareas secundarias. Para ello, es necesario ofrecer retroalimentación de acuerdo a la situación, ya sea mediante vibración, luz o sonidos.

Este estudio concluye que, a pesar del interés y las investigaciones recientes en el área, se observa una carencia de validación de las heurísticas existentes. La mayoría de las heurísticas están diseñadas para ordenadores de escritorio y son adaptadas para teléfonos móviles. Algunos autores sugieren que las heurísticas tradicionales, como la prevención de errores, ayuda y documentación son irrelevantes para los dispositivos móviles. Otro problema, para el que por el momento no existe solución, es la entrada de datos en dispositivos táctiles. Algunas sugerencias actuales son: reducir la cantidad de información que se introduce o introducir los datos por medio de voz o escaneo. Sin embargo, el problema requiere un estudio más profundo. Por todo ello, es importante definir heurísticas adaptadas a las características y contextos de uso de los dispositivos móviles de cómputo.

Teniendo en cuenta la información presentada y analizada en los capítulos y secciones anteriores, en el siguiente apartado se describe el *framework de evaluación* de la usabilidad de las aplicaciones *m-learning* propuesto en esta tesis, al que se ha llamado MoLEF.

3.5. MoLEF: Propuesta de un *framework conceptual* para evaluar la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*

En esta sección se describe la propuesta de *framework conceptual* para evaluar aplicaciones *m-learning* desarrollada. Dicho *framework* considera *aspectos pedagógicos*, la *usabilidad en dispositivos móviles* y aquellos aspectos que favorecen la adopción de este tipo de aplicaciones. El *framework* está dividido en dos categorías que corresponden con las fases de evaluación de la *usabilidad pedagógica* y de la *usabilidad de interfaz de usuario* o *tecnológica*, respectivamente (Figura 3-7).

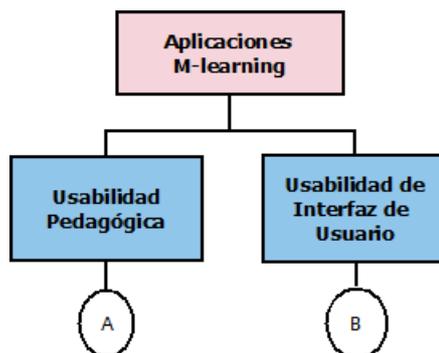


Figura 3-7: Marco conceptual de evaluación de sistemas *m-learning*.

Cada una de estas categorías, de mayor nivel, incluye varios aspectos y sus respectivos criterios de evaluación, que serán explicados en detalle en las siguientes secciones.

3.5.1. Usabilidad Pedagógica

Los entornos de *aprendizaje móvil* deben considerar diferentes aspectos educativos, pedagógicos y de usabilidad para poder facilitar y apoyar las actividades de aprendizaje. Estos factores proveerán el contexto apropiado para la práctica educativa. La dimensión *usabilidad pedagógica*, según el *framework* propuesto, se considerará dividida en cinco subdimensiones: *contenido*, *multimedia*, *tareas o actividades*, *interacción social* y *personalización*. Cada una de estas subdimensiones se dividirá, a su vez, en diferentes criterios que permiten definirlas (ver Figura 3-8), los cuales se explican detalladamente a continuación.

3.5.1.1 Contenido

Esta dimensión hace referencia al *contenido educativo* que se presenta en los dispositivos móviles. Dicho *contenido* debe considerar una lista de requerimientos pedagógicos que se utilizan para fomentar un aprendizaje eficaz, los cuales corresponden con los criterios que se indican a continuación:

- **Organización.** El contenido debe estar organizado en módulos o unidades pequeñas, su secuencia es importante y los temas claves deben tener prioridad.
- **Objetivos.** Estos deben ser definidos al principio de la secuencia didáctica. Deben estar formulados en un lenguaje sencillo y preciso. Los estudiantes deberán entender

lo que se espera que aprendan después de completar un módulo, para así aumentar la probabilidad de que el aprendiz se comprometa con el aprendizaje.

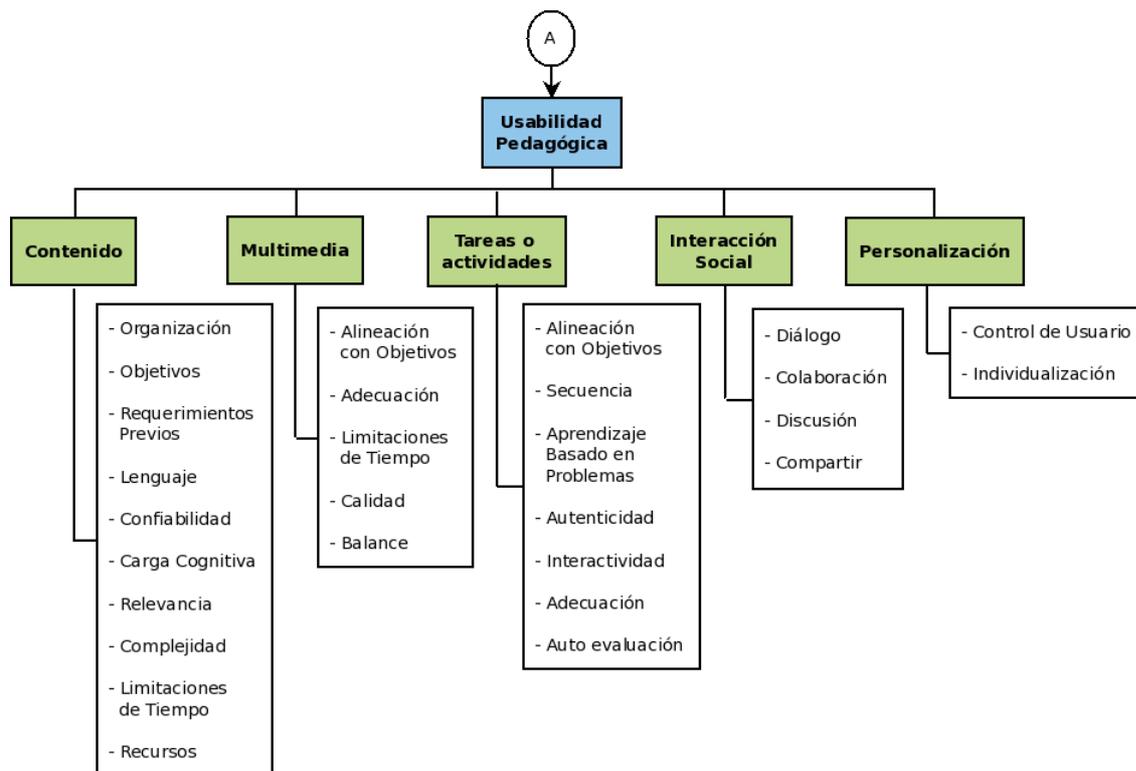


Figura 3-8: Aspectos de la *usabilidad pedagógica* y sus criterios de evaluación.

- **Requerimientos Previos.** El estudiante debe ser informado con anticipación acerca de las habilidades o conocimientos necesarios. Es necesario proveer enlaces a materiales previos o cursos relacionados a éstos requerimientos.
- **Lenguaje.** El lenguaje debe ser sencillo, claro y apropiado al nivel de los estudiantes.
- **Confiabilidad.** La información debe estar actualizada y libre de errores.
- **Carga cognitiva.** Los contenidos deben estar divididos en porciones apropiadas, y de complejidad manejable, para que los estudiantes puedan procesarlos sin tener una carga excesiva. La cantidad de nuevos conceptos claves debe limitarse a uno o dos, dependiendo de su complejidad.
- **Relevancia.** Los contenidos deben estar centrados en las características, intereses, motivaciones de los estudiantes, y deben ser útiles para su futuro.

- **Complejidad.** Los materiales de aprendizaje deben retar al estudiante, con un nivel de complejidad adecuado a su nivel conocimientos y sus destrezas.
- **Limitaciones de tiempo.** El *aprendizaje móvil* debe presentar contenidos educativos en unidades de corta duración, que requieran entre 30 segundos y 10 minutos (Hu, 2011).
- **Recursos.** Se deberá proporcionar acceso a recursos externos, apropiados para el contexto de aprendizaje, incluyendo enlaces a la *World Wide Web*. Además el formato de presentación y la información debe estar adaptada para su visualización en dispositivos móviles.

3.5.1.2 Multimedia

Las aplicaciones *m-learning* deben soportar diferentes tipos de recursos multimedia, como video, audio, textos o animaciones, todas de alta calidad, desde la óptica de los dispositivos móviles. Para ello se consideran los criterios que se indican a continuación:

- **Alineación con objetivos.** Los contenidos multimedia deben tener una estrecha conexión con los objetivos. Los videos, audios, e imágenes deberán ayudar a los estudiantes a alcanzar sus objetivos de aprendizaje.
- **Adecuación.** Los materiales multimedia deben ser presentados en el formato que más facilite el aprendizaje de conceptos.
- **Limitaciones de tiempo.** La duración de las animaciones, multimedia, videos y/o audios debe estar entre los 30 segundos y los 10 minutos (Hu, 2011).
- **Calidad.** El contenido multimedia debe tener buena calidad de video y fidelidad, incluir imágenes atractivas, y el tamaño de los archivos debe ser apropiado para el dispositivo.
- **Balance.** Debe existir una proporción equilibrada de recursos multimedia en el contenido. Los materiales deben presentar múltiples perspectivas del conocimiento y/o las tareas.

3.5.1.3. Actividades o tareas

Las tareas o actividades en un entorno de aprendizaje son una parte importante del proceso de aprendizaje. En este sentido, definimos los criterios que se indican a continuación para su valoración:

- **Alineación con objetivos.** Las tareas o actividades deben tener una conexión estrecha con los objetivos pedagógicos.
- **Secuencia.** Las tareas deben permitir a los alumnos integrar la nueva información con aprendizaje previo, para generar así nuevo conocimiento.
- **Aprendizaje basado en problemas.** Las tareas deben promover que los estudiantes comparen y clasifiquen información, para hacer deducciones y promover la creatividad.
- **Autenticidad.** Las tareas deben reflejar situaciones de la vida real, relevantes a la práctica profesional, generando interés e involucrando a los estudiantes. Deberán promover la transferencia de habilidades fuera del entorno de aprendizaje y el pensamiento crítico.
- **Interactividad.** Las tareas deben involucrar a los estudiantes en problemas a resolver en los que se aprovechen las ventajas de uso de la tecnología móvil (investigaciones de campo, toma de fotografías, videos, realidad aumentada, o uso de códigos QR, entre otros).
- **Adecuación.** Las tareas deben ser coherentes con el contenido y el nivel educativo.
- **Autoevaluación.** Un entorno móvil debe permitir la autoevaluación, que permita comprobar el nivel de aprendizaje alcanzado, así como registrar los avances del alumno.

3.5.1.4. Interacción social

La socialización es fundamental en el proceso de aprendizaje y un entorno *m-learning* debe promoverla y facilitarla. Para valorar esta dimensión consideramos los criterios que se indican a continuación:

- **Diálogo.** Un ambiente *m-learning* debe permitir a los estudiantes comunicarse con

sus compañeros y profesores (chat, tablón de anuncios o redes sociales).

- **Colaboración.** Un entorno *m-learning* debe permitir el trabajo en grupo entre los estudiantes.
- **Discusión.** Un entorno de *m-learning* debe incorporar posibilidades de interacción, discusión y otras actividades colaborativas. La discusión requiere que los estudiantes participen publicando acerca de su aprendizaje, para recibir retroalimentación, evaluar y aprender de otros grupos o estudiantes a través de trabajos publicados u opiniones.
- **Compartir.** Un entorno *m-learning* debe permitir a los estudiantes compartir fotos, videos o cualquier otro tipo de documentos relacionados con su trabajo, a través de redes sociales (como *facebook* o *twitter*).

3.5.1.5. Personalización

La personalización proporciona a los estudiantes la libertad de controlar diferentes opciones relacionadas con su estilo de aprendizaje o con respecto a la secuencia de estudio. Para valorar el grado de *personalización* consideraremos los criterios siguientes:

- **Control de usuario.** Los estudiantes deben tener la libertad de dirigir su aprendizaje individual o en grupo, y así tener un sentido de pertenencia. Deberán elegir la secuencia a seguir, a través de rutas opcionales para su progreso.
- **Individualización.** Los estudiantes deberán elegir el material que más se adapte a sus estilos de aprendizaje (la información podrá ser revisada en videos, texto o audios).

Una vez definida la categoría de *usabilidad pedagógica*, así como sus subdimensiones y criterios, se pasa a definir la categoría de *usabilidad de la interfaz de usuario* o *tecnológica* en la próxima sección.

3.5.2. Usabilidad de la interfaz de usuario

La *usabilidad de la interfaz de usuario* (en adelante interfaz) es fundamental para lograr la aceptación y satisfacción por parte de los estudiantes. En el contexto de

los entornos de *aprendizaje móvil*, la interfaz debe ser fácil de usar para que los usuarios la aprendan, reconozcan y recuerden. En este *framework* hemos identificado cinco subdimensiones: *diseño*, *navegación*, *customización*, *retroalimentación* y *motivación*, que a su vez, se dividen en diferentes criterios (ver Figura 3-9), que se explicarán en detalle a continuación.

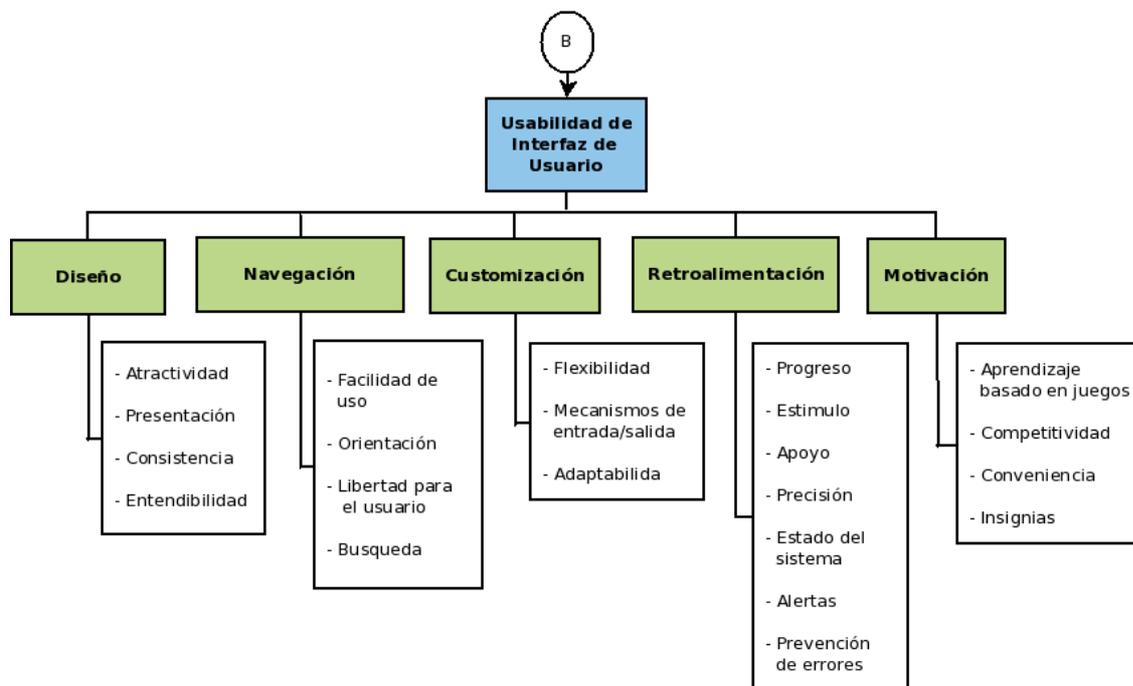


Figura 3-9: Aspectos y criterios de evaluación de la *usabilidad de la interfaz de usuario o tecnológica*.

3.5.2.1. Diseño de la interfaz

Un buen diseño es fundamental para mejorar la *usabilidad* de una interfaz de usuario. Para valorar este aspecto utilizaremos los criterios que se indican a continuación:

- **Atractivo.** El diseño deberá ser estético y atractivo para los estudiantes. La apariencia deberá ser placentera y no debe contener información irrelevante. La interfaz no debe estar sobrecargada de información ni incluir gamas de colores que afecten negativamente a la percepción visual de los contenidos.
- **Presentación.** La interfaz debe seguir buenas pautas de presentación, con respecto a la organización (*layout*) y el diseño. Las opciones de selección deben ser visibles y fácilmente localizables. La información debe estar organizada en un orden lógico y las páginas y/o pantallas deben corresponder o adaptarse al tamaño de la pantalla.

- **Consistencia.** Los elementos de una interfaz deben ser estables y coherentes a través de todo el diseño. Deberá seguir estándares convencionales, con una selección consistente de estilo en cuanto al texto, botones y ventanas.
- **Entendibilidad.** Los iconos, textos y otros elementos deben ser simples e intuitivos, y escritos en un lenguaje común, para que los estudiantes puedan entender fácilmente los propósitos de las funciones del sistema.

3.5.2.2. Navegación

La navegación debe ser sencilla para el usuario. Además el usuario debe estar constantemente informado de dónde está, dónde ha estado y hacia dónde puede ir. Esto se puede valorar por medio de los siguientes criterios:

- **Facilidad de uso.** La navegación debe incluir funciones que sean fáciles de entender, recordar y utilizar. Las opciones deben tener una correcta visibilidad. No se debe requerir más de tres clics para llegar desde la página o ventana de inicio hasta los contenidos.
- **Orientación.** El estudiante debe identificar claramente dónde está, cómo volver al menú principal y navegar fácilmente. Cada ventana o cuadro de diálogo debe desplegar su título.
- **Libertad para el usuario.** Cuando un estudiante elige una función por error, la aplicación debe permitir volver a ventanas anteriores. Opciones como *deshacer* y *rehacer* son importantes para fomentar y mantener la libertad del usuario al interactuar con el sistema.
- **Búsqueda.** La aplicación debe ofrecer mecanismos para ayudar al usuario a encontrar contenido.

3.5.2.3. Customización

La customización es una adaptación del término inglés *customize*, que se refiere a modificar algo de acuerdo a las preferencias personales. Este aspecto es importante porque permite a los estudiantes cambiar el diseño o la navegación en sus dispositivos. Dicha subdimensión se valorará haciendo uso de los siguientes criterios:

- **Flexibilidad.** La aplicación debe permitir a los estudiantes cambiar elementos de la interfaz. Debe proporcionar atajos y aceleradores, mejorando con esto la interacción e identificando acciones frecuentes. La flexibilidad hace posible la facilidad de uso para diferentes tipos de usuarios, desde novatos hasta expertos.
- **Mecanismos de entrada/salida.** Este criterio es esencial en el contexto móvil, ya que una de sus limitaciones es la interacción. Por lo tanto, las aplicaciones deben permitir diferentes formas de entrada y salida para mejorar la interacción del estudiante.
- **Adaptabilidad.** En un entorno de *aprendizaje móvil* el contenido debe adaptarse a las pantallas de diferentes dispositivos (*smartphones, tablets*, entre otros) sin la necesidad de modificar la configuración, evitando la superposición de objetos o la pérdida de información. Las pruebas y evaluaciones deberán estar adaptadas a las habilidades de los estudiantes.

3.5.2.4. Retroalimentación

La aplicación debe ayudar al estudiante a consolidar los conocimientos adquiridos y reforzar sus nuevas destrezas, durante la interacción en el proceso de aprendizaje. En esta dimensión, utilizaremos los criterios que se indican a continuación:

- **Progreso.** La aplicación debe presentar el avance general del alumno en el curso y en cada unidad.
- **Estímulos.** La aplicación debe proporcionar retroalimentación constructiva, cuando los alumnos hayan tenido un avance significativo. Esto anima y ayuda a generar confianza.
- **Apoyo.** La aplicación debe proporcionar ayuda útil al estudiante para lograr sus objetivos de aprendizaje. Por ejemplo, si el estudiante comete un error al realizar una tarea, la aplicación debe ofrecer oportunidades para dar con la respuesta correcta o, al menos, proporcionar alguna una explicación. También debe incluir mecanismos de comunicación para extender y ofrecer la retroalimentación de instructores, expertos, compañeros u otros.
- **Precisión.** La retroalimentación debe ser apropiada al contenido, problema o tarea, y debe ser proporcionada de forma inmediata.

- **Estado del sistema.** La aplicación debe presentar información general como la hora, el estado de la batería y la señal de conectividad a la red.
- **Alertas.** La aplicación debe proporcionar retroalimentación a través de alertas, recordando fechas límites, notificando eventos o actividades.
- **Prevención de errores.** Es más importante prevenir la aparición de errores que generar buenos mensajes de error. Por tanto, la aplicación debe presentar información contextual preventiva en el punto problemático o pedir confirmación de las acciones de los usuarios.

3.5.2.5. Motivación

La motivación busca aumentar el interés del estudiante en el proceso de aprendizaje a través de diferentes estrategias lúdicas y pedagógicas, aplicadas a la dinámica de las tareas. Consideraremos para su valoración los siguientes criterios:

- **Aprendizaje basado en juegos.** Cuando un estudiante aprende a través de juegos, desarrolla un incremento en la motivación e interés en el aprendizaje a través de la diversión.
- **Competitividad.** Las aplicaciones que soportan *m-learning* deben permitir la competitividad entre los estudiantes, a través de oportunidades como trabajar en la misma tarea al mismo tiempo, o mostrar tablas de liderazgo con las puntuaciones de cada estudiante.
- **Conveniencia.** Los estudiantes deberán considerar y valorar como útil aprender ciertos temas mediante *aprendizaje móvil*, frente al empleo de métodos más convencionales (como, por ejemplo, las lecciones magistrales y presenciales en el aula). Un entorno *m-learning* debe proveer una forma rápida y fácil de aprender un nuevo tema o de revisar temas anteriores.
- **Insignias.** La aplicación deberá generar insignias o recompensas simbólicas cuando el estudiante obtiene un logro significativo.

3.6. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se ha realizado un análisis de las principales propuestas desarrolladas para evaluar o diseñar aplicaciones *m-learning*, así como aquellos trabajos que proponen heurísticas de *usabilidad en dispositivos móviles*. Como consecuencia de este análisis, se identificaron una serie de requisitos pedagógicos y de usabilidad, que deberían ser tenidos en cuenta a la hora de evaluar aplicaciones *m-learning*.

Como consecuencia de este trabajo, se propone un *framework de evaluación*, al que hemos denominado MoLEF. Dicho *framework* incluye los requisitos pedagógicos y de usabilidad que fueron establecidos anteriormente, así como aquellos factores que favorecen la adopción del *m-learning*. Por lo tanto, MoLEF evoluciona con respecto a otros trabajos existentes en la literatura y que también abordan la evaluación de aplicaciones *m-learning*.

En el siguiente capítulo se presenta el proceso de elaboración de un *instrumento de medición* (cuestionario), que puede ser utilizado en las fases de evaluación del modelo de diseño de aplicaciones *m-learning* que se describirá posteriormente (capítulo 5).

Capítulo 4. Proceso de Construcción y Validación de un *Instrumento de Medición* para Evaluar Aplicaciones *m-Learning*

En el presente capítulo se describe el proceso de construcción y validación de un instrumento para la evaluación de aplicaciones *m-learning* (CECAM). Dicho instrumento considera los elementos del *framework* descrito en el capítulo anterior.

Entre los distintos instrumentos de medición, que habitualmente suelen emplearse para la evaluación de sistemas e innovaciones, se encuentran los cuestionarios y las escalas o test. Un *cuestionario*, según el diccionario de la lengua española, es una lista de preguntas que se proponen con cualquier fin. Los cuestionarios sociológicos, de evaluación y los sondeos de opinión son ejemplos típicos. Una característica de este tipo de instrumentos es que las respuestas se analizan de manera independiente.

Las *escalas* o *tests* son también cuestionarios pero con características diferentes. Por ejemplo, todas las preguntas o ítems son indicadores de un mismo rasgo y las respuestas se suman para obtener una puntuación global o medida del rasgo que se pretende medir. En la literatura es común llamar cuestionarios a las escalas, por lo tanto, en este trabajo usaremos ambos términos indistintamente, pero teniendo en cuenta que el instrumento diseñado es realmente una escala.

En el marco de esta investigación se creó un cuestionario, al que se denominó CECAM (*Cuestionario para Evaluar la Calidad de Aplicaciones m-Learning*). El uso de cuestionarios como herramienta de medición de los sistemas informáticos educativos es habitual. Así, Ibarra, et al. (2007) propone un cuestionario para evaluar la calidad de credibilidad e interacción de cursos de teleformación; Casal (2010) presenta un cuestionario de evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la UNED; Meliá, Such, and Montolío (2012) elaboraron un cuestionario de contexto para la evaluación de sistemas educativos; y Mengual-Andrés, Roig-Vila, and Catalá (2015) presentan un cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC. Por lo

tanto, vemos como el uso de este instrumento de medida es muy habitual en este ámbito.

4.1. Elaboración del cuestionario CECAM

En esta sección se presentan y definen las fases que se siguieron en el proceso de construcción y validación del cuestionario CECAM, instrumento propuesto para la evaluación de aplicaciones *m-learning*.

- Establecer los objetivos de evaluación del cuestionario.
- Determinar el contenido y las variables: decidir qué información se necesita y consultar las fuentes de información más acordes.
- Diseño del cuestionario.
- Estructura del cuestionario.
- Elaborar la primera versión: elaboración de los primeros ítems.
- Poner a prueba la primera versión del cuestionario con un grupo piloto.
- Realizar un análisis de la fiabilidad del cuestionario: calcular el coeficiente *alfa de Cronbach*.
- Reelaborar el cuestionario en función de los resultados.
- Comprobar la validez del cuestionario: *validez de contenido* y *validez de constructo*.
- Reelaboración del cuestionario en función de los resultados.
- Análisis de la fiabilidad definitivos.

4.1.1. Establecimiento de los objetivos del cuestionario

Para el desarrollo del cuestionario, en primer lugar, se especifica el objetivo que se persigue con su aplicación. El objetivo del cuestionario CECAM es evaluar la calidad de las aplicaciones *m-learning*, considerando aspectos de *usabilidad pedagógica* y de *usabilidad tecnológica* en aplicaciones móviles de aprendizaje.

4.1.2. Determinación de las variables y contenido

Para identificar y especificar las características concretas, se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones e investigaciones de distintos autores que han estudiado temas relacionados a la *usabilidad pedagógica* y la *usabilidad en dispositivos móviles*. Las perspectivas teóricas analizadas se han presentado en el capítulo 3, las cuales

sirvieron de base para la elaboración de un *framework conceptual* de evaluación de aplicaciones *m-learning*, y que posteriormente se utilizó para construir el cuestionario CECAM.

4.1.3. Diseño del cuestionario

En esta investigación se optó por elaborar un *cuestionario estructurado*. Este tipo de cuestionarios ofrece más confiabilidad (permite medir con mayor precisión), ya que evita incluir las preguntas abiertas y semiabiertas. Por otra parte este tipo de cuestionarios es más fácil de desplegar, ya que son más rápidos de contestar, y el procesamiento de las respuestas resulta menos laborioso. Por lo tanto, las preguntas del cuestionario requieren respuestas breves, concretas y cerradas (elegir entre las cinco opciones presentadas), las cuales están establecidas de antemano.

Cada pregunta cerrada es una afirmación que describe un atributo que debe ser considerado en las aplicaciones *m-learning*, y el evaluador deberá marcar con una «X» el grado de cumplimiento de dicho atributo, utilizando para ello la siguiente escala:

1. Totalmente en desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

Se han elegido estas cinco opciones puesto que cubre todo el espacio posible de respuestas (*principio de exhaustividad*), evitando que los evaluadores no respondan por no tener a su disposición la categoría deseada. También se busca garantizar la *exclusividad* del cuestionario, evitando que el evaluador elija dos respuestas diferentes para la misma pregunta.

4.1.4. Estructura del cuestionario

Teniendo en cuenta los conceptos considerados en el *framework conceptual* desarrollado en el capítulo 3 (MoLEF), se elaboró un cuestionario con dos subescalas multidimensionales, que representan las dos categorías de MoLEF. Por lo tanto, las preguntas están agrupadas por dimensiones, de modo que unas preguntas miden una dimensión y otras una dimensión diferente. Cada dimensión contiene un conjunto de ítems en función de cada uno de los aspectos o constructos mencionados en el

framework. Concretamente, el cuestionario incluye preguntas o heurísticas relacionadas con cada uno de los criterios establecidos. Así, la subescala *usabilidad pedagógica* incluye preguntas relacionadas con el *contenido*, *multimedia*, *actividades*, *interacción social* y *personalización*; y la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* incluye cuestiones referentes al *diseño de la interfaz*, *navegación*, *customización*, *retroalimentación* y *motivación*.

En la Tabla 4-1 se presenta la estructura preliminar del cuestionario CECAM, en la cual se incluyen las subescalas, los constructos y el número de ítems que permiten medir cada uno de dichos constructos o factores.

CUESTIONARIO CECAM	SUBESCALAS	CONSTRUCTOS O FACTORES
EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES M-LEARNING	Usabilidad Pedagógica (33 ítems)	Contenido (9 ítems)
		Recursos multimedia (7 ítems)
		Actividades educativas (9 ítems)
		Interacción social (4 ítems)
		Personalización (4 ítems)
	Usabilidad de la Interfaz de Usuario (39 ítems)	Diseño de la interfaz (6 ítems)
		Navegación (13 ítems)
		Customización (8 ítems)
		Retroalimentación (7 ítems)
		Motivación (5 ítems)

Tabla 4-1: Subescalas, constructos y número de ítems del cuestionario preliminar.

4.1.5. Elaborar la primera versión: Elaboración de los primeros ítems

En lo que se refiere a la redacción de los ítems que componen el cuestionario, tarea que se abordó tomando como base el *framework* descrito en el capítulo 3, se utilizó un lenguaje que fuera lo más claro y comprensible posible, evitando la utilización de tecnicismos, que dificultasen la interpretación de los mismos por parte del evaluador, y así asegurarnos que: (1) se contesta exactamente a la cuestión preguntada sin que existan malas interpretaciones del enunciado; (2) no se deja de contestar ninguna pregunta por falta de comprensión; y (3) no resulta excesivamente laborioso para el evaluador.

La Tabla 4-2 presenta la descripción de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad pedagógica*. Cada uno de ellos tiene asociado un identificador (Id), asignado para facilitar el posterior análisis estadístico del

cuestionario.

Usabilidad Pedagógica	
Contenido	
Id	Ítem
Content1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.
Content2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.
Content3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.
Content4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.
Content5	El tiempo invertido en cada módulo o unidad dura menos de 7 minutos.
Content6	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).
Content7	El lenguaje utilizado es apropiado para los estudiantes.
Content8	El contenido está libre de errores.
Content9	Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.
Recursos multimedia	
Id	Ítem
Multimedia1	Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.
Multimedia2	Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.
Multimedia3	Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.
Multimedia4	Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.
Multimedia5	Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.
Multimedia6	Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.
Multimedia7	Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.
Actividades educativas	
Id	Ítem
Activity1	Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).
Activity2	Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.
Activity3	Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.
Activity4	Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.
Activity5	Las actividades promueven la creatividad permitiendo al estudiante generar sus propias soluciones.
Activity6	Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.
Activity7	Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).
Activity8	Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).
Activity9	En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).
Interacción Social	
Id	Ítem
Social1	Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.

Social2	La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).
Social3	La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).
Social4	El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).
Personalización	
Id	Ítem
Personalization1	La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.
Personalization2	La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.
Personalization3	La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.
Personalization4	La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio. (Ej. Minutos diarios o semanales).

Tabla 4-2: Identificador y descripción de cada ítems en la subescala *usabilidad pedagógica*.

La Tabla 4-3 presenta la descripción de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*, y el identificador (Id) asignado para el posterior análisis del cuestionario.

Usabilidad de la Interfaz de usuario	
Diseño de la interfaz	
Id	Ítem
Design1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.
Design2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.
Design3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).
Design4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).
Design5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.
Design6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación)
Navegación	
Id	Ítem
Navegation1	El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.
Navegation2	La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).
Navegation3	El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.
Navegation4	La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).
Navegation5	La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.
Navegation6	La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.
Navegation7	Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).
Navegation8	La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.

Navegation9	La aplicación permite regresar o salir de una pantalla no deseada cuando ésta se ha seleccionado por error.
Navegation10	La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.
Navegation11	Existen instrucciones de uso para ciertas funciones de la aplicación, y son fáciles de encontrar y de entender (opción de ayuda).
Navegation12	El tiempo transcurrido entre la selección de una funcionalidad y su ejecución es relativamente corto.
Navegation13	Existe ayuda contextual que guíe al usuario durante el uso de los distintos elementos interactivos de la aplicación.
Customización	
Id	Ítem
Customize1	La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.
Customize2	La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).
Customize3	La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fáciles de encontrar.
Customize4	La aplicación es ejecutable en diferentes plataformas (Android, iOS, Windows phone, etc.).
Customize5	La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.
Customize6	La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).
Customize7	La aplicación permite convertir texto en voz, o transcribir texto a partir de un dictado de voz
Customize8	La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).
Retroalimentación	
Id	Ítem
Feedback1	La aplicación ofrece retroalimentación precisa e instantánea sobre las acciones realizadas por el usuario.
Feedback2	La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).
Feedback3	La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar.
Feedback4	La aplicación ofrece recordatorios relacionados con las metas establecidas por el estudiante.
Feedback5	Durante las autoevaluaciones, si el estudiante comete un error, la aplicación da oportunidades al estudiante para corregirlas.
Feedback6	Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.
Feedback7	La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).
Motivación	
Id	Ítem
Motivation1	Los estudiantes reciben retroalimentación constructiva o motivacional cuando han logrado un avance significativo.
Motivation2	La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.
Motivation3	La aplicación define una serie de niveles que se deben superar para avanzar al siguiente.
Motivation4	La aplicación permite al alumno obtener premios cuando se logran objetivos o se cumplen las metas de estudio. (Ej. Puntos, personalizar avatares, insignias, acceso a contenidos adicionales, etc.)

Motivation5	La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).
-------------	---

Tabla 4-3: Identificador y descripción de cada ítems de la *subescala usabilidad de la interfaz de usuario*.

Esta primera agrupación de 72 ítems constituye el cuerpo principal de cuestionario preliminar. Cabe mencionar que esta versión preliminar de ítems es el resultado de una revisión por parte de dos expertos en la elaboración de cuestionarios. El objetivo principal fue revisar la redacción de los ítems y analizar palabras o frases que pudiesen resultar confusas para los evaluadores. Como resultado de esta revisión, se modificó la redacción de varios ítems, se cambiaron preguntas negativas a positivas, se cambiaron algunos términos que podrían confundir a los evaluadores, y se incluyeron ejemplos o aclaraciones entre paréntesis, para ayudar a entender lo que se estaba preguntando en los ítems en los que se consideró necesario.

4.2. Análisis de la primera versión del cuestionario mediante su aplicación a un grupo piloto

Una vez confeccionada la primera versión del cuestionario (ver apéndice B), la siguiente fase consistió en aplicarlo a una muestra determinada de estudiantes, para posteriormente realizar los análisis estadísticos pertinentes para su evaluación. En las siguientes subsecciones se describe el diseño de esta actividad.

4.2.1. Participantes

El cuestionario fue cumplimentado por 37 estudiantes del primer curso del Grado de Ingeniería Informática de la Escuela Superior de Informática de la UCLM de Ciudad Real. La actividad se realizó con estudiantes de la asignatura obligatoria *Fundamentos de Programación I*.

4.2.2 Desarrollo de la actividad

La actividad consistió en utilizar una aplicación *m-learning* durante un periodo de tres semanas y cumplimentar el cuestionario CECAM para evaluarla. La aplicación utilizada fue “*Learn Java-Free*”, una aplicación gratuita disponible en *Google Play*, que se ejecuta en dispositivos móviles con sistema operativo *Android*. Tiene como objetivo principal el repaso de la programación en Java, y para ello expone diversos conceptos

de un curso de introducción a la programación.

Al inicio de la actividad los participantes contestaron un *pre-test* que permitía recabar información relacionada con su perfil. Un primer bloque de preguntas solicitaba datos como la edad, el género y el nivel educativo; de tal forma que se pudiera conocer el perfil demográfico de los encuestados. A continuación, se incluyeron preguntas que trataban de conocer la percepción de los estudiantes acerca de la innovación del uso de las TIC, su grado de experiencia con dispositivos móviles, la actitud hacia el aprendizaje móvil y el nivel de influencia de los profesores en el área del *m-learning*. Las preguntas formuladas para recabar la información relativa a estos aspectos se incluyen en el apéndice C.

Al finalizar la actividad los participantes utilizaron CECAM para evaluar la aplicación. Además, se les aplicó un *post-test* para recoger información sobre la experiencia de los estudiantes al llevar a cabo esta actividad (apéndice D).

El *pre-test*, el cuestionario de evaluación y el *post-test* se cumplieron en el aula asignada a la asignatura *Fundamentos de Programación I*, dentro del horario lectivo habitual. Siempre se contó con la presencia del profesor de la asignatura, el cual motivó previamente al alumnado para la realización de la tarea y realizó el control de la disciplina dentro del aula, ya que la persona encargada de la aplicación de los cuestionarios era una persona ajena a la asignatura y no conocida por los alumnos. El profesor presentó a la persona responsable de la aplicación de los cuestionarios y explicó las razones de su presencia en el aula. Posteriormente, esta persona se presentó y explicó a los alumnos la tarea que iban a llevar a cabo, así como las instrucciones para su realización.

Una vez finalizada la fase de recogida de datos se procedió a realizar los análisis estadísticos pertinentes para evaluar el cuestionario CECAM. Los análisis realizados fueron los siguientes: *análisis de fiabilidad*, *validez de contenido* y *validez de constructo*. Estos análisis se describen en la siguiente sección.

4.3. Análisis de la fiabilidad del cuestionario

La fiabilidad mide la *consistencia interna* de los indicadores o ítems que forman una escala, es decir, que los ítems están midiendo un mismo aspecto (Díaz, 1993).

Existen distintos métodos que permiten obtener *coeficientes de fiabilidad* de las escalas, pero se utilizó el *alfa de Cronbach* (α) por ser uno de los más utilizados en la

literatura. Específicamente, Domínguez-Castro and Iñesta-García (2004) utilizaron este método para obtener la fiabilidad de un cuestionario de evaluación de la calidad de las Webs de centros de farmacoconomía y economía de la salud en internet; Ibarra, et al. (2007) lo utilizaron en un cuestionario para evaluar la calidad de credibilidad e interacción de cursos de teleformación; Ferreras Remesal (2008) en cuestionario de evaluación y diagnóstico de Estrategias de aprendizaje; Casal (2010) en un cuestionario de evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la UNED; Meliá, et al. (2012) para validar un cuestionario de contexto para la evaluación de sistemas educativos; y Mengual-Andrés, et al. (2015) en un cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC. Por tanto, se comprueba que es el método habitual para realizar este tipo de análisis de cuestionarios.

El coeficiente *alfa* asume que la escala está compuesta por ítems o elementos homogéneos que miden un mismo rasgo, y que la consistencia interna de la escala puede evaluarse mediante la correlación existente entre todos sus elementos. Sus valores oscilan entre 0 y 1, y cuanto más se acerque el valor del coeficiente a 1, mayor es la consistencia interna de los ítems que componen la escala. Aun así, hay que indicar que no existe un acuerdo generalizado sobre cuál es el límite establecido para considerar una escala fiable o no. En esta investigación se optó por seguir a George and Mallery (1994) quienes indican que si el coeficiente *alfa* es mayor que 0,9, el *instrumento de medición* es excelente; en el intervalo 0,9-0,8, el instrumento es bueno; entre 0,8-0,7, el instrumento es aceptable; en el intervalo 0,7-0,6, el instrumento es débil; entre 0,6-0,5, el instrumento es pobre; y si es menor que 0,5, no es aceptable.

En el caso de escalas multidimensionales el cálculo del coeficiente de fiabilidad se realiza para cada una de las dimensiones. Por lo tanto, nuestra meta es obtener un coeficiente *alfa* mayor que 0,70 al analizar la escala completa, al analizar cada una de las subescalas, así como en cada uno de sus constructos – límite recomendado por Litwin (1995).

4.3.1 Análisis de Ítems

La meta principal del *análisis de ítems* es elegir los ítems que mejor contribuyen a la fiabilidad de toda la escala. Los ítems, tal como se han redactado, establecen una representación de los requisitos o heurísticas de los rasgos que vamos a medir. Sin embargo, es necesario comprobar si cada ítem mide lo mismo que los demás, y por lo tanto es sumable en una puntuación total que es la que después interpretamos y utilizamos. Tal comprobación la realizamos en cada ítem mediante el análisis denominado *análisis de ítems*.

Entre los métodos más utilizados para analizar ítems se encuentra el de *correlación ítem-total* (Morales, 2011). Específicamente indica la correlación de cada ítem con la suma de todos los demás o correlación de cada ítem con el total menos el ítem, que suele denominarse *correlación ítem-total corregida* (corregida porque en este total no se incluye el ítem que estamos analizando).

Los ítems con una mayor correlación con el total son los que en principio tienen más en común con los demás y, por lo tanto, podemos suponer que miden lo mismo. Los ítems con correlaciones más bajas con el total los eliminaremos de nuestra escala, porque no miden claramente lo mismo que el resto.

Se utilizó como software estadístico, para obtener la fiabilidad de la escala y realizar el análisis del ítems, el paquete SPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versión 21. Este paquete permite obtener la correlación ítem-total corregida para cada ítem y la fiabilidad de la escala si se elimina algún elemento. Estos métodos permiten averiguar cuáles son los ítems que pueden eliminarse para que aumente la fiabilidad del cuestionario en su conjunto.

Los ítems deben eliminarse de uno en uno, o en pequeños bloques. De manera preliminar, se da por terminado el trabajo de construcción de la escala cuando la fiabilidad de la escala baja al eliminar ítems; obteniendo un subconjunto de ítems que forman una escala con una fiabilidad óptima. Decimos de manera preliminar porque posteriormente es necesario la aplicación de otros métodos para validar la escala, y así obtener la colección final de ítems.

Puede suceder que al eliminar un ítem la fiabilidad aumente ligeramente, pero si se elimina la escala puede quedar menos coherente (una idea o aspecto del constructo puede quedar mal representada o de manera muy incompleta); en ese caso, puede merecer la pena retenerlo, siempre y cuando la fiabilidad esté dentro de los límites establecidos.

Hay ocasiones en que es necesario medir un rasgo a un nivel muy particular, el cual se puede dividir en subescalas que miden diferentes aspectos. En tal situación, cada subescala debe tener una fiabilidad aceptable, así como la escala formada por todos los ítems. Esto es muy común cuando se requiera utilizar las subescalas de manera independiente.

El proceso seguido para analizar la fiabilidad del cuestionario CECAM ha sido el siguiente:

1. Cálculo del coeficiente *alfa* de la escala considerando todos los ítems de la versión inicial del cuestionario.
2. Cálculo del coeficiente *alfa* de las dos subescalas (*usabilidad pedagógica* y *usabilidad de la interfaz*) y el de sus factores correspondientes.
3. Realizar un *análisis de los ítems* en cada uno de los factores.
4. Eliminar los peores ítems. De acuerdo a Cohen and Manion (2002), coeficientes de correlación ítem-total corregidos iguales o mayores a 0,35 suelen ser estadísticamente significativos; si son iguales a cero o negativos es necesario eliminar el ítem o replantear la pregunta. Una baja correlación entre el ítem y el puntaje total puede deberse a diversas causas, ya sea por la mala redacción del ítem o que el mismo no sirve para medir lo que se desea medir. Por lo tanto, antes de eliminar un ítem, se analizará la pregunta para reconsiderar su importancia dentro de la escala, y si es así, mantenerla o replantearla.
5. Volver a calcular la fiabilidad y analizar los resultados. Si es necesario, se repite el paso 4 y así sucesivamente hasta que quede el conjunto de ítems que dé como resultado la mayor fiabilidad posible.

La Tabla 4-4 muestra el valor del *coeficiente de fiabilidad* de la escala considerando todos los ítems de la versión inicial de CECAM.

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,900	72

Tabla 4-4: Coeficiente de fiabilidad de la escala CECAM considerando todos los ítems de la versión inicial.

La Tabla 4-5 muestra el *coeficiente de fiabilidad* (α) de la subescala *usabilidad pedagógica*, el de cada uno de sus constructos, el *análisis de ítems* iniciales, y se indica qué ítems hay que eliminar para aumentar la fiabilidad (*α sin el ítem*).

Usabilidad Pedagógica ($\alpha=0,892$)							
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción Social	Personalización	α sin el ítem	α
Contenido							0,676
Content1	0,523					0,625	
Content2	0,607					0,606	

Content3	0,406		0,640
Content4	0,545		0,614
Content5	0,339		0,654
Content6	0,420		0,634
Content7	0,147		0,693
Content8	-0,022		0,735
Content9	0,447		0,627
Recursos multimedia			0,859
Multimedia1	0,696		0,830
Multimedia2	0,685		0,833
Multimedia3	0,410		0,869
Multimedia4	0,762		0,819
Multimedia5	0,609		0,843
Multimedia6	0,568		0,848
Multimedia7	0,694		0,831
Actividades educativas			0,866
Activity1		0,659	0,846
Activity2		0,706	0,843
Activity3		0,701	0,844
Activity4		0,624	0,850
Activity5		0,369	0,873
Activity6		0,657	0,849
Activity7		0,608	0,853
Activity8		0,650	0,849
Activity9		0,558	0,859
Interacción Social			0,916
Social1		0,672	0,935
Social2		0,906	0,857
Social3		0,805	0,892
Social4		0,869	0,871
Personalización			0,816
Personalization1		0,644	0,765
Personalization2		0,680	0,748
Personalization3		0,678	0,750
Personalization4		0,547	0,809

Tabla 4-5: *Análisis de ítems* iniciales y coeficientes de fiabilidad (α) de los constructos de la subescala *usabilidad pedagógica*.

Se puede observar que el coeficiente *alfa* del constructo *contenido* (0,676) es menor que 0,70; que los ítems *Content5*, *Content7* y *Content8* no cumplen con el límite establecido por Cohen and Manion (2002) de 0,35; y que al eliminarlos la fiabilidad del constructo aumenta. Al analizar las preguntas correspondientes a estos ítems se concluyó que el ítem *Content1* puede sustituir al ítem *Content5*; el *Content4* a *Content7*;

y que *Content7* no evalúa específicamente una calidad pedagógica.

Como el ítem *Activity5* también fue menor que 0,35, se analizó y se eliminó por considerarse una pregunta difícil de entender y porque puede sustituirse por *Activity4* y *Social1*.

La Tabla 4-6 muestra el nuevo valor *alfa* de la subescala *usabilidad pedagógica* y el de sus constructos (una vez eliminados los ítems con baja correlación); así como el *análisis de ítems* (iteración 2).

Usabilidad Pedagógica ($\alpha=0,900$)							
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción Social	Personalización	α sin el ítem	α
Contenido							0,769
Content1	0,556					0,729	
Content2	0,632					0,709	
Content3	0,414					0,758	
Content4	0,572					0,721	
Content6	0,500					0,742	
Content9	0,480					0,749	
Recursos multimedia							0,859
Multimedia1		0,696				0,830	
Multimedia2		0,685				0,833	
Multimedia3		0,410				0,869	
Multimedia4		0,762				0,819	
Multimedia5		0,609				0,843	
Multimedia6		0,568				0,848	
Multimedia7		0,694				0,831	
Actividades educativas							0,873
Activity1			0,713			0,848	
Activity2			0,743			0,846	
Activity3			0,716			0,850	
Activity4			0,561			0,864	
Activity6			0,635			0,858	
Activity7			0,587			0,863	
Activity8			0,687			0,854	
Activity9			0,529			0,873	
Interacción Social							0,916
Social1				0,672		0,935	
Social2				0,906		0,857	
Social3				0,805		0,892	
Social4				0,869		0,871	
Personalización							0,816

Personalization1	0,644	0,765
Personalization2	0,680	0,748
Personalization3	0,678	0,750
Personalization4	0,547	0,809

Tabla 4-6: *Coefficiente de fiabilidad* (α) de la subescala *usabilidad pedagógica*, de sus constructos y el *análisis de ítems* (iteración 2).

Ahora, como se puede observar, todas las correlaciones de los ítems que integran esta subescala son mayores que 0,35; el coeficiente *alfa* de cada uno de los constructos es mayor que 0,7; y *alfa* de la subescala es de 0,900. Con base en los criterios de George y Mallery (1995) podemos considerar esta subescala de medición como buena.

La Tabla 4-7 muestra el coeficiente de fiabilidad (α) de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*, de sus constructos, el *análisis de ítems* iniciales, y se indican qué ítems hay que eliminar para que aumente la fiabilidad (*α sin el ítem*).

Usabilidad de la Interfaz de usuario ($\alpha=0,751$)						
	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	α sin el ítem	α
Diseño						0,817
Design1	0,455				0,822	
Design2	0,592				0,785	
Design3	0,809				0,739	
Design4	0,597				0,784	
Design5	0,456				0,812	
Design6	0,622				0,778	
Navegación						0,699
Navigation1		0,349			0,679	
Navigation2		0,619			0,641	
Navigation3		0,378			0,675	
Navigation4		0,440			0,664	
Navigation5		0,236			0,693	
Navigation6		0,426			0,671	
Navigation7		0,612			0,644	
Navigation8		0,428			0,667	
Navigation9		-0,068			0,735	
Navigation10		0,599			0,635	
Navigation11		-0,041			0,727	
Navigation12		0,261			0,691	
Navigation13		0,065			0,715	
Customización						0,673
Customize1			0,385		0,639	
Customize2			0,498		0,607	
Customize3			0,401		0,634	

Customize4	-0,080	0,738
Customize5	0,609	0,575
Customize6	0,639	0,577
Customize7	0,228	0,672
Customize8	0,299	0,661
Retroalimentación		0,489
Feedback1	-0,453	0,703
Feedback2	0,382	0,377
Feedback3	0,490	0,317
Feedback4	0,216	0,461
Feedback5	0,193	0,467
Feedback6	0,424	0,354
Feedback7	0,577	0,521
Motivación		0,556
Motivation1	0,195	0,566
Motivation2	0,355	0,478
Motivation3	0,245	0,551
Motivation4	0,308	0,506
Motivation5	0,518	0,539

Tabla 4-7: *Análisis de ítems* iniciales y el coeficiente de fiabilidad (α) de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* y el de sus constructos.

Se puede observar que el coeficiente *alfa* del constructo *Navegación* (0,699) es menor que 0,70; que el de los ítems *Navegation9*, *Navegation11*, *Navegation12* y *Navegation13* es menor que 0,35; y que al eliminarlos la fiabilidad del constructo aumenta. Al analizar las preguntas correspondientes a estos ítems se concluyó que el ítem *Navegation8* puede sustituir a *Navegation9*; y *Navegation10* a *Navegation11*. *Navegation12* se eliminó por considerarse una característica que depende más de la conexión de red, y no tanto de la aplicación. *Navegation13* se eliminó por considerarse una característica recomendada pero no necesaria. El ítem *Navegation5* también tiene un valor menor que 0,35, pero al analizarlo se decidió mantenerlo porque es una cualidad importante de la usabilidad y porque al eliminarlo la fiabilidad del constructo disminuye.

En el caso del constructo *Customización* la fiabilidad también fue menor que 0,70, y las correlaciones de los ítems *Customize4* y *Customize7* fueron menores a 0,35. Por lo tanto, se analizaron y se decidió eliminar *Customize4* ya que se consideró que estaba mal planteado y, finalmente, se consideró innecesario. *Customize7* también se eliminó porque puede ser sustituido por la característica medida por el ítem *Customize6*.

Con respecto al constructo *Motivación* se observa que el coeficiente *alfa* es menor que 0,70, que el valor de la mayoría de sus ítems es menor que 0,35, y que al

eliminar ítems es imposible aumentar la fiabilidad. Se analizaron detalladamente los ítems correspondientes, y se identificó que las preguntas planteadas corresponden de alguna manera al constructo *Retroalimentación*. Por lo tanto, se optó por mover los ítems a este constructo y ver los nuevos resultados estadísticos. Los identificadores de los ítems *Motivation1*, *Motivation2*, *Motivation3*, *Motivation4* y *Motivation5* fueron renombrados por *Feedback8*, *Feedback9*, *Feedback10*, *Feedback11* y *Feedback12*, respectivamente.

La Tabla 4-8 muestra los nuevos coeficientes de fiabilidad (α) de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* y el *análisis de ítems* (iteración 2).

Usabilidad de la Interfaz de usuario						
	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	α sin el ítem	α
Diseño						0,817
Design1	0,455				0,822	
Design2	0,592				0,785	
Design3	0,809				0,739	
Design4	0,597				0,784	
Design5	0,456				0,812	
Design6	0,622				0,778	
Navegación						0,799
Navegation1		0,436			0,786	
Navegation2		0,642			0,759	
Navegation3		0,437			0,786	
Navegation4		0,566			0,768	
Navegation5		0,317			0,801	
Navegation6		0,482			0,781	
Navegation7		0,599			0,766	
Navegation8		0,386			0,793	
Navegation10		0,567			0,769	
Customización						0,741
Customize1			0,367		0,732	
Customize2			0,572		0,676	
Customize3			0,345		0,740	
Customize5			0,670		0,644	
Customize6			0,649		0,659	
Customize8			0,306		0,756	
Retroalimentación						0,589
Feedback1				-0,515	0,703	
Feedback2				0,508	0,509	
Feedback3				0,474	0,516	
Feedback4				0,204	0,577	
Feedback5				0,153	0,585	
Feedback6				0,401	0,533	

Feedback7	0,434	0,522
Feedback8	0,229	0,571
Feedback9	0,485	0,512
Feedback10	0,111	0,603
Feedback11	0,236	0,570
Feedback12	0,379	0,539

Tabla 4-8: *Coefficiente de fiabilidad (α) de la subescala usabilidad de la interfaz de usuario, el de sus constructos y el análisis de ítems (iteración 2).*

En esta iteración se observa que la fiabilidad del constructo *Retroalimentación* (0,589) es menor que 0,70 y que la de los ítems *Feedback1*, *Feedback4*, *Feedback5*, *Feedback8*, *Feedback10* y *Feedback11* es menor que 0,35; pero que al eliminar el ítem *Feedback1* aumenta significativamente la fiabilidad del constructo (0,703). Al analizar este ítem, se determinó que es una característica básica que se cumple en todas las aplicaciones desarrolladas hoy en día. Por lo tanto, se optó por eliminar este ítem y ver los nuevos valores de los ítems correspondientes. La Tabla 4-9 muestra los coeficientes de fiabilidad (α) de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* y el *análisis de ítems* (iteración 3).

Usabilidad de la Interfaz de usuario						
	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	α sin el ítem	α
Diseño						0,817
Design1	0,455				0,822	
Design2	0,592				0,785	
Design3	0,809				0,739	
Design4	0,597				0,784	
Design5	0,456				0,812	
Design6	0,622				0,778	
Navegación						0,799
Navegation1		0,436			0,786	
Navegation2		0,642			0,759	
Navegation3		0,437			0,786	
Navegation4		0,566			0,768	
Navegation5		0,317			0,801	
Navegation6		0,482			0,781	
Navegation7		0,599			0,766	
Navegation8		0,386			0,793	
Navegation10		0,567			0,769	
Customización						0,741
Customize1			0,367		0,732	
Customize2			0,572		0,676	
Customize3			0,345		0,740	
Customize5			0,670		0,644	

Customize6	0,649	0,659
Customize8	0,306	0,756
Retroalimentación		0,703
Feedback2	0,569	0,646
Feedback3	0,508	0,656
Feedback4	0,221	0,699
Feedback5	0,177	0,706
Feedback6	0,431	0,669
Feedback7	0,418	0,670
Feedback8	0,271	0,694
Feedback9	0,467	0,662
Feedback10	0,125	0,724
Feedback11	0,275	0,693
Feedback12	0,399	0,674

Tabla 4-9: *Coefficiente de fiabilidad* (α) de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* y el *análisis de ítems* (iteración 3).

En esta tercera iteración el valor de los ítems *Feedback4*, *Feedback5*, *Feedback8*, *Feedback10* y *Feedback11* continúa siendo menor que 0,35. Al analizar las preguntas planteadas en los ítems *Feedback4* y *Feedback5* se determinó que éstas pueden eliminarse, ya que dependen de respuestas afirmativas en otros constructos. Por ejemplo, *Feedback4* solo tiene sentido si se cumple el ítem *Personalization4*, y *Feedback5* si se cumple *Activity8*.

También se decidió eliminar el ítem *Feedback8*, *Feedback10* y *Feedback11*, porque la característica del ítem *Content6* puede sustituir a *Feedback10*. Igualmente, el ítem *Feedback9* puede suplantar las características de *Feedback8* y *Feedback11*.

La Tabla 4-10 muestra el *coeficiente de fiabilidad* (α) de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* y el *análisis de ítems* (iteración 4).

Usabilidad de la Interfaz de usuario ($\alpha=0,798$)						
	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	α sin el ítem	α
Diseño						0,817
Design1	0,455				0,822	
Design2	0,592				0,785	
Design3	0,809				0,739	
Design4	0,597				0,784	
Design5	0,456				0,812	
Design6	0,622				0,778	
Navegación						0,799
Navegation1		0,436			0,786	
Navegation2		0,642			0,759	

Navegation3	0,437	0,786
Navegation4	0,566	0,768
Navegation5	0,317	0,801
Navegation6	0,482	0,781
Navegation7	0,599	0,766
Navegation8	0,386	0,793
Navegation10	0,567	0,769
Customización		0,741
Customize1	0,367	0,732
Customize2	0,572	0,676
Customize3	0,345	0,740
Customize5	0,670	0,644
Customize6	0,649	0,659
Customize8	0,306	0,756
Retroalimentación		0,756
Feedback2	0,534	0,710
Feedback3	0,527	0,712
Feedback6	0,463	0,729
Feedback7	0,622	0,683
Feedback9	0,481	0,724
Feedback12	0,349	0,757

Tabla 4-10: Coeficiente de fiabilidad (α) de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*, el de sus constructos y el *análisis de ítems* (iteración 4).

En esta cuarta iteración se observa que el valor del ítem *Feedback12* es de 0,349, y que al eliminarlo la fiabilidad aumenta muy poco. Al revisar el ítem se determinó que es una característica muy recomendable y se decidió mantenerlo. Por otra parte, todos los ítem de los constructos de esta subescala son mayores que 0,35, el coeficiente *alfa* de los constructos es mayor que 0,7, y el *alfa* de la subescala queda en 0,798. Teniendo en cuenta los criterios de George and Mallery (1994) se puede considerar la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario* como aceptable.

Sin embargo, estos resultados no garantizan aún la *validez* del instrumento, es decir, que mide realmente lo que pretendemos o decimos que medimos. La validez requiere un tratamiento diferenciado y que se describe a continuación.

4.4. Validez del instrumento

La validez hace referencia al grado en que un instrumento o escala mide aquello que realmente pretende medir o sirve para el propósito para el que ha sido construido (Arribas, 2004). A este respecto, existen distintos tipos de validez que pueden

contrastarse (de aspecto, de contenido, de criterio y de constructo). En concreto, en esta investigación se analizará la *validez de contenido* y la *validez de constructo*, ya que son las de mayor interés y las más utilizadas para la evaluación de cuestionarios.

4.4.1. Validez de contenido

Según Alegre (2004) un *instrumento de medición* tiene *validez de contenido* si cumple con dos condiciones. La primera es que la generación de los constructos y los ítems que lo conforman hayan surgido de argumentaciones teóricas, escalas o estudios empíricos previos. La segunda se refiere a que la escala haya sido elaborada de acuerdo con procedimientos aceptados en la literatura.

En este sentido, la escala propuesta cumple con los dos criterios. En primer lugar, los ítems y constructos se sustentan en el riguroso procedimiento que se ha seguido para desarrollar el *framework* para la evaluación de aplicaciones *m-learning* propuesto, y descrito de forma detallada en el capítulo 3. Así, la revisión de la literatura realizada, en la que se consideran tanto aspectos teóricos, conceptuales como empíricos, sirve de garantía de dicha *validez de contenido*. En segundo lugar, la construcción de la escala siguió las fases propuestas de Morales (2011). Dichas fases se muestran en la Figura 4-1.



Figura 4-1: Fases en el proceso de construcción de una escala tipo Likert.

Fuente: Morales (2011)

La *fase de preparación* se refiere a la preparación del instrumento y a la posterior recolección de datos. Una vez obtenida la información de los cuestionarios cumplimentados se pasa a la *fase de análisis*. Los análisis indicados en la Figura 4-1 son

los típicos en la construcción de escalas de actitudes (análisis de ítems, fiabilidad, validez).

4.4.2. Validez del constructo

La *validez de constructo* evalúa el grado en que un instrumento refleja la teoría del concepto que mide (Arribas, 2004). Cook, Campbell, and Day (1979) afirman que la forma de medir un constructo es válida si los ítems seleccionados miden realmente lo que pretenden medir. Existen diferentes métodos para realizar este tipo de validez (ej. análisis factorial, matriz multirrasgo-multimétodo, modelado de ecuaciones estructurales, y *validez convergente* y discriminante, siendo la *validez convergente* y discriminante dos de los métodos más utilizados, y que tal vez se han ligado más estrechamente a la idea de *validez de constructo* (Joe F Hair, Sarstedt, Ringle, & Mena, 2012; Martínez-García & Martínez-Caro, 2009).

4.4.2.1 Validez convergente

Esta característica verifica que los ítems de las escalas estén significativamente y fuertemente correlacionados con los constructos a los que pertenecen (Campbell & Fiske, 1959). Según Hair Jr, Hult, Ringle, and Sarstedt (2013) entre los diferentes criterios para analizar la *validez convergente* se encuentra la *Varianza Extraída Promedio (AVE⁷)* y la *matriz de cargas factoriales* (los valores de esta matriz son los *coeficientes de correlación* de Pearson de los ítems y su propio constructo). En esta investigación se utilizó la *matriz de cargas factoriales*, ya que el AVE es más recomendado en modelos de ecuaciones estructurales. El *software* que se utilizó para obtener dichas correlaciones y verificar este tipo de validez fue *SmartPLS* para MAC en su versión 3.2.3.

En la Tabla 4-11 se muestra la *matriz de cargas factoriales* de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad pedagógica*. De acuerdo al criterio de Joseph F Hair and Suárez (1999), se recomienda que las correlaciones de estos ítems sean mayores que 0,4. En este sentido, se puede comprobar que este criterio se cumple para todos los ítems de esta subescala.

Usabilidad Pedagógica					
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción Social	Personalización
Content1	0,637				

⁷ En inglés, *Average Variance Extracted*.

Content2	0,779
Content3	0,626
Content4	0,699
Content6	0,665
Content9	0,714
Recursos multimedia	
Multimedia1	0,829
Multimedia2	0,814
Multimedia3	0,544
Multimedia4	0,866
Multimedia5	0,679
Multimedia6	0,614
Multimedia7	0,804
Actividades educativas	
Activity1	0,795
Activity2	0,793
Activity3	0,743
Activity4	0,624
Activity6	0,748
Activity7	0,681
Activity8	0,811
Activity9	0,682
Interacción Social	
Social1	0,814
Social2	0,946
Social3	0,880
Social4	0,933
Personalización	
Personalization1	0,704
Personalization2	0,852
Personalization3	0,773
Personalization4	0,827

Tabla 4-11: *Matriz de cargas factoriales* de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad pedagógica*.

En la Tabla 4-12 se muestra la *matriz de cargas factoriales* de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*. Se puede observar que todas las correlaciones de los ítems son mayores que 0,4, a excepción de *Navegation5*. Este indicador se analizó antes (al revisar la *consistencia interna* de los ítems de la escala), y se decidió mantenerlo porque es una cualidad importante de la usabilidad y porque al eliminarlo la fiabilidad del constructo disminuye.

Usabilidad de la Interfaz de usuario			
	Diseño	Navegación	Retroalimentación
Diseño			
Design1	0,637		
Design2	0,779		
Design3	0,626		
Design4	0,699		
Design5	0,665		
Design6	0,714		
Navegación			
Navegation1		0,492	
Navegation2		0,663	
Navegation3		0,575	
Navegation4		0,736	
Navegation5		0,355	
Navegation6		0,604	
Navegation7		0,741	
Navegation8		0,622	
Navegation10		0,702	
Customización			
Customize1			0,482
Customize2			0,822
Customize3			0,524
Customize5			0,807
Customize6			0,813
Customize8			0,453
Retroalimentación			
Feedback2			0,712
Feedback3			0,776
Feedback6			0,682
Feedback7			0,756
Feedback9			0,581
Feedback12			0,443

Tabla 4-12: *Matriz de cargas factoriales* de los ítems pertenecientes a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*.

4.4.2.2. Validez discriminante

Esta característica se puede aplicar en el caso de las escalas multi-dimensionales y viene expresada por el contraste entre los diferentes constructos que la componen. Si son realmente distintos los conceptos que la conforman, y al mismo tiempo están relacionados, se puede hablar de este tipo de validez (Lehmann, Gupta, & Steckel, 1998). Es necesario que cada ítem esté más correlacionado con su propio constructo y sea significativamente diferente del resto de los constructos a los cuales no pertenecen

(Campbell & Fiske, 1959; Martínez-García & Martínez-Caro, 2009).

Existen distintos métodos para analizar la *validez discriminante*. Esta investigación utilizó dos de ellos: comparación entre las correlaciones de los indicadores, y la comparación entre la varianza compartida y la varianza extraída. A continuación, se presentan cada uno de los resultados obtenidos, y que permiten afirmar que se cumple satisfactoriamente este tipo de validez.

4.4.2.2.1. Comparación entre las correlaciones de los indicadores

Este método se analizó a través de la *matriz de cargas factoriales cruzadas* (*cross-loadings*). Los valores de esta matriz representan los *coeficientes de correlación* de Pearson de los ítems y los otros constructos. Barclay et al. (1995) establecen como criterio que, al analizar las filas, un indicador no debería tener nunca una carga superior en otro constructo que no sea el que trata de medir y, al analizar las columnas, las cargas de los ítems de un determinado constructo deben ser mayores que los ítems de los otros constructos.

La Tabla 4-13 presenta la *matriz de cargas factoriales cruzadas*, en la cual se puede ver que todos los ítems tienen un *coeficiente de correlación* alto en sus propios constructos, en comparación con los otros constructos de la escala. Esto demuestra que la escala propuesta cumple satisfactoriamente con la *validez discriminante*.

4.4.2.2.2. Comparación entre la varianza compartida y la varianza extraída

Fornell y Lacker (1981) sugieren que cualquier constructo debería compartir más varianza con sus ítems que con los otros constructos de la escala. Por lo tanto, se calculan los *coeficientes de correlación* entre los constructos, así como las raíces cuadradas de las *Varianzas Extraídas Promedio* (AVE) de cada uno de ellos.

En la Tabla 4-14 se muestran los valores de las raíces cuadradas del AVE de cada constructo (elementos de la diagonal de la matriz) y los *coeficientes de correlación* con los otros constructos (elementos debajo de la diagonal). Para que se dé una adecuada *validez discriminante* es necesario que la raíz cuadrada del AVE de cada uno de sus constructos sea significativamente superior a las correlaciones entre los otros constructos (Fornell & Lacker, 1981). Además, para Bagozzi (1994) las correlaciones entre los distintos constructos no deben ser superiores a 0,8.

Como se puede observar, todos los constructos de la escala cumplen satisfactoriamente con los requisitos de la validez discriminante.

Matriz de cargas factoriales cruzadas									
	Subescala Usabilidad Pedagógica					Subescala Usabilidad de la interfaz de usuario			
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción social	Personalización	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación
Content1	0,637	0,038	0,339	0,131	-0,045	0,191	0,240	0,283	0,114
Content2	0,779	0,266	0,377	0,260	0,235	0,186	0,382	0,263	0,449
Content3	0,626	-0,017	0,494	0,294	0,424	-0,071	0,127	0,254	0,436
Content4	0,699	-0,056	0,357	0,141	0,053	0,119	0,192	0,174	0,339
Content6	0,665	0,084	0,283	0,423	0,236	0,154	0,213	0,437	0,266
Content9	0,714	0,159	0,396	0,514	0,249	0,006	0,287	0,359	0,583
Multimedia1	0,147	0,829	0,407	0,403	0,152	0,437	0,420	0,309	0,128
Multimedia2	0,069	0,814	0,060	0,181	-0,094	0,327	0,497	-0,004	-0,183
Multimedia3	0,263	0,544	0,136	0,175	-0,009	0,324	0,403	0,156	0,036
Multimedia4	0,052	0,866	0,134	0,188	0,009	0,590	0,578	0,032	-0,073
Multimedia5	-0,018	0,679	0,340	0,263	0,269	0,196	0,304	0,064	-0,135
Multimedia6	-0,078	0,614	0,088	0,121	-0,028	0,294	0,184	-0,243	-0,150
Multimedia7	0,187	0,804	0,142	0,140	-0,042	0,479	0,414	0,035	-0,011
Activity1	0,595	0,279	0,795	0,370	0,259	0,109	0,448	0,337	0,272
Activity2	0,427	0,087	0,793	0,223	0,240	0,171	0,325	0,276	0,136
Activity3	0,208	0,040	0,743	0,268	0,122	0,067	0,254	0,119	-0,042
Activity4	0,227	0,231	0,624	0,364	0,312	-0,086	0,211	-0,022	-0,056
Activity6	0,438	0,099	0,748	0,446	0,529	0,094	0,313	0,330	0,116
Activity7	0,339	0,174	0,681	0,230	0,353	0,163	0,381	0,158	0,213

Tabla 4-13: Coeficientes de correlación de los ítems y los constructos de la escala (matriz de cargas factoriales cruzadas).

Matriz de cargas factoriales cruzadas										
	Subescala Usabilidad Pedagógica					Subescala Usabilidad de la interfaz de usuario				
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción social	Personalización	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	
Activity8	0,507	0,310	0,811	0,562	0,441	0,373	0,494	0,455	0,196	
Activity9	0,294	0,204	0,682	0,610	0,537	0,195	0,107	0,377	0,194	
Social1	0,427	0,282	0,518	0,814	0,477	0,136	0,312	0,327	0,270	
Social2	0,371	0,254	0,508	0,946	0,529	0,042	0,186	0,319	0,237	
Social3	0,385	0,224	0,477	0,880	0,504	0,052	0,163	0,333	0,113	
Social4	0,477	0,287	0,483	0,933	0,675	0,053	0,227	0,442	0,262	
Personalization1	0,101	-0,094	0,193	0,260	0,704	-0,132	0,028	0,067	-0,338	
Personalization2	0,277	-0,064	0,477	0,560	0,852	-0,119	-0,003	0,441	0,056	
Personalization3	0,258	0,024	0,274	0,344	0,773	0,096	0,246	0,044	0,000	
Personalization4	0,297	0,201	0,494	0,609	0,827	-0,013	0,188	0,307	0,229	
Design1	0,090	0,614	0,343	0,244	-0,040	0,719	0,417	0,160	0,044	
Design2	-0,072	0,361	-0,035	0,022	-0,105	0,699	0,191	-0,040	-0,209	
Design3	0,100	0,363	0,055	0,066	-0,037	0,864	0,282	0,059	-0,084	
Design4	0,224	0,270	0,187	-0,044	-0,121	0,726	0,391	-0,072	-0,023	
Design5	0,019	0,271	-0,086	-0,237	-0,098	0,568	0,421	-0,065	0,034	
Design6	0,107	0,245	0,252	0,106	0,152	0,743	0,336	0,235	0,175	
Navigation1	-0,097	0,488	0,049	0,010	-0,172	0,350	0,492	0,008	-0,259	
Navigation2	-0,051	0,377	0,034	-0,065	-0,252	0,349	0,663	-0,090	-0,180	
Navigation3	0,209	0,310	0,159	0,082	-0,002	0,504	0,575	-0,131	0,003	

Tabla 4-13 (Cont.): Coeficientes de correlación de los ítems y los constructos de la escala (*matriz de cargas factoriales cruzadas*).

Matriz de cargas factoriales cruzadas									
	Subescala Usabilidad Pedagógica					Subescala Usabilidad de la interfaz de usuario			
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción social	Personalización	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación
Navigation4	0,367	0,530	0,520	0,307	0,175	0,291	0,736	-0,043	0,065
Navigation5	-0,105	0,263	0,020	-0,065	0,010	0,298	0,355	0,171	0,004
Navigation6	0,255	0,242	0,081	0,214	0,307	0,191	0,604	0,101	0,165
Navigation7	0,343	0,395	0,338	0,327	0,290	0,140	0,741	0,123	0,042
Navigation8	0,453	0,130	0,517	0,240	0,265	0,191	0,622	-0,004	0,032
Navigation10	0,165	0,398	0,322	0,039	-0,092	0,522	0,702	-0,070	-0,053
Customize1	0,019	-0,064	0,209	0,306	0,203	-0,116	-0,226	0,482	0,003
Customize2	0,383	0,215	0,392	0,513	0,328	0,114	0,083	0,822	0,456
Customize3	0,424	-0,003	0,283	0,010	0,204	-0,032	-0,046	0,524	0,253
Customize5	0,244	0,026	0,155	0,208	0,074	-0,070	0,023	0,807	0,251
Customize6	0,323	0,138	0,276	0,252	0,241	0,224	-0,019	0,813	0,264
Customize8	0,209	-0,105	0,150	0,163	0,220	0,076	0,001	0,453	0,200
Feedback2	0,358	-0,069	0,114	0,210	0,105	0,128	0,036	0,353	0,712
Feedback3	0,575	0,123	0,327	0,339	0,084	0,021	0,143	0,257	0,776
Feedback6	0,410	-0,278	0,053	0,156	0,002	-0,083	-0,258	0,399	0,682
Feedback7	0,309	-0,167	-0,033	0,134	0,023	-0,039	0,036	0,198	0,756
Feedback9	0,232	-0,008	0,147	-0,080	0,109	-0,111	-0,121	0,275	0,581
Feedback12	0,256	0,296	0,135	0,056	-0,088	0,097	0,168	0,083	0,443

Tabla 4-13 (Cont.): Coeficientes de correlación de los ítems y los constructos de la escala (matriz de cargas factoriales cruzadas).

Criterio de Fornell-Larcker (*)									
	Subescala Usabilidad Pedagógica					Subescala Usabilidad de la interfaz de usuario			
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción social	Personalización	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación
Contenido	0,689								
Recursos Multimedia	0,137	0,745							
Actividades educativas	0,550	0,262	0,737						
Interacción Social	0,468	0,295	0,555	0,895					
Personalización	0,320	0,053	0,506	0,617	0,791				
Diseño	0,123	0,531	0,220	0,080	-0,051	0,725			
Navegación	0,356	0,563	0,449	0,251	0,144	0,489	0,621		
Customización	0,440	0,107	0,395	0,401	0,336	0,090	-0,006	0,671	
Retroalimentación	0,573	-0,050	0,208	0,251	0,074	0,006	-0,005	0,412	0,668

(*) Para que la validez discriminante se cumpla los valores de la diagonal (raíz cuadrada del AVE de un constructo) deben ser mayores que los valores debajo de la diagonal (correlaciones entre constructos)

Tabla 4-14: Coeficientes de correlación entre los constructos de la escala y las raíces cuadradas de las varianzas extraídas promedio (AVE) de cada constructo.

4.5 Estructura definitiva del cuestionario CECAM

Como resultado del *análisis de fiabilidad y validez* del cuestionario preliminar de CECAM (integrado por 72 ítems y un *alfa* inicial de 0,900) se obtuvo una escala con 56 ítems y un coeficiente de fiabilidad *alfa* de 0,911 (Tabla 4-15). En base a los criterios de George y Mallery (1995) se puede considerar el cuestionario CECAM como una escala de medición excelente. De las dos subescalas, una de ellas se podría calificar como excelente –*usabilidad pedagógica* (0,900)– y la otra como aceptable –*usabilidad de la interfaz de usuario* (0,798). De los nueve constructos resultantes, cuatro de ellos se podrían calificar como aceptables –*Contenido* (0,769), *Navegación* (0,799), *Customización* (0,741) y *Retroalimentación* (0,756), otros tres como buenos –*Recursos multimedia* (0,859), *Actividades educativas* (0,873) y *Diseño* (0,817)– y uno como excelente –*Interacción Social* (0,916).

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,911	56

Tabla 4-15: Resultado final del análisis de fiabilidad del cuestionario CECAM.

En la Tabla 4-16 se muestra la estructura final del cuestionario CECAM, el cual se redujo a 56 ítems.

CUESTIONARIO CECAM	SUBESCALAS	CONSTRUCTOS O FACTORES
EVALUACIÓN DE LA USABILIDAD DE APLICACIONES M-LEARNING	Usabilidad Pedagógica (29 ítems)	Contenido (6 ítems)
		Recursos multimedia (7 ítems)
		Actividades educativas (8 ítems)
		Interacción social (4 ítems)
		Personalización (4 ítems)
	Usabilidad de la Interfaz de Usuario (27 ítems)	Diseño de la interfaz (6 ítems)
		Navegación (9 ítems)
		Customización (6 ítems)
		Retroalimentación (6 ítems)

Tabla 4-16: Sub-escalas, constructos y número de ítems del cuestionario final.

En la Tabla 4-17 se presentan los ítems finales que pertenecen a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad pedagógica*.

Usabilidad Pedagógica	
Contenido	
Id	Ítem
Content1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.
Content2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.
Content3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.
Content4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.
Content5	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).
Content6	Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.
Recursos multimedia	
Id	Ítem
Multimedia1	Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.
Multimedia2	Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.
Multimedia3	Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.
Multimedia4	Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.
Multimedia5	Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.
Multimedia6	Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.
Multimedia7	Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.
Actividades educativas	
Id	Ítem
Activity1	Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).
Activity2	Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.
Activity3	Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.
Activity4	Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.
Activity5	Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.
Activity6	Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).
Activity7	Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).
Activity8	En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).
Interacción Social	
Id	Ítem
Social1	Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.
Social2	La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).
Social3	La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).
Social4	El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).

Personalización	
Id	Ítem
Personalization1	La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.
Personalization2	La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.
Personalization3	La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.
Personalization4	La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio. (Ej. Minutos diarios o semanales).

Tabla 4-17: Descripción de los ítems finales de la subescala *usabilidad pedagógica*.

En la Tabla 4-18 se presentan los ítems finales que pertenecen a cada uno de los constructos de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*.

Usabilidad de la Interfaz de usuario	
Diseño de la interfaz	
Id	Ítem
Design1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.
Design2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.
Design3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).
Design4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).
Design5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.
Design6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación)
Navegación	
Id	Ítem
Navegation1	El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.
Navegation2	La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).
Navegation3	El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.
Navegation4	La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).
Navegation5	La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.
Navegation6	La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.
Navegation7	Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).
Navegation8	La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.
Navegation9	La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.
Customización	
Id	Ítem
Customize1	La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.
Customize2	La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).

Customize3	La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fáciles de encontrar.
Customize4	La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.
Customize5	La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).
Customize6	La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).
Retroalimentación	
Id	Ítem
Feedback1	La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).
Feedback2	La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar).
Feedback3	Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.
Feedback4	La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).
Feedback5	La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.
Feedback6	La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).

Tabla 4-18: Descripción de los ítems finales de la subescala *usabilidad de la interfaz de usuario*.

El diseño del cuestionario definitivo se presenta en el apéndice E. A continuación, se describe la *herramienta software* desarrollada para dar soporte a la aplicación del cuestionario CECAM.

4.6. Herramienta de soporte

En esta sección se presenta la *herramienta software* que ha sido desarrollada para facilitar la aplicación del cuestionario CECAM y mostrar los resultados obtenidos de una manera gráfica. Se describen las principales características del diseño y se presenta una experiencia de uso de dicha herramienta para evaluar diferentes aplicaciones *m-learning*. Dichas evaluaciones se han realizado por grupos de estudiantes de diferentes países (principalmente de España y México), que utilizaron las aplicaciones por un periodo aproximado de tres semanas y, posteriormente, utilizaron la herramienta para evaluarla. En el apéndice F se describe detalladamente la funcionalidad de la herramienta desarrollada.

4.6.1 Una aproximación para la representación gráfica de la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*

El objetivo de la *herramienta software* es: (1) facilitar la aplicación del cuestionario CECAM; (2) obtener los resultados de los cuestionarios cumplimentados; y (3) permitir realizar un análisis de cada uno de los factores y criterios; representando o expresando los resultados mediante diferentes representaciones gráficas y estadísticas. La evaluación *cuantitativa* de la *usabilidad*, ya sea *pedagógica* o de la *interfaz de usuario*, se puede realizar gracias a las características o criterios del *framework* MoLEF, y esto nos permitirá identificar oportunidades para mejorar la usabilidad de este tipo de aplicaciones. El rango de valores para cada uno de los criterios de evaluación será de 0 a 5. La referencia cualitativa para cada una de las puntuaciones que se puedan obtener en un criterio se presenta en la Tabla 4-19.

Calificación	Referencia cualitativa
4,5 - 5,0	Excelente cumplimiento
3,5 - 4,49	Buen cumplimiento
2,5 - 3,49	Cumplimiento medio
1,5 - 2,49	Cumplimiento deficiente
0 - 1,49	Cumplimiento muy deficiente

Tabla 4-19: Referencias de puntuación en las evaluaciones.

La herramienta implementada ya incorpora las preguntas incluidas en el cuestionario CECAM, por tanto, permite poner valor a cada uno de los criterios de los factores del *framework* MoLEF. Debido a la existencia de varios factores, para representar la *usabilidad* de una forma sencilla y visual, se ha optado por elegir una representación en forma de polígono de n-vértices, en el que cada vértice representa cada uno de los factores, obteniéndose su valor *cuantitativo* correspondiente a la superficie obtenida para cada polígono. A este tipo de representación se le conoce como “*gráfico radial*”, “*gráfico de radar*” o “*gráfico de araña*”, entre otros nombres. Un ejemplo de este tipo de representación se puede ver en la Figura 4-2.

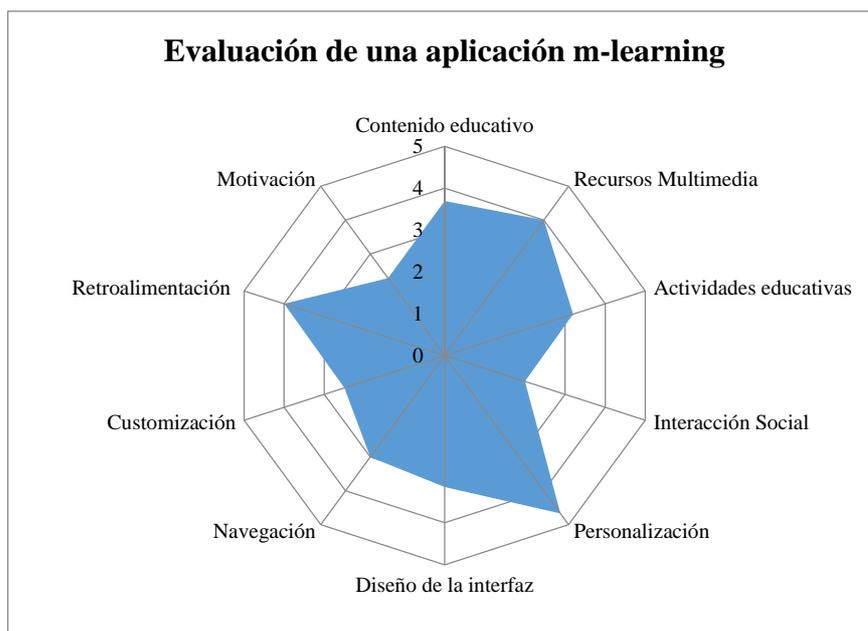


Figura 4-2: Ejemplo de representación de la usabilidad de las aplicaciones *m-learning* expresada por factores.

También es posible analizar y visualizar en qué grado se cumple cada uno de los criterios pertenecientes a un factor determinado. Por ejemplo, la Figura 4-3 muestra el análisis del factor *recursos multimedia*, donde *P1*, *P2*, *P3*, *P4*, *P5* y *P6* representan cada uno de los criterios que definen dicho factor.

Por lo tanto, estas representaciones gráficas nos permiten identificar los factores y los criterios que debemos mejorar para incrementar la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*. Creemos pues, que la representación en forma de “radar” resulta lo bastante sencilla como para que los usuarios que realicen la evaluación puedan, a simple vista, sacar conclusiones válidas sobre ella.

Frecuentemente, estos tipos de representación se utilizan para observar de manera gráfica el desempeño de una persona, servicio o producto; para conocer los niveles de satisfacción de clientes o usuarios; para evaluar la calidad de los sistemas *software*; o para comparar datos establecidos. Todo esto considerando un conjunto de métricas o atributos. Así, por ejemplo, Sánchez (2010) utilizó este mismo tipo de diagramas para representar de manera cualitativa la *jugabilidad* de un videojuego. Kaczynski, Wood, and Harding (2008) los utilizaron para indicar y comparar el grado en el cual una universidad implementa un enfoque de *aprendizaje combinado (b-learning)*⁸.

⁸ El término *b-learning (blended learning)* hace referencia a la combinación de la educación presencial y la educación en línea.

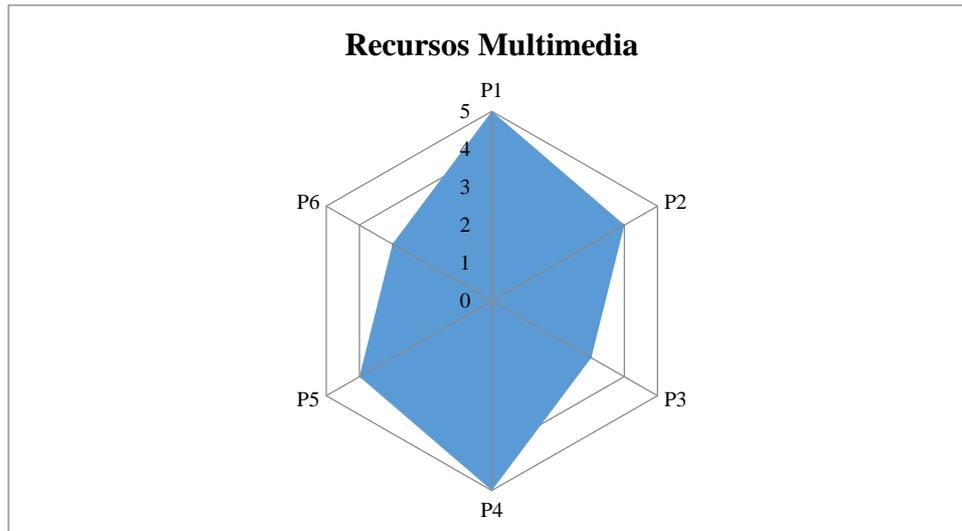


Figura 4-3: Ejemplo de representación del grado de cumplimiento de los criterios de un factor específico (en este caso *Recursos Multimedia*).

A continuación se presentan algunos ejemplos de uso de la *herramienta software* que ha sido desarrollada.

4.6.2. Ejemplos de evaluación de la usabilidad de aplicaciones *m-learning*

En esta sección se muestra la utilización de la herramienta para evaluar la usabilidad de tres aplicaciones *m-learning* comerciales. Esta experiencia se realizó con alumnos de grado de la Universidad Autónoma de Baja California México (UABC) y la Universidad de Castilla La-Mancha (UCLM).

Antes de pasar a presentar los resultados de las evaluaciones, se muestra el aspecto de las distintas pantallas que se mostraron a los encuestados y que les permitieron contestar el cuestionario (Figura 4-4 y Figura 4-5).

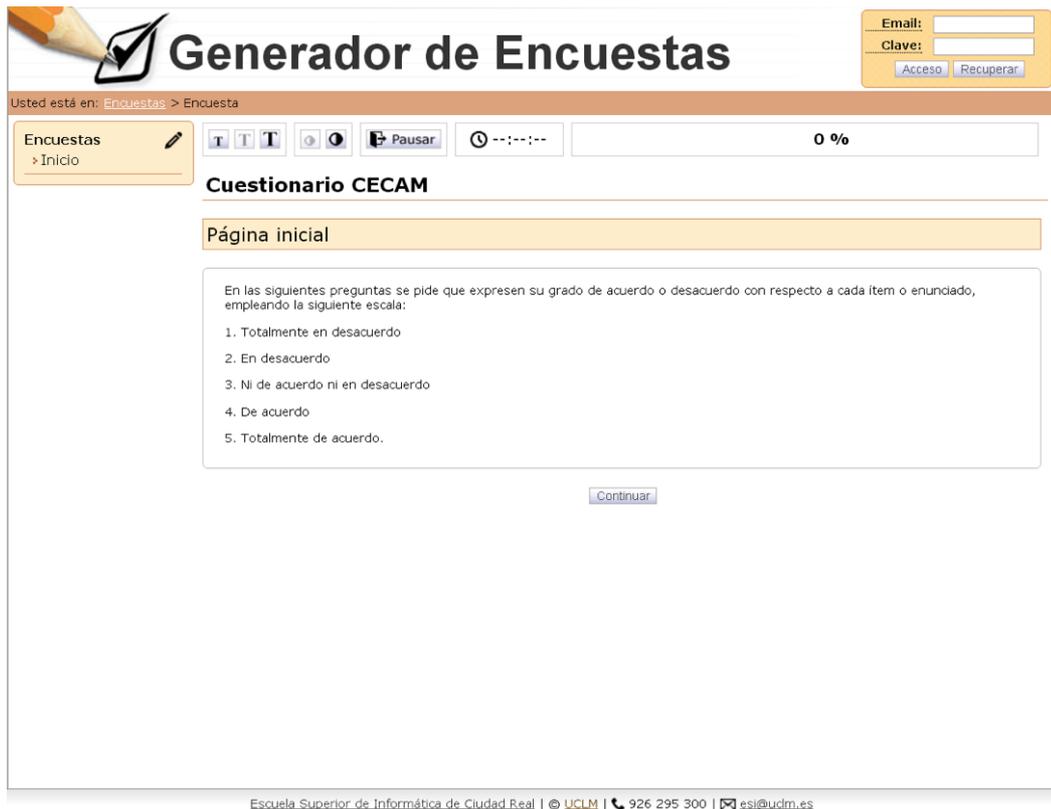


Figura 4-4: Pantalla inicial mostrada al encuestado que realizará la evaluación.

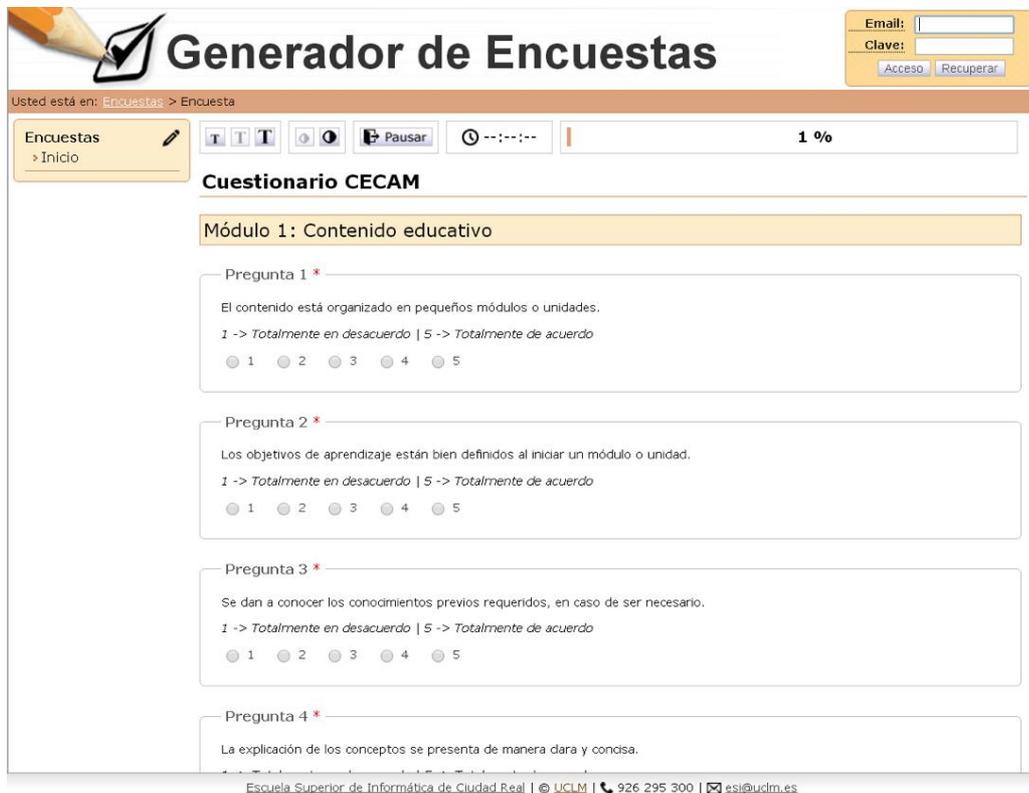


Figura 4-5: Ejemplo de visualización del cuestionario CECAM en la herramienta.

4.6.2.1. Evaluación de la aplicación *m-learning* “*Learn JavaScript*”

Un grupo de 11 alumnos de Grado en Informática de la UABC, de la asignatura de “Desarrollo de aplicaciones multimedia”, utilizaron la aplicación *m-learning* “*Learn JavaScript*”. Esta es una aplicación gratuita en *Google Play* y *App Store*, disponible para dispositivos tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android* o *iOS*. El objetivo de la *app*⁹ es de dar a conocer los fundamentos básicos del lenguaje *JavaScript*. Los estudiantes utilizaron dicha aplicación por un periodo de tres semanas, y posteriormente utilizaron la herramienta para evaluarla. El perfil de los participantes correspondía a alumnos, de entre 19 y 30 años de edad, de los que la mayoría eran varones (55%).

La Figura 4-6 muestra los resultados de la evaluación general de esta aplicación, en la cual se indican las puntuaciones por módulo, a través de gráficos de barras y de tipo radar. Se puede observar que el valor medio de todos los módulos pertenece al rango de buen cumplimiento, lo cual indica que dicha aplicación presenta una buena usabilidad.

⁹ *App* es una aplicación de software que se instala en dispositivos móviles o *tablets* para ayudar al usuario en una labor concreta, ya sea de carácter profesional o de ocio y entretenimiento, a diferencia de una aplicación web que no es instalable.

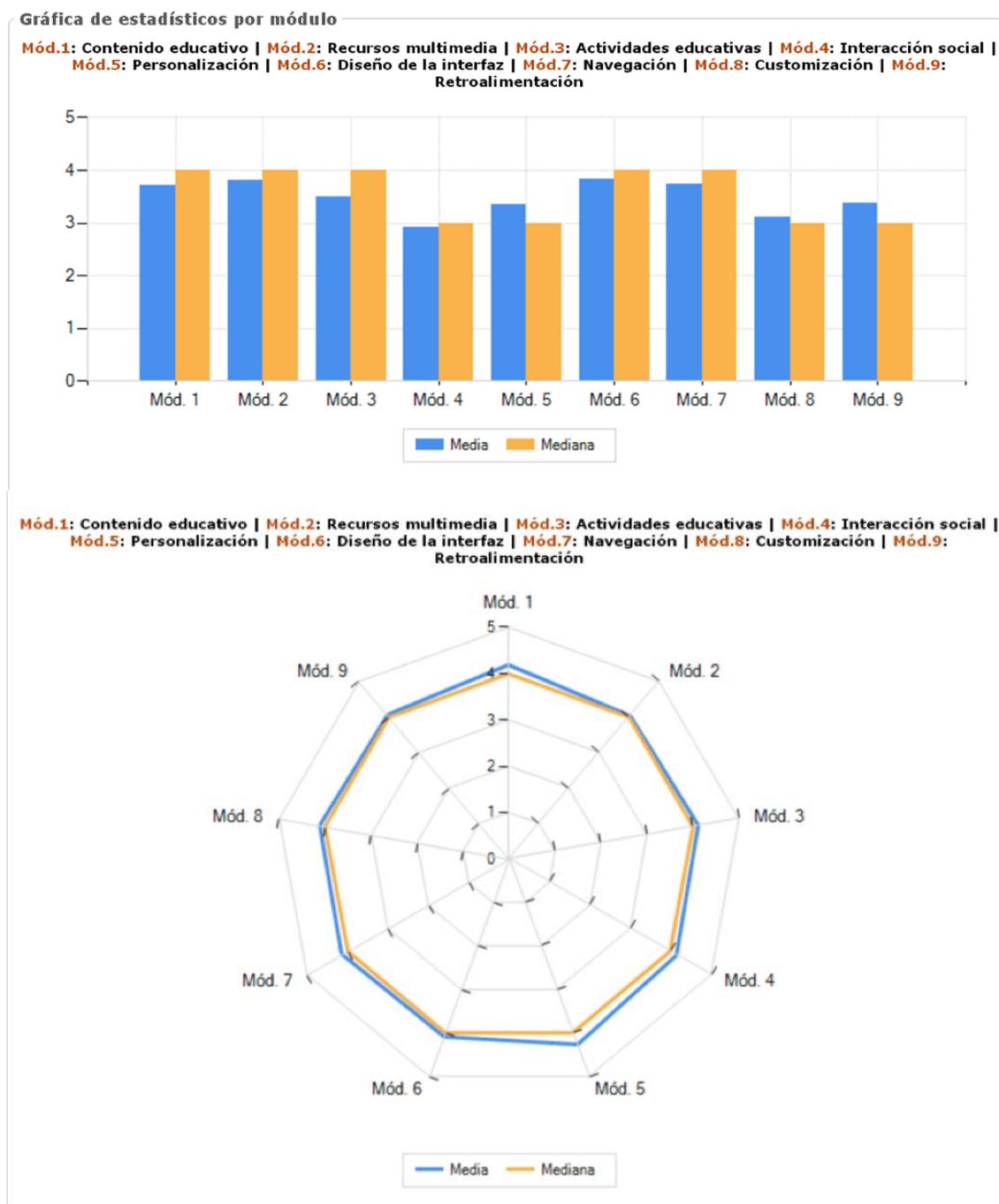


Figura 4-6: Resultados de la evaluación de la aplicación “*Learn JavaScript*” con las puntuaciones por módulo.

En el apéndice G se presenta el análisis completo de la evaluación de dicha aplicación. En dicho análisis se presentan los resultados estadísticos y gráficos, por módulos independientes.

4.6.2.2. Evaluación de la aplicación “Fundamentos básicos del lenguaje Java”

En una segunda evaluación participaron 35 alumnos de Grado en Ingeniería en Informática de la UABC (unidad Tijuana), de la asignatura “Programación Orientada a Objetos”. En este caso los participantes utilizaron un curso *online* gratuito de la plataforma *Udemy* (disponible para dispositivos tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android* o *iOS*), que tiene como objetivo dar a conocer los fundamentos básicos del lenguaje Java. Los estudiantes utilizaron el curso por un periodo de tres semanas y posteriormente utilizaron la herramienta para evaluarlo. El perfil de los participantes correspondía a alumnos, de entre 18 y 26 años de edad, de los que la mayoría eran varones (86%).

La Figura 4-7 muestra los resultados de la evaluación general de esta aplicación, en la cual se indican las puntuaciones por módulo a través de gráficos de barras y de tipo radar. Se puede observar que el valor medio del módulo 1 (contenido educativo), módulo 2 (recursos multimedia), módulo 3 (actividades educativas), módulo 6 (diseño de la interfaz) y módulo 7 (navegación) se consideran pertenecientes al rango de buen cumplimiento; y el del módulo 4 (interacción social), módulo 5 (personalización), módulo 8 (customización) y módulo 9 (retroalimentación) al rango de cumplimiento medio.

En el apéndice H se presenta el análisis completo de la evaluación de dicho curso. En dicho análisis se presentan los resultados estadísticos y gráficas por módulos independientes, gracias a los cuales podemos identificar las características que son mejorables de cara a mejorar la usabilidad de la aplicación evaluada. Así, por ejemplo, para mejorar el aspecto pedagógico relativo a la interacción social, se podrían incluir actividades colaborativas, tales como, desarrollar proyectos o trabajos en grupo. También se podrían incluir mecanismos para que los estudiantes se comuniquen con sus compañeros o profesores, con el fin de resolver dudas sobre los contenidos.

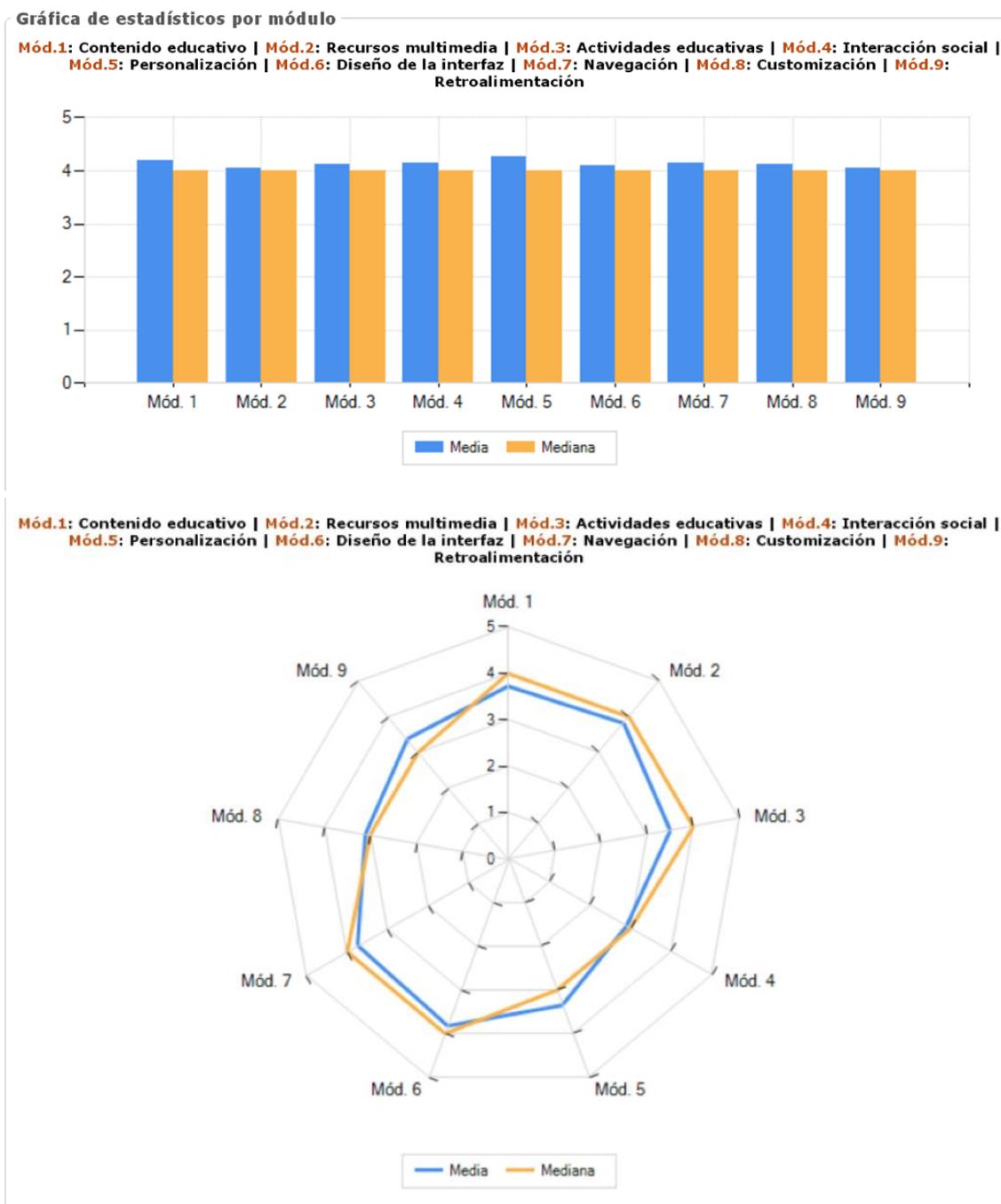


Figura 4-7: Resultados de la evaluación de la aplicación “Fundamentos básicos del lenguaje Java” con las puntuaciones por módulo.

4.6.2.3. Evaluación de la aplicación *m-learning* “Learn Java-Free”

Un tercer grupo de 34 alumnos de Grado en Ingeniería Informática de la UCLM, de la asignatura de “Fundamentos de programación I”, utilizaron la aplicación *m-learning* “Learn Java-Free”. Esta es una aplicación gratuita en *Google Play*, y

disponible para dispositivos tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android*. El objetivo de la *app* es de dar a conocer los fundamentos básicos del lenguaje *Java*. Los estudiantes utilizaron el curso por un periodo de tres semanas, y posteriormente utilizaron la herramienta para evaluarlo. El perfil de los participantes correspondía a alumnos, de entre 17 y 21 años de edad, de los que la mayoría eran varones (91%).

La Figura 4-8 muestra los resultados de la evaluación general de esta aplicación, en la cual se indican las puntuaciones por módulo a través de gráficos de barras y de tipo radar. Se puede observar que el valor medio del módulo 1 (contenido educativo), módulo 6 (diseño de la interfaz) y módulo 7 (navegación) pertenece al rango de buen cumplimiento; el del módulo 2 (recursos multimedia), módulo 3 (actividades educativas), módulo 5 (personalización) y módulo 9 (retroalimentación) al rango de cumplimiento medio; y el del módulo 4 (interacción social) y módulo 8 (customización) al rango de cumplimiento deficiente.

En el apéndice I se presenta el análisis completo de la evaluación de dicha aplicación. En dicho análisis se presentan los resultados estadísticos y gráficos de las preguntas correspondientes a cada módulo. Estos resultados permiten identificar qué características son mejorables para aumentar la usabilidad de la aplicación evaluada. Por ejemplo, para mejorar la *usabilidad pedagógica* de la aplicación, se podrían incluir recursos multimedia relacionados con los objetivos de aprendizaje (ej. videos, audios, entre otros). Para mejorar el aspecto que está relacionado con la interacción social, se podrían incluir actividades colaborativas, tales como desarrollar proyectos o trabajos en grupo; o incluir mecanismos para que los estudiantes se comuniquen con sus compañeros o profesores. Para mejorar aspectos relacionados con la *usabilidad de la interfaz de usuario*, se podrían incluir nuevas funcionalidades a la aplicación. Por ejemplo, para mejorar el módulo de *customización*, se podrían incluir funciones para que el estudiante personalice la aplicación, tales como cambiar el tamaño de la letra, el color de fondo de la pantalla, o poder subrayar o resaltar texto.

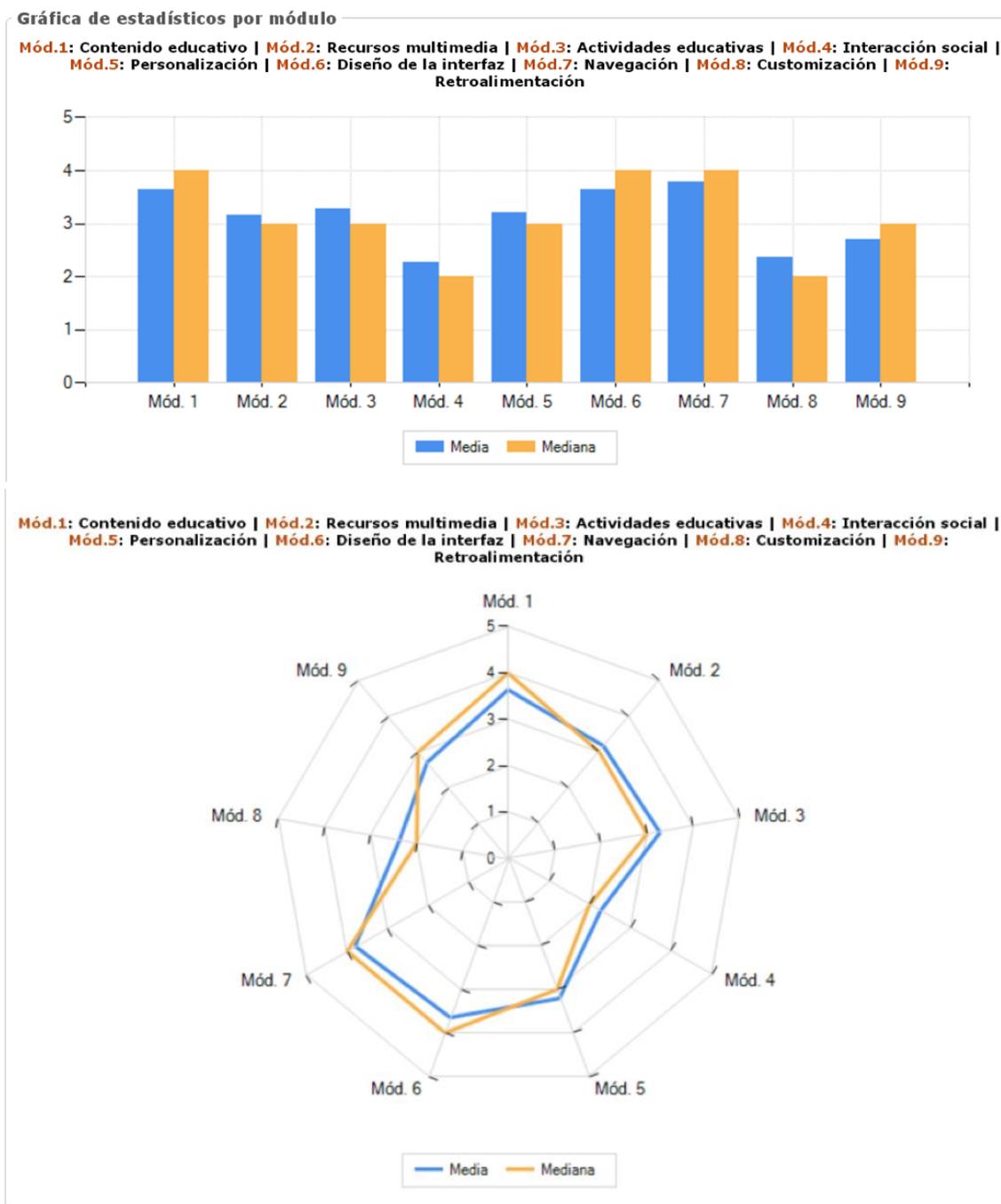


Figura 4-8: Resultados de la evaluación de la aplicación “*Learn Java-Free*” con las puntuaciones por módulo.

4.7. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se describieron las actividades realizadas para desarrollar y validar un *instrumento de medición* que permite evaluar aplicaciones *m-learning*.

Concretamente, se decidió elaborar un cuestionario, ya que es el instrumento más utilizado para recolectar datos. Este cuestionario (al que hemos denominado CECAM) contiene preguntas que están relacionadas con los elementos del *framework de evaluación* descrito en el capítulo 3. Por lo tanto, incluye ítems que permiten evaluar la *usabilidad pedagógica* y la *usabilidad de la interfaz* de las aplicaciones *m-learning*. Inicialmente, la versión preliminar del cuestionario estaba compuesta por un total de 72 preguntas, pero una vez aplicados los métodos estadísticos que permiten obtener un instrumento válido y fiable, se redujo a un total de 56 ítems.

También se presentó una *herramienta software* que permite evaluar la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*, la cual integra la versión final del cuestionario CECAM. El objetivo de dicha herramienta es soportar y facilitar la cumplimentación del cuestionario, analizar los resultados, y obtener resultados gráficos y estadísticos de manera automática. Finalmente, se presenta la evaluación de tres aplicaciones *m-learning* comerciales, con el objetivo de poner a prueba la herramienta desarrollada.

En el siguiente capítulo se presenta una propuesta de modelo para diseñar y evaluar aplicaciones *m-learning*, el cual considera los elementos de *framework* MoLEF en distintas etapas del proceso de desarrollo de este tipo de aplicaciones.

Capítulo 5. Modelo de Diseño de Aplicaciones *m-Learning* Centradas en el Estudiante

5.1. Introducción

El objetivo del presente capítulo es proponer y mostrar cómo aplicar un modelo, basado en MoLEF y CECAM, para diseñar aplicaciones *m-learning* centradas en los aprendices. Para ello, en primer lugar se describe una metodología para diseñar sistemas interactivos centrados en el usuario, que ha sido tomada como referencia y adaptada específicamente para desarrollar aplicaciones *m-learning*. Dicho modelo debe proporcionar a los desarrolladores de *software* procedimientos que les guíen a la hora de diseñar, implementar y evaluar este tipo de aplicaciones, considerando las características o criterios establecidos en el *framework* propuesto en el capítulo 3.

5.2. Metodología de diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario se caracteriza por asumir que todo el proceso de diseño y desarrollo de un sistema debe estar conducido por el usuario que hará uso del mismo, para que se tomen en cuenta sus necesidades, características y objetivos a lo largo de las fases del ciclo de desarrollo del *software*.

Granollers i Saltiveri (2004) propuso una metodología para el diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario. El objetivo era integrar el modelo de proceso de sistemas interactivos de la Ingeniería del Software con la Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad. En la Figura 5-1 se presenta el modelo de proceso resultado de su investigación, y al que denominó *Modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad* (MPIu+a). Dicho proceso consta de las siguientes fases:

- **Análisis de requisitos.** Es necesario analizar y detallar los requisitos de un sistema interactivo, y definir sus funcionalidades considerando aspectos de usabilidad y

accesibilidad. Esto se debe hacer de forma sistemática desde la fase inicial del proceso. Una vez que se realiza este análisis, los resultados obtenidos influyen directamente en las actividades y en la definición de perfiles y roles de los usuarios, así como en la creación de objetivos y, sobre todo, constituyen una forma para realizar un correcto análisis contextual de las tareas.

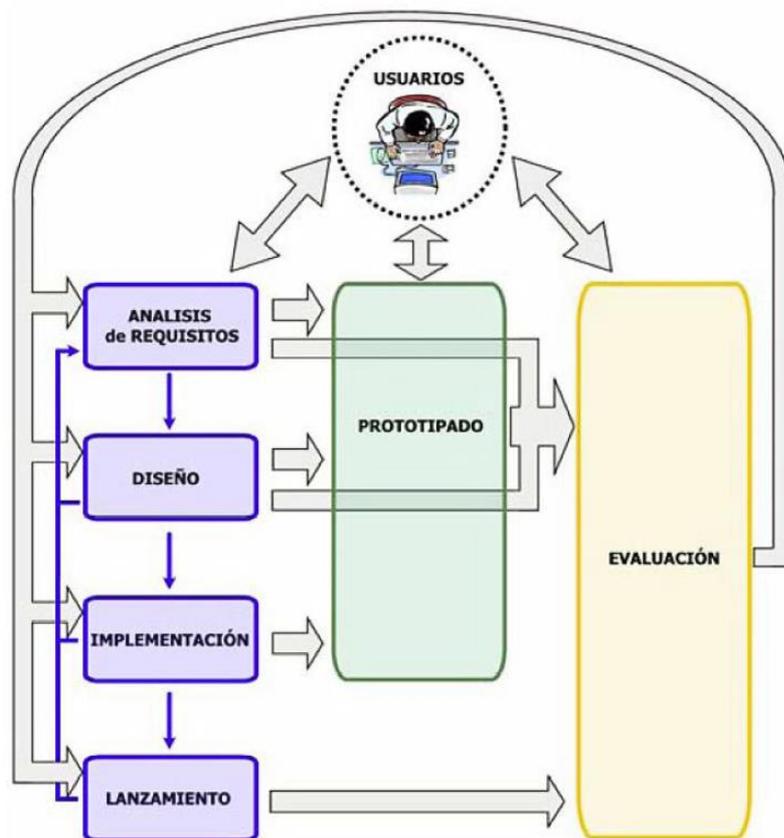


Figura 5-1: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la accesibilidad.

Fuente: Granollers i Saltiveri (2004)

- **Diseño.** Durante el proceso de diseño es necesario crear prototipos para mostrar las tareas que los usuarios efectuarán, con el fin de evaluar y elegir los elementos que serán utilizados para la interacción. El objetivo es representar lo que un usuario visualizará en su pantalla para comprobar si la usabilidad es correcta, antes de pasar a la etapa de implementación. En esta fase, hay dos actividades principales: el *diseño de la actividad* y el *diseño de la información*. La primera hace referencia a los aspectos funcionales, tecnológicos e interactivos; y la segunda al lenguaje utilizado, consistencia, coherencia y la disposición de los elementos de la interfaz.
- **Implementación.** Esta fase también es conocida como etapa de codificación, ya que abarca todo el proceso de escritura del código necesario para desarrollar un sistema, que cumpla con los requisitos establecidos y el diseño definido en la etapa anterior.

Es importante hacer prototipos para presentárselos a los usuarios y así identificar problemas de usabilidad en etapas iniciales de implementación.

- **Lanzamiento.** En esta fase es en la que se ven concretadas con mayor o menor detalle las expectativas puestas en el producto. Sin embargo, el éxito del sistema dependerá de dos factores:
 - Que usuario esté satisfecho con el uso del producto. Para ello, es importante que el sistema esté libre de errores, que sea fácil de usar y que las funciones sean fácil de recordar.
 - Que se cumplan todos los objetivos del sistema.

Al utilizar MPIu+a se garantiza que estos dos aspectos se cumplan, ya que el diseño se hace basado en el usuario, es decir, éste participa en todas las fases de desarrollo del sistema. Para ello es necesario incorporar la siguientes fases en el proceso de desarrollo del sistema interactivo:

- **Prototipado.** El prototipado es la implementación de una parte de la aplicación que se crea para analizar o simular distintos aspectos del sistema durante las fases de desarrollo. El objetivo de esta fase es obtener retroalimentación por parte de los usuarios cuando utilizan los prototipos, y si es necesario, refinar los requisitos del *software* que se desarrollará.
- **Evaluación.** Durante la fase de evaluación se verifica el cumplimiento de los requisitos establecidos por el usuario, a través de técnicas que analizan la usabilidad o accesibilidad. Esta evaluación se realiza en todas las fases de desarrollo y se incluyen a usuarios y evaluadores expertos, con el fin de garantizar que el producto cumpla con las expectativas de estos usuarios. Los objetivos principales de la evaluación son: comprobar la funcionalidad del sistema, encontrar problemas de usabilidad en la *interfaz de usuario* e identificar posibles errores en el sistema.

En la siguiente sección se presenta una propuesta de metodología de desarrollo de *software*, basada en la metodología de Granollers, pero que ha sido adaptada específicamente para desarrollar aplicaciones *m-learning*.

5.3. Propuesta de un modelo para diseñar aplicaciones *m-learning* centradas en el estudiante

En esta sección se presenta la propuesta de un modelo para desarrollar aplicaciones *m-learning*, que toma como base la metodología desarrollada por Granollers i Saltiveri (2004). Así pues, incorpora a los estudiantes a lo largo de todas las fases de desarrollo del *software*, de cara a que se consideren sus intereses, necesidades y limitaciones. El objetivo de la metodología propuesta es desarrollar aplicaciones que cumplan con las expectativas de los estudiantes y los requisitos establecidos en el *framework de evaluación* que ha sido propuesto en el capítulo 3 (MoLEF). Las fases que se incluyen en el modelo propuesto se presentan en la Figura 5-2, las cuales se explican a continuación con más detalle.

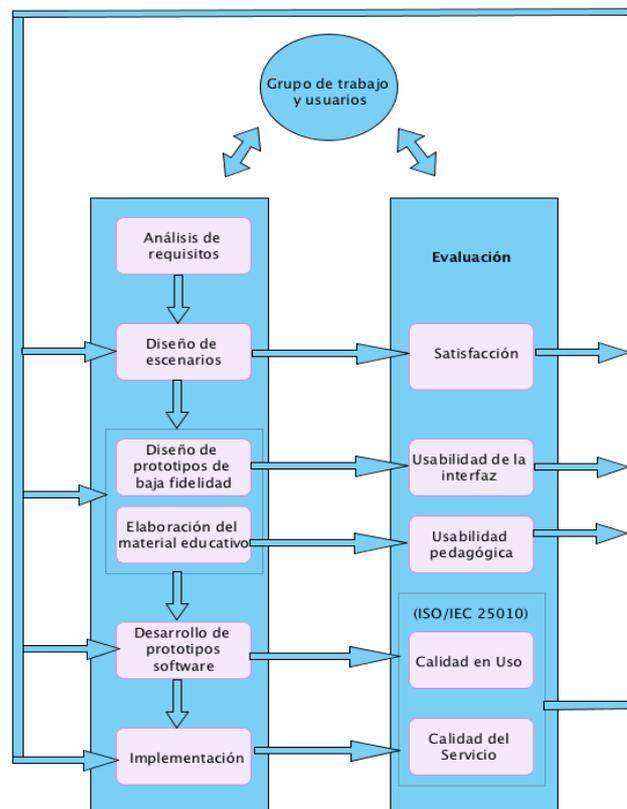


Figura 5-2: Propuesta de modelo de evaluación de sistemas *m-learning*.

5.3.1. Análisis de requisitos

Esta fase es muy importante porque de ella depende elaborar un buen diseño, e influirá directamente en la disminución del número de iteraciones durante el proceso de

desarrollo. En esta etapa es necesario *analizar a los estudiantes* que harán uso del sistema, los *objetivos educativos*, el *contexto de uso*, y los *recursos tecnológicos* necesarios.

5.3.1.1. Análisis de los estudiantes

Debemos considerar las características de los alumnos, tales como su edad, nivel educativo, conocimientos previos, intereses, género, nacionalidad, factores socioculturales, necesidades especiales o discapacidades, y el grado de familiaridad con la tecnología. Conocer todas estas características es importante ya que influyen en el diseño de las aplicaciones (Marqués, 1995).

5.3.1.2. Análisis de los objetivos educativos

Se determinarán los *objetivos educativos*, las habilidades que los alumnos dominarán o se fortalecerán después de hacer uso del sistema, y se define la *estrategia didáctica*, incluyendo las actividades de los estudiantes, los elementos motivadores, funciones del sistema, y el aprendizaje social. Conocer todos estos aspectos constituye una de las fases más importantes en el diseño de aplicaciones educativas, ya que determinan en gran medida la *calidad didáctica* de dichas aplicaciones (Marqués, 1995).

5.3.1.3. Análisis del contexto de uso

El contexto de uso se refiere al *contexto físico* en el cual tiene lugar el aprendizaje, por ejemplo, dentro del aula de clase, en una institución, en el campo, o en cualquier otro lugar. Es importante considerar estos aspectos, ya que tienen implicaciones en el diseño.

5.3.1.4. Análisis de los recursos tecnológicos

Después de analizar a los usuarios, los objetivos educativos y el contexto de uso, es necesario determinar el *dispositivo móvil* más adecuado, la *plataforma* de ejecución, y otros recursos necesarios (bases de datos, servidores, conexión a Internet, entre otros). Por ejemplo, en algunos casos será más conveniente el uso de *tablets* y en otros

smartphones, dependiendo de la disponibilidad entre los estudiantes, la edad, la familiaridad con las tecnologías y las actividades educativas.

5.3.6. Diseño de escenarios

El objetivo de esta etapa es diseñar *escenarios* que describan como los estudiantes con ciertas características, en un ambiente específico, llevan a cabo actividades para lograr sus objetivos de aprendizaje. Esto le da a los estudiantes, diseñadores y desarrolladores una visión general sobre *quién, cómo y dónde* se utilizará el sistema. La etapa de *evaluación de los escenarios* busca comprobar si las actividades propuestas satisfacen al estudiante.

5.3.7. Diseño de prototipos

La etapa de *diseño de prototipos* y la de *elaboración de material educativo* (que se describe en la siguiente subsección) pueden llevarse a cabo de forma paralela.

Entre los diferentes *prototipos de baja fidelidad*, proponemos el uso de los *prototipos de papel* dado que éstos incluyen dos aspectos muy importantes: uno es la *presentación*, que hace referencia a qué elementos se utilizan en la interfaz para soportar la interacción; y el otro es la *navegación*, la cual permite que los usuarios interactúen con estos elementos para la realización de las tareas. Por lo tanto, se le pide a los estudiantes que realicen una tarea haciendo uso de prototipos, para observar su interacción, y con el objetivo de descubrir si logran completarla de forma intuitiva, así como poder identificar posibles errores de *usabilidad* en la *interfaz de usuario* presentada.

Durante la fase de evaluación de los prototipos recomendamos utilizar la técnica *Thinking Aloud* (pensando en voz alta) descrita por Nielsen, en la cual se les pide a los alumnos que expresen en voz alta sus sentimientos, pensamientos y opiniones, mientras interactúan con el prototipo.

5.3.8. Elaboración del material educativo

La forma de *presentación del material educativo* en los dispositivos móviles es un factor determinante en la eficacia del aprendizaje. Por lo tanto, es necesario que se presente en pequeñas unidades de información, de fácil lectura y adaptadas a la

audiencia prevista. Las aplicaciones móviles no serán efectivas si se espera que el alumno lea grandes cantidades de información en una pantalla pequeña. Los recursos multimedia educativos son convenientes en los ambientes *m-learning* (*simulaciones, animaciones, videos*, entre otros), pero es necesario considerar el tamaño de los archivos, su duración, la calidad de imagen o audio, de cara a satisfacer a los estudiantes.

Durante la elaboración de material educativo se deberán tomar en cuenta los *requerimientos pedagógicos*: las teorías del aprendizaje (constructivismo, conductismo, aprendizaje social), modelos de diseño instruccional, y la calidad del contenido que deberá ser válido, confiable y preciso.

Queremos enfatizar que para mantener la motivación es importante que los estudiantes reciban un contenido que tenga beneficios a largo plazo (Liu, et al., 2010). Una forma de lograr esto es haciendo que el tema ofrecido para estudio apoye los objetivos de carrera, la promoción de empleo, o que tenga beneficios para el futuro de la vida del estudiante.

En la evaluación de esta fase recomendamos aplicar la parte del cuestionario CECAM que permite verificar que se cumplen los criterios de *usabilidad pedagógica* que han sido propuestos en el *framework conceptual* MoLEF.

5.3.9. Desarrollo de *prototipos software*

Los *prototipos software* son implementaciones del sistema propuesto, en los que se reproduce la interfaz, simulando o implementando las funcionalidades o parte de ellas con el objetivo de probar determinados aspectos del sistema final.

Existen otras funcionalidades relacionadas con *aspectos pedagógicos* que deben considerarse al desarrollar *software* educativo, y que generalmente no se contemplan en los objetivos iniciales. Estas características son el *feedback* (retroalimentación), la *flexibilidad* y los *mecanismos de comunicación*.

- El *feedback pedagógico* hace referencia a la retroalimentación que recibe el alumno al interactuar con el sistema, tanto si sus respuestas son correctas como si no; el sistema puede notificar si el alumno logró la meta, si hay otra forma de seguir practicando el tema, o le puede animar a estudiar otros recursos relacionados cuando el estudiante no domina aún las tareas. El *feedback* también muestra el progreso que

se ha logrado, y las tareas que faltan por cumplir para completar las metas de estudio.

- La *flexibilidad* se da cuando el sistema ofrece rutas opcionales según el progreso del estudiante, o no permite que se avance a otro tema hasta comprobar que se domina el previo. También puede proporcionar distintas opciones para seguir practicando una misma tarea, aunque con diferentes ejercicios. Por último, esta capacidad permite regresar y revisar el material estudiado anteriormente.
- Los *mecanismos de comunicación* permitirán interactuar con los docentes, otros estudiantes, o la familia (mediante envío de mensajes, correos, o *chats*, redes sociales, entre otros).

Una vez que se han creado los prototipos se recomienda, en primer lugar, realizar una *evaluación heurística de la usabilidad*. Posteriormente se propone utilizar el *modelo de calidad en uso* (ISO, 2011) para evaluar la efectividad, la eficiencia y la satisfacción. Esto se logrará a través de *pruebas de campo*, que consisten en que los estudiantes utilicen la aplicación durante el transcurso de dos o tres semanas; incorporándola a sus rutinas diarias. Se les pide que la usen como si no estuvieran en un estudio, porque el objetivo es descubrir una perspectiva real de las situaciones y frecuencias con que utilizan el prototipo. Hacer la evaluación en el contexto habitual del alumno mejora la calidad de los resultados de la evaluación, ya que existen muchas variables que afectan a la experiencia móvil. Por el contrario, cuando se hacen pruebas en el laboratorio, no se obtienen todos los resultados que se darían en situaciones reales.

Las técnicas que recomendamos incluir en las pruebas de campo son:

- **Logging (grabación del uso).** Esta técnica consiste en grabar o recoger todas las acciones que realiza el estudiante con el sistema, para su posterior análisis. Para lograr esto es necesario contar con una aplicación secundaria que realice esta función de forma automática, y que pase desapercibida para el estudiante.
- **Grabación de voz.** Consiste en pedir a los alumnos que hagan un registro de voz cada vez que interactúan con el sistema para registrar sus experiencias.
- **Entrevistas.** Al finalizar el estudio de campo se entrevistará a los alumnos respecto a su experiencia con el sistema, para extraer información sobre las preferencias del estudiante, impresiones y actitudes. Esto puede ayudar a encontrar problemas no previstos en el diseño. Durante la entrevista también se pueden hacer preguntas

relacionadas con los análisis de los datos obtenidos del *logging* y las *grabaciones de voz*.

- **Cuestionarios.** Finalmente recomendamos aplicar cuestionarios a los alumnos para verificar que se cumplen los criterios de *usabilidad de la interfaz*. Para ello se propone hacer uso del instrumento CECAM, descrito en el capítulo anterior, y que permite evaluar la *usabilidad pedagógica* y la *usabilidad de la interfaz de usuario*.

5.3.10. Implementación

Cuando se llega a esta fase ya se ha determinado el lenguaje de programación a utilizar para la implementación de la aplicación final, las bases de datos correspondientes y, en general, toda la tecnología necesaria. Por lo tanto, se inicia la etapa de codificación, que corresponde al proceso de escribir el código necesario que hará posible que el sistema final cumpla con las características correspondientes a los *prototipos software*.

En la etapa de evaluación de esta fase proponemos considerar el modelo de calidad *ISO 25010:2011* para verificar si el producto *software* satisface tanto las necesidades explícitas como las implícitas cuando es usado bajo condiciones específicas, destacando las siguientes características: compatibilidad, confiabilidad, seguridad, mantenibilidad, portabilidad y accesibilidad.

Al terminar las pruebas incluidas en esta fase se pone a disposición de los estudiantes la aplicación final. Es importante ofrecer medios para continuar recibiendo retroalimentación acerca de las experiencias de uso o sugerencias, y así poder realizar una *mejora continua* de la calidad de la aplicación.

Como caso de estudio, y de aplicación del modelo propuesto a un caso real, en la siguiente sección se presenta el proceso de desarrollo de una aplicación *m-learning* que se desarrolló utilizando esta aproximación metodológica.

5.4. Caso de estudio

Con el objetivo de mostrar cómo se aplica el modelo propuesto en la sección anterior, en esta sección se describe un caso de estudio consistente en desarrollar una aplicación educativa para dispositivos móviles tipo *tablet*, siguiendo las etapas descritas en la sección anterior.

5.4.1. Análisis de requisitos

En esta etapa es necesario *analizar a los estudiantes* que harán uso del sistema, los *objetivos educativos*, el *contexto de uso*, y los *recursos tecnológicos* necesarios.

- **Análisis de los estudiantes:** El objetivo es desarrollar una aplicación *m-learning* para el aprendizaje activo de los algoritmos voraces, la cual irá dirigida a estudiantes del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), y será utilizada en el ámbito de la asignatura “Diseño de Algoritmos”. Los conocimientos mínimos requeridos para entender los algoritmos voraces son: Fundamentos de la Programación y Estructura de Datos.
- **Análisis de los objetivos educativos:** El objetivo es mejorar la enseñanza y aprender a solucionar problemas que están relacionados con los algoritmos voraces, tales como:
 - Problema de maximizar el número de objetos.
 - Problema de maximizar el peso de objetos.
 - Problema de la mochila.
 - Problema de la mochila binaria (0/1).
 - Problema de maximizar el número de objetos en dos mochilas.
- **Análisis del contexto de uso:** El objetivo es que los estudiantes utilicen la aplicación para fortalecer los conocimientos de dichos problemas, cuando y donde lo consideren conveniente.
- **Análisis de los recursos tecnológicos:** Como meta futura, se pretende que la aplicación desarrollada esté disponible para dispositivos móviles tipo *smartphone* y *tablets*. En esta ocasión, se implementará la *app* para dispositivos *iPad*, y que no requerirá de una conexión a Internet. La aplicación desarrollada se denomina *Greedex Tab*.

5.4.2. Diseño de escenarios

A continuación se presenta un escenario que ilustra una posible utilización de la aplicación desarrollada.

- Dentro del aula, el profesor explica detalladamente el *problema de la mochila* y la resolución de un problema concreto. Posteriormente, se le pide a los estudiantes que

realicen una práctica utilizando la aplicación *Greedex Tab*. Los aprendices descargan e instalan la *app* en sus *tablets*. Uno de ellos está en el salón de su casa y decide resolver la práctica. Enciende su dispositivo móvil, inicia la aplicación, selecciona el problema de la mochila, lee la descripción y el algoritmo de dicho problema. Al finalizar la lectura, introduce los datos establecidos previamente por el profesor para una simulación y empieza a interactuar con el simulador de la aplicación. Con los resultados obtenidos, deduce que no es posible resolverla de manera óptima con algoritmos voraces, por lo que debe utilizar otras técnicas de diseño (problema de la mochila 0/1). Por tanto, decide leer la descripción de este último problema, con el fin de resolver la práctica. De esta manera, el estudiante consigue una experiencia práctica con experimentación y se familiariza con *Greedex Tab*.

5.4.3. Diseño de prototipos

A continuación se presentan algunos *prototipos de papel* que fueron creados durante el diseño de las principales *interfaces de usuario* de la aplicación *Greedex Tab*. El objetivo fue visualizar, de forma rápida y sencilla, como sería la apariencia de las interfaces y obtener retroalimentación de los usuarios finales sobre algunos aspectos puntuales del diseño.

En la Figura 5-3 se muestra el *prototipo en papel* que se diseñó para representar el menú principal de la aplicación *Greedex Tab*.

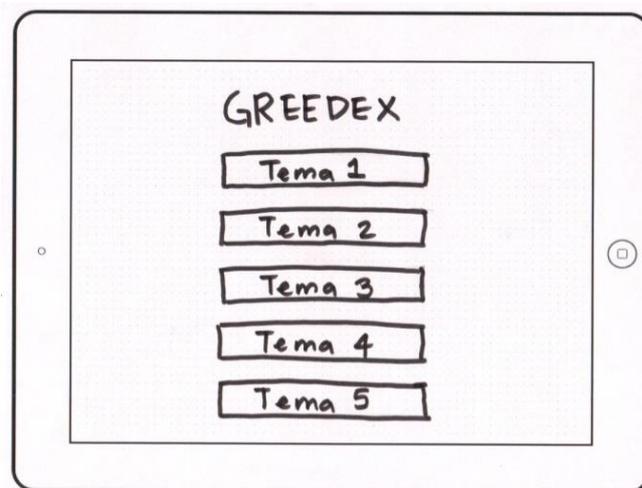


Figura 5-3: Prototipo de papel que representa el menú principal de *Greedex Tab*.

En la Figura 5-4 se muestra el *prototipo en papel* que se creó para representar la interfaz que muestra la descripción o enunciado del problema y el código de los algoritmos soportados por *Greedex Tab*.

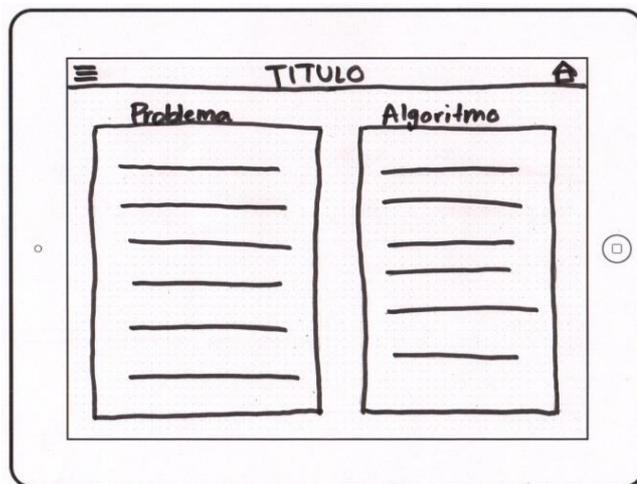


Figura 5-4: Prototipo en papel que representa como se visualizará la información de los algoritmos incluidos en *Greedex Tab*.

En la Figura 5-5 se muestra el *prototipo en papel* que se diseñó para representar la interfaz en la cual el estudiante introducirá los datos necesarios para llevar a cabo una simulación del comportamiento del algoritmo que pretende utilizar para resolver el problema propuesto.

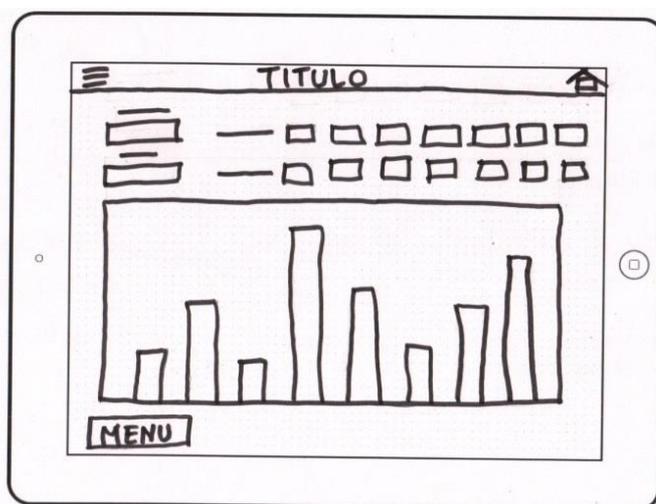


Figura 5-5: Prototipo en papel que representa la interfaz para introducir datos con los que llevar a cabo una simulación.

En la Figura 5-6 se muestra el *prototipo en papel* creado para representar la interfaz en la cual el estudiante interactúa con el simulador de *Greedex Tab*.

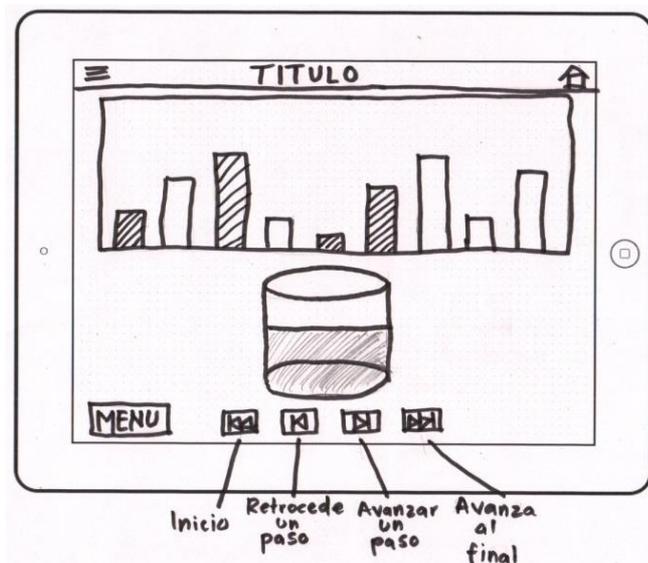


Figura 5-6: Prototipo en papel que representa la interfaz del simulador de *Greedex Tab*.

5.4.4. Elaboración de material educativo

Con la finalidad de que la aplicación *Greedex Tab* cumpla con los *aspectos pedagógicos* deseables en una aplicación *m-learning*, se utilizaron como base las preguntas del cuestionario CECAM. Como se ha descrito en capítulos anteriores, dicho cuestionario permite evaluar las aplicaciones educativas para dispositivos móviles, considerando *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad*.

En la Tabla 5-1 se presenta un ejemplo de cómo se utilizaron las preguntas del cuestionario CECAM para cumplir con los *aspectos pedagógicos* establecidos. Básicamente, se elaboró una lista de verificación para ir registrando y asegurando el cumplimiento de cada requisito.

Contenido Educativo

ID	Pregunta	Cumplimiento
C1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades	✓
C2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad	✓
C3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario	✓
C4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa	✓
C5	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de	✓

	dificultad (de fácil a difícil)	
C6	Existen enlaces a recursos externos	X

Tabla 5-1: Lista de verificación para registrar el cumplimiento de los *aspectos pedagógicos*.

5.4.5. Desarrollo de *prototipos de software*

A continuación se presentan algunas implementaciones de la aplicación educativa *Greedex Tab*. Cabe mencionar que dicha aplicación actualmente está en fase de desarrollo por parte de miembros del Laboratorio del Grupo CHICO, y aunque está en una etapa bastante funcional, todavía se puede considerar un prototipo. Algunas de las funcionalidades adicionales que se pretenden incluir en un futuro son: soporte a la colaboración, módulos de evaluación y elementos de gamificación. Todo esto, con el fin de mejorar la usabilidad de la aplicación y aumentar la motivación de los estudiantes al utilizarla como recurso educativo.

En la Figura 5-7 se muestra el aspecto del menú principal de la aplicación *Greedex Tab*. Desde esta interfaz se puede seleccionar un determinado problema (tipo mochila) para visualizar el planteamiento del mismo y/o llevar a cabo la simulación.

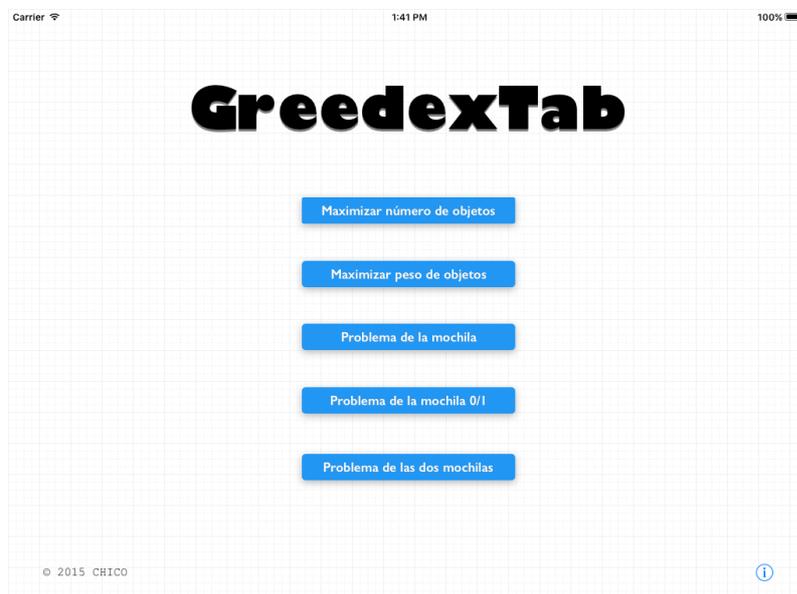


Figura 5-7: Menú principal de la aplicación *Greedex Tab*.

En la Figura 5-8 se muestra el aspecto de la *interfaz de usuario* en la que se presenta la información de los algoritmos incluidos en *Greedex Tab*. A la izquierda de la pantalla se muestra el enunciado del problema y a la derecha el código fuente, en lenguaje Java, que resuelve dicho problema.

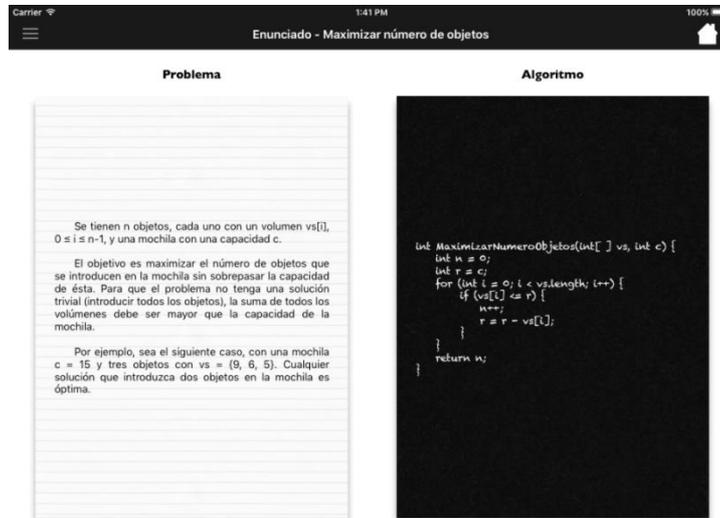


Figura 5-8: Presentación de la información de los algoritmos incluidos en *Greedex Tab*.

Una vez que el usuario ha leído y comprendido la teoría correspondiente a un problema específico, es necesario establecer el número de objetos a crear, la capacidad de la mochila, así como los pesos y los beneficios de cada objeto. En la Figura 5-9 se muestra la *interfaz de usuario* que permite al estudiante introducir dicha información para llevar a cabo la simulación del algoritmo. Cabe mencionar que los datos se pueden introducir manualmente o se pueden generar aleatoriamente. Una vez establecidos los datos de los objetos, éstos serán representados en una gráfica.

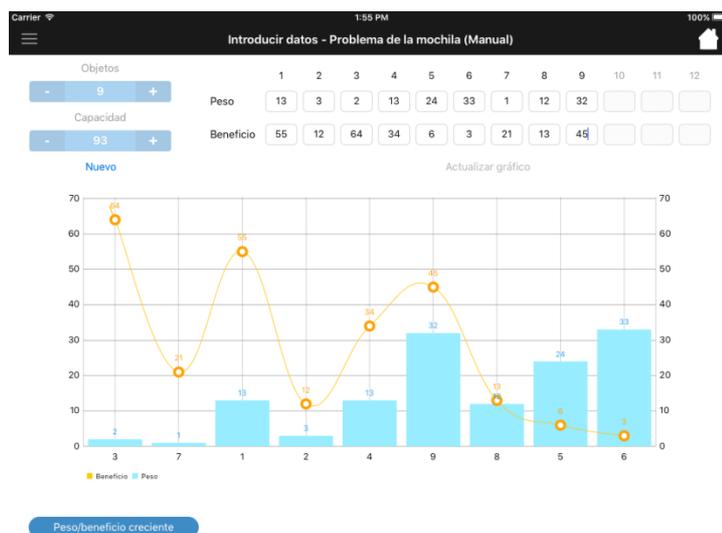


Figura 5-9: Interfaz de usuario de *Greedex Tab* mediante la cual el estudiante selecciona los datos para llevar a cabo una simulación.

En la Figura 5-10 se presenta la *interfaz de usuario* mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de *Greedex Tab*. En la parte superior se muestra la gráfica con los datos de los objetos (índice del objeto, el peso y el beneficio). Las barras de color verde oscuro representan a los objetos que han sido introducidos en la mochila durante la simulación, y el cilindro representa la capacidad de la mochila. En la parte inferior izquierda se muestra el menú que permite elegir una *función de selección* determinada. Estas funciones son diferentes según el tipo del problema (ej. Beneficio decreciente, Beneficio creciente, Peso creciente, Peso decreciente, entre otros). Además, se muestran los controles que permiten manipular la simulación, la cual podrá reproducirse paso a paso o de forma completa (todos los pasos de una vez).

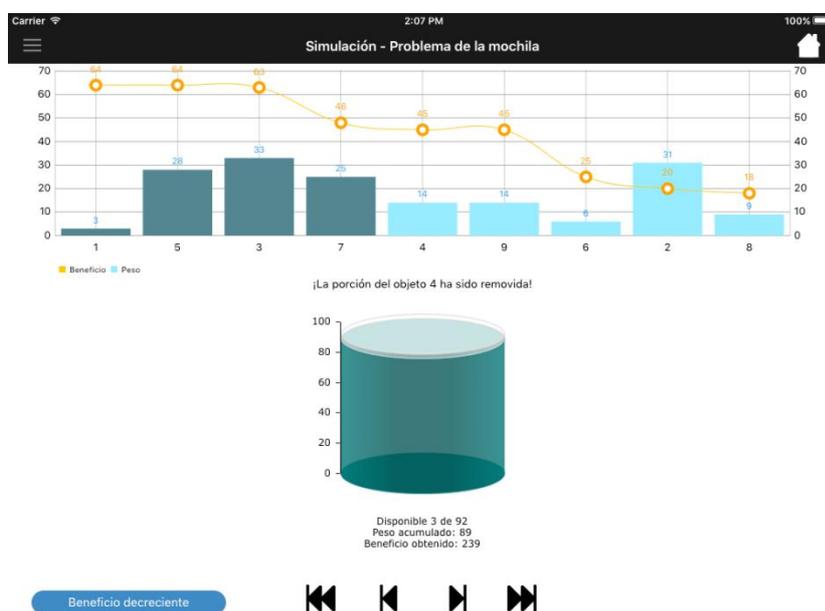


Figura 5-10: Interfaz de usuario mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de *Greedex Tab*.

A continuación se presentan los resultados obtenidos como resultados de una evaluación de la usabilidad de la aplicación *Greedex Tab*. En dicha evaluación participaron 12 estudiantes de Grado de Ingeniería Informática de la Escuela de Informática de la UCLM de Ciudad Real. Se les pidió que llevaran a cabo una serie de tareas en *Greedex Tab* y que, al finalizar, la evaluaran utilizando las preguntas del cuestionario CECAM y la *herramienta de soporte* que se describió en el capítulo anterior.

La Figura 5-11 muestra, específicamente, los resultados de la evaluación del módulo “Diseño de la Interfaz”, correspondiente al cuestionario CECAM. Se puede observar que obtuvo una puntuación de 4,542 (valor medio), la cual se considera como un *cumplimiento excelente*, según las referencias que se establecen en la Tabla 4-19.

Módulo 4: Diseño de la interfaz

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.	4,333	0,624	4,000	4,000
2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.	4,500	0,500	---	4,500
3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).	4,583	0,493	5,000	5,000
4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).	4,667	0,471	5,000	5,000
5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.	4,583	0,493	5,000	5,000
6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (Igual en toda la aplicación).	4,583	0,493	5,000	5,000
Totales módulo 4		4,542	0,525	5,000	5,000

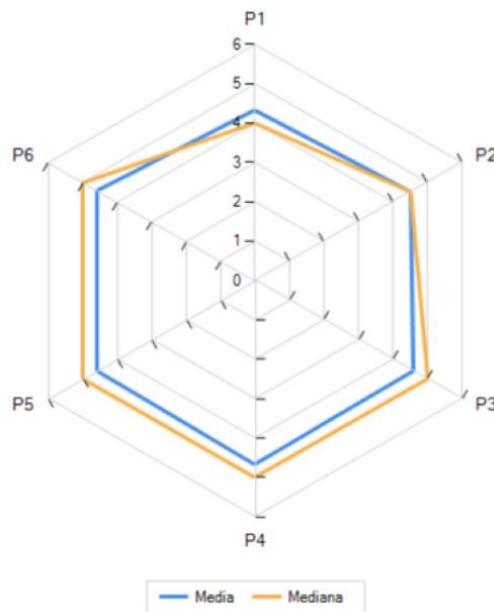
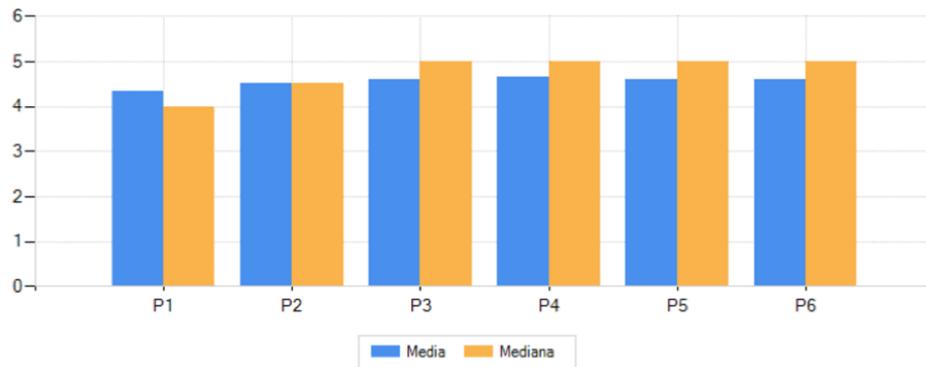


Figura 5-11: Resultados de la evaluación del *diseño de la interfaz* de la aplicación *Greedex Tab*.

La Figura 5-12 muestra, los resultados de la evaluación del módulo “Navegación”, correspondiente al cuestionario CECAM. Se puede observar que se obtiene una puntuación de 4,130 (valor medio), la cual se considera como de *buen cumplimiento*, según las referencias que se establecen en la Tabla 4-19.

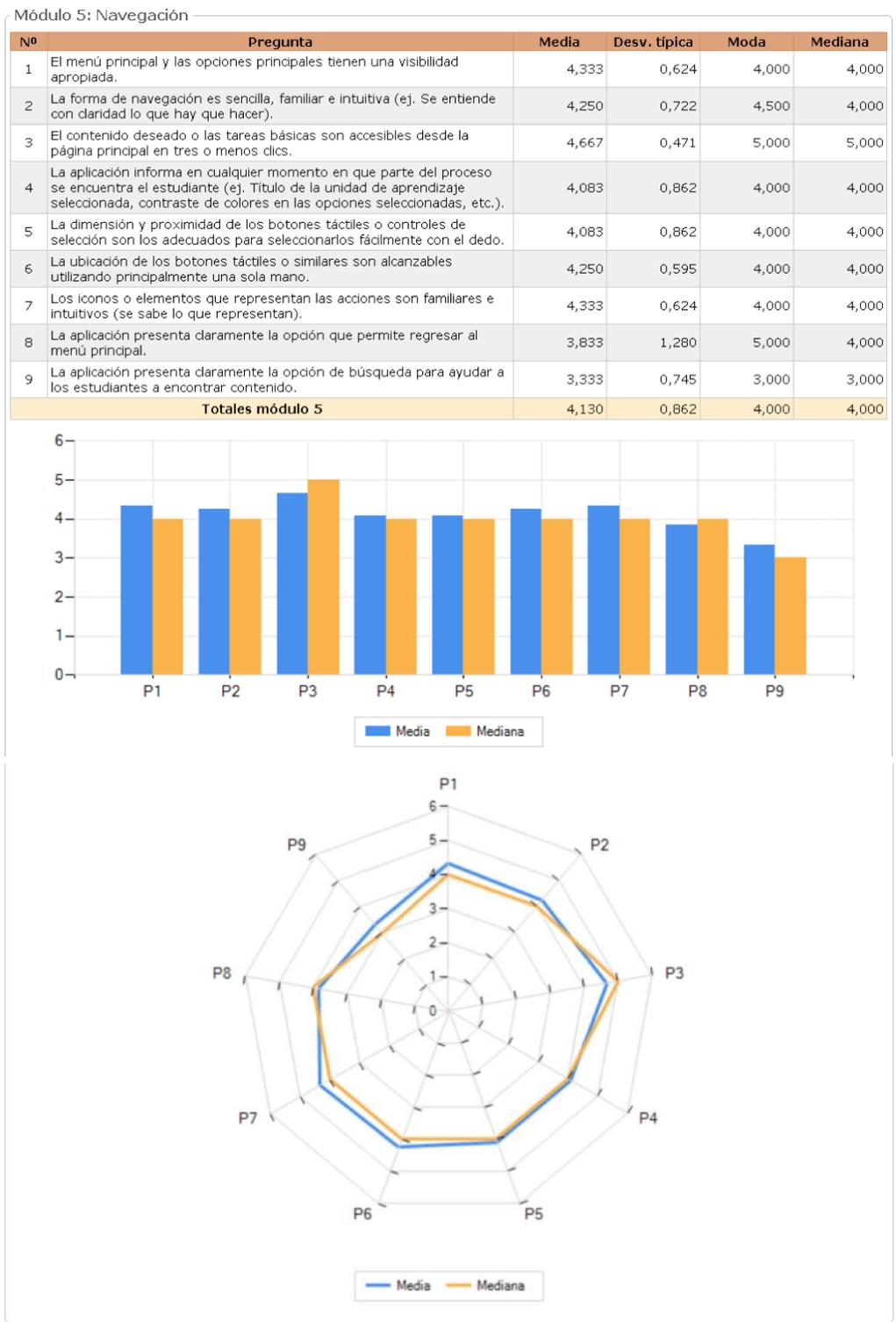


Figura 5-12: Resultados de la evaluación correspondiente a la *navegación* en la aplicación *Greedex Tab*.

Adicionalmente, con el objetivo de comprobar los beneficios de utilizar el modelo propuesto, se presentan los resultados de dos evaluaciones. La primera es *Greedex Tab* (la cual fue descrita anteriormente) y la segunda es una versión anterior de

esta aplicación, que tiene la misma funcionalidad, pero no se desarrolló utilizando el método que proponemos en esta tesis. Esta segunda evaluación fue realizada por 12 estudiantes del mismo curso, llevando a cabo las mismas tareas establecidas para valorar *Greedex Tab*.

La Figura 5-13 muestra los resultados de la evaluación general de *Greedex Tab*, en la cual se indican las puntuaciones por módulo a través de gráficos de barras y de tipo radar. Se puede observar que el valor medio del módulo 4 (diseño de la interfaz) pertenece al rango de excelente cumplimiento; el del módulo 1 (contenido educativo), módulo 2 (recursos multimedia), módulo 3 (actividades educativas) y módulo 5 (navegación) al rango de buen cumplimiento; y el del módulo 6 (retroalimentación) al rango de cumplimiento medio.

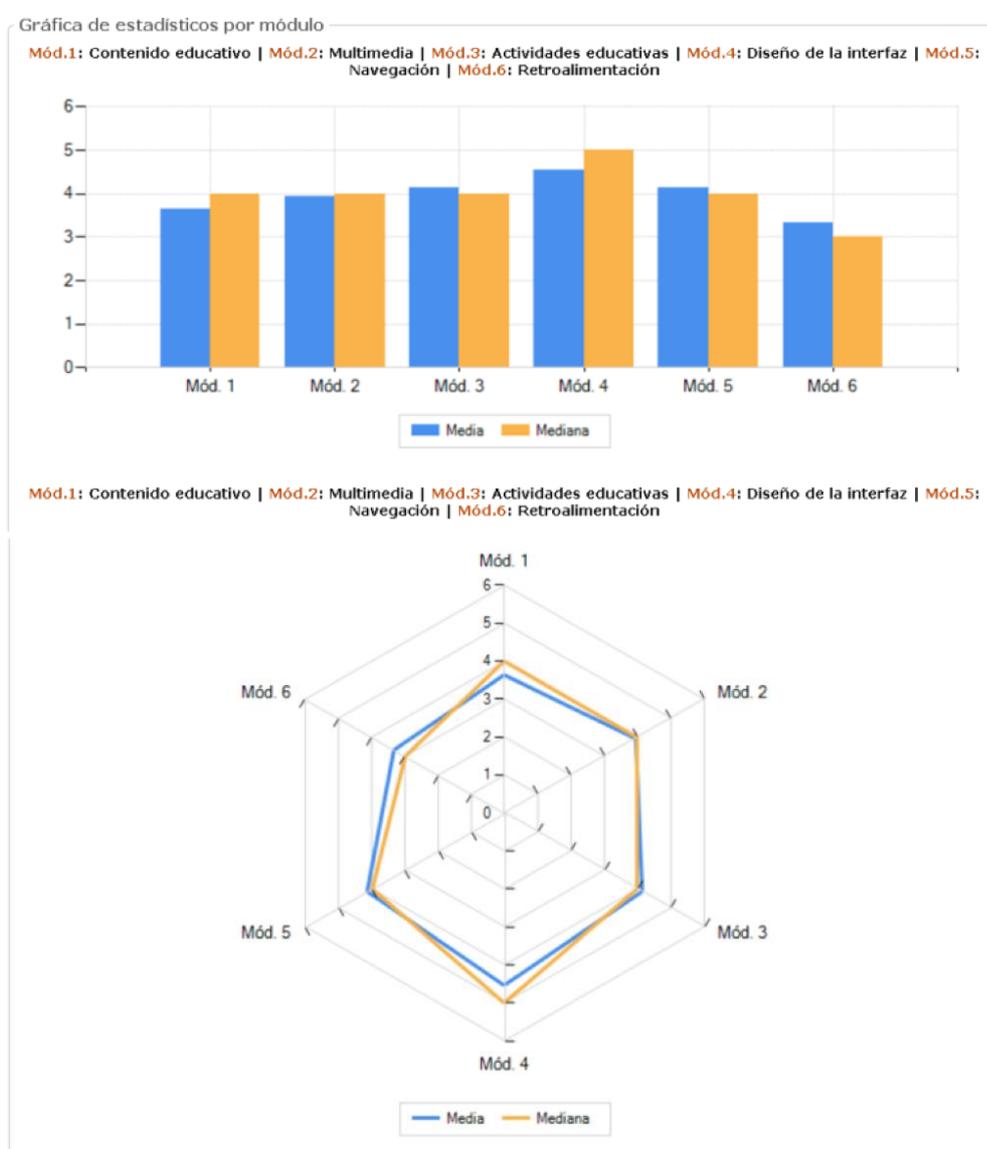


Figura 5-13: Resultados de la evaluación de la usabilidad de *Greedex Tab*.

La Figura 5-14 muestra los resultados de la evaluación general de la aplicación anterior de *Greedex Tab*, en la cual se indican las puntuaciones por módulo a través de gráficos de barras y de tipo radar. Se puede observar que el valor medio del módulo 3 (actividades educativas), módulo 4 (diseño de la interfaz) y módulo 5 (navegación) pertenece al rango de buen cumplimiento; y el del módulo 1 (contenido educativo), módulo 2 (recursos multimedia) y módulo 6 (retroalimentación) al rango de cumplimiento medio.

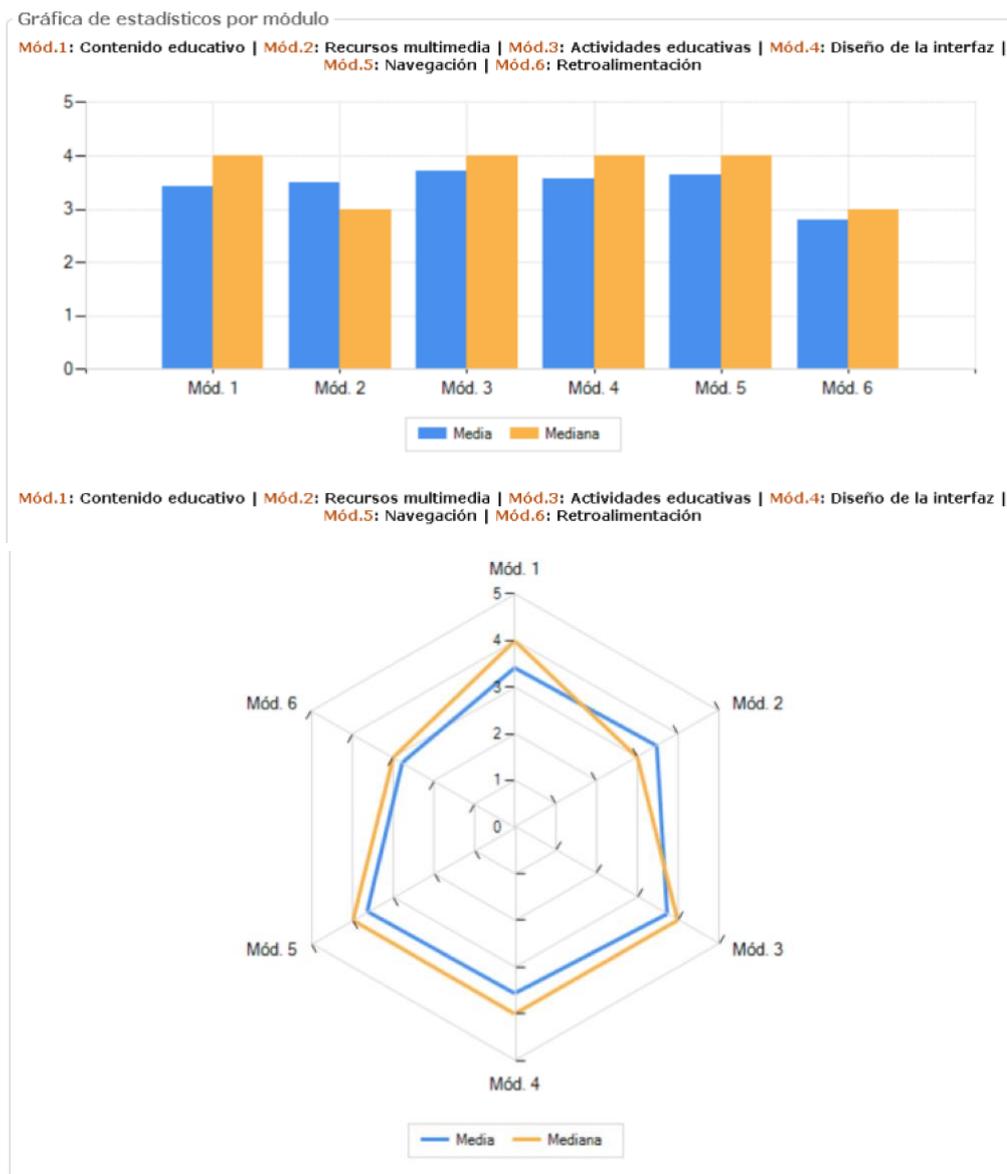


Figura 5-14: Resultados de la evaluación de la versión anterior de *Greedex Tab*.

Como conclusión, podemos observar que la actual versión *GreedexTab* presenta una mejor valoración de usabilidad que su versión anterior y, en consecuencia, se entiende que las experiencias de los estudiantes deben ser también mejores. En la Tabla

5-2 se muestra una tabla comparativa de los resultados obtenidos al evaluar las dos aplicaciones, en cada una de las categorías evaluadas, así como las referencias de puntuación establecidas en la Tabla 4-19.

Módulo	Versión anterior de <i>Greedex Tab</i>		Nueva versión de <i>Greedex Tab</i>	
Contenido educativo	3,417	Cumplimiento medio	3,639	Buen cumplimiento
Recursos multimedia	3,488	Cumplimiento medio	3,940	Buen cumplimiento
Actividades educativas	3,719	Buen cumplimiento	4,125	Buen cumplimiento
Diseño de la interfaz	3,569	Buen cumplimiento	4,542	Excelente cumplimiento
Navegación	3,630	Buen cumplimiento	4,130	Buen cumplimiento
Retroalimentación	2,792	Cumplimiento medio	3,319	Cumplimiento medio

Tabla 5-2: Tabla comparativa de los resultados obtenidos al evaluar las aplicaciones *Greedex Tab*.

Se puede observar que la principal diferencia, entre las dos versiones de *Greedex Tab* está en el *Diseño de la interfaz*, la *Navegación* y la *Retroalimentación*. Por ejemplo, la Figura 5-15 muestra la *interfaz de usuario* de la versión anterior de *Greedex Tab*, en la cual el estudiante debe introducir la información para llevar a cabo la simulación. Uno de los problemas detectados en esta interfaz fue que los usuarios no encontraban cómo introducir el valor del volumen de los objetos (problema de navegación). Los usuarios intentaban capturarlos utilizando el teclado virtual del *iPad*, pero la aplicación está programada para ingresarlos seleccionando manualmente en la columna del valor deseado (del 1 al 20), en la línea correspondiente.

En la Figura 5-16 se presenta el diseño de la *interfaz de usuario* mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de la versión anterior de *Greedex Tab*. En la parte superior izquierda se muestra la capacidad de la mochila y los objetos que han sido introducidos durante la simulación. En las siguientes líneas se muestran los objetos restantes, ordenados por “volumen creciente”. En la parte lateral derecha se muestra la funcionalidad que permite elegir la *función de selección* y los controles que permiten manipular la simulación, ya sea paso a paso o todos los pasos de una vez. Otro problema que se detectó en esta interfaz fue que, una vez seleccionada la *función de selección*, era necesario presionar el botón “cambiar función”, el cual se encuentra en la

parte superior de la pantalla. Según las recomendaciones de usabilidad éste debería aparecer en una posición más cercana.

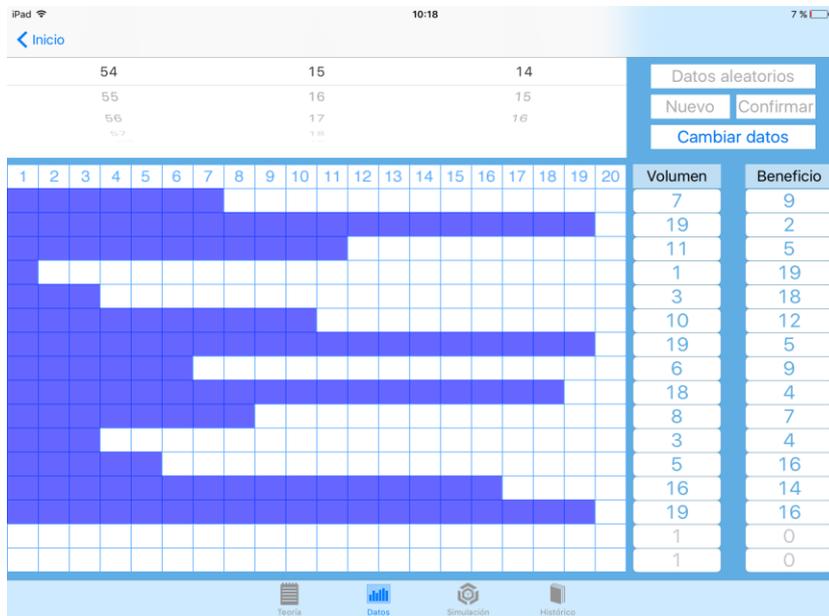


Figura 5-15: Interfaz de usuario de la versión anterior de *Greedex Tab* mediante la cual el estudiante selecciona los datos para llevar a cabo una simulación.

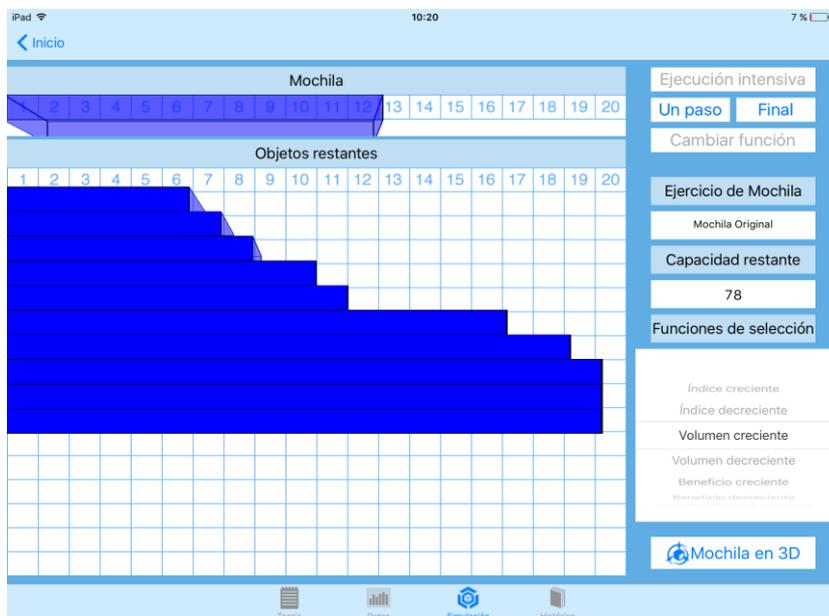


Figura 5-16: Interfaz de usuario mediante la cual el estudiante interactúa con el simulador de la versión anterior de *Greedex Tab*.

5.5. Conclusiones del capítulo

En este capítulo se presentó una metodología tomada como referencia para diseñar sistemas interactivos centrados en los usuario (MPIu+a), la cual se utilizó como base para elaborar una propuesta de modelo ampliado para desarrollar específicamente aplicaciones *m-learning*. Dicho modelo permite evaluar las aplicaciones *m-learning* durante las distintas fases de desarrollo, considerando factores tanto pedagógicos, de *usabilidad*, así como la experiencia del estudiante.

Además, se presentó cómo aplicar esta aproximación mediante la descripción de un caso de estudio que consistió en desarrollar una aplicación *m-learning* (*Greedex Tab*), siguiendo las etapas descritas en la propuesta. Por último, se ha presentado una tabla comparativa que muestra los resultados obtenidos al evaluar la usabilidad de *Greedex Tab* y su versión previa, la cual fue desarrollada sin utilizar esta metodología. En dicha tabla, se puede observar que la versión *Greedex Tab* desarrollada con nuestra aproximación presenta una mejor usabilidad en comparación a la versión anterior.

Sabemos que las aplicaciones *m-learning* son a día de hoy opciones disponibles que favorecen el aprendizaje de los estudiantes, por lo tanto nuestro modelo permitirá mejorar la calidad de uso de estas aplicaciones y mejorar la experiencia del estudiante en los entornos *m-learning*.

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones generales extraídas de la realización de esta tesis y se resume, de forma global, el grado de consecución de los objetivos planteados al inicio de este trabajo.

Capítulo 6. Conclusiones

La finalidad de esta tesis es la de hacer una aportación significativa en el área del *m-learning*, y más concretamente, proponer un *framework* de evaluación de aplicaciones educativas para dispositivos móviles, considerando *aspectos pedagógicos* y requerimientos de *usabilidad móvil*.

Para conseguir este objetivo, se ha realizado un estudio detallado de las principales propuestas existentes en este campo de estudio, a partir del cual se ha elaborado la propuesta del *framework* MoLEF. Además, se propone un modelo para desarrollar aplicaciones *m-learning* centradas en los estudiantes, un *instrumento de medición* para evaluar dichas aplicaciones y una *herramienta software* para dar soporte al proceso de evaluación. El objetivo es contribuir a mejorar la *usabilidad* de estas aplicaciones y la experiencia del aprendiz en los entornos *m-learning*.

En este capítulo se analizará la consecución de los objetivos planteados en el capítulo 1, así como las principales aportaciones científicas del trabajo realizado. También se discuten las líneas de trabajo futuro que se abren a partir de esta tesis y, finalmente, se enumeran las publicaciones científicas a las que ha dado lugar esta investigación.

6.1. Análisis de la consecución de objetivos

El capítulo primero de esta memoria incluye una serie de objetivos específicos, cuya consecución permitiría lograr el objetivo general de esta tesis doctoral y así contrastar la hipótesis de investigación que planteamos:

Es posible la definición de un *framework* conceptual, metodológico y tecnológico que facilite el diseño y evaluación de aplicaciones *m-learning*, en el que se consideren *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad*.

A continuación, se destaca cómo se ha abordado la resolución de cada uno de estos objetivos específicos.

Objetivo específico 1

Revisar y analizar la literatura en el área del *m-learning* y la *usabilidad* en dispositivos móviles, para obtener un informe sobre el estado actual.

Estrategia 1: Realizar una *revisión sistemática* de la literatura sobre *m-learning* y la *usabilidad en dispositivos móviles*, poniendo énfasis en el uso de dispositivos móviles tipo *smartphones* y *tablets*.

Este objetivo se aborda en la sección 2.5, en la que se presentan los resultados de la revisión realizada. Los resultados mostraron que la investigación en el área del *m-learning* se ha incrementado significativamente desde el año 2013. Se identificaron los principales enfoques que adoptan los diferentes trabajos analizados; así como los dispositivos móviles y sistemas operativos más utilizados. La principal carencia detectada fue la falta de *guidelines*, *frameworks* o herramientas que faciliten la evaluación de las aplicaciones *m-learning*.

Objetivo específico 2

Identificar los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, y proponer una *taxonomía* que sirva de base para desarrollar o evaluar este tipo de aplicaciones.

Estrategia 2: Realizar una revisión de la literatura sobre estudios relacionados con los factores de adopción del *m-learning*.

Estrategia 3: Proponer una *taxonomía* de los diferentes factores de adopción del *m-learning*.

Como resultado de la revisión de la literatura se identificó que diferentes autores han analizado, a través de estudios empíricos, los factores que determinan la intención del estudiante para adoptar el *m-learning*, utilizando como referencia modelos como TAM y UTAUT. En dichos estudios, los autores han extendido y mejorado los modelos originales para incluir factores adicionales, con el fin de mejorarlos y completarlos. Sin embargo, el hecho de que dichos factores estén distribuidos en distintos trabajos, hace difícil su aplicación a la hora de desarrollar o evaluar aplicaciones *m-learning*. Por lo tanto, en la sección 2.6 se presenta una integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones, dentro de un modelo más completo. Además, se propone una

taxonomía de factores de adopción analizados.

Objetivo específico 3

Estudiar las propuestas existentes para diseñar o evaluar aplicaciones *m-learning*, y establecer así un *marco de antecedentes*.

Estrategia 4: Realizar una revisión de la literatura sobre propuestas para diseñar o evaluar sistemas *m-learning*.

Estrategia 5: Realizar una revisión de la literatura sobre heurísticas de usabilidad adaptadas para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*.

Estrategia 6: Establecer un *marco de antecedentes* considerando las revisiones realizadas a partir de las estrategias 4 y 5.

En el capítulo 3 se han descrito las principales propuestas para el diseño y/o evaluación de sistemas *m-learning*, así como las principales heurísticas de usabilidad adaptadas para dispositivos tipo *smartphones* o *tablets*. Como consecuencia de este trabajo, se establece un *marco de antecedentes* que permite identificar los requisitos deseables que deben ser considerados al diseñar o evaluar este tipo de aplicaciones.

Objetivo específico 4

Examinar el *marco de antecedentes* para especificar un *framework conceptual* que permita evaluar aplicaciones *m-learning*, considerando *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad tecnológica en dispositivos móviles*.

Estrategia 7: Evaluar los conceptos definidos en el *marco de antecedentes*, y a partir de ahí, establecer cuáles son las mejores características de cada una de las propuestas existentes.

Estrategia 8: Proponer el *framework conceptual* que incluya la información necesaria para evaluar *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad* en aplicaciones *m-learning*.

La consecución de este objetivo se describe en la sección 3.4, en la que se presenta el *framework conceptual* creado para evaluar aplicaciones *m-learning*, y al que hemos denominado *MoLEF (MOBILE Learning Evaluation Framework)*. Dicho modelo toma como base el *marco de antecedentes* en el que se especifican los elementos o

criterios más importantes relacionados con la *usabilidad pedagógica* y la *usabilidad en dispositivos móviles*.

Objetivo específico 5

Investigar los *instrumentos de medición* más utilizados para evaluar sistemas informáticos, con el fin de construir un *instrumento* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*, considerando los criterios establecidos en el *framework* propuesto.

Estrategia 9: Realizar una revisión de la literatura sobre los *instrumentos de medición* existentes para evaluar sistemas informáticos.

Estrategia 10: Realizar una revisión de la literatura sobre los requisitos metodológicos necesarios para que los *instrumentos de medición* sean fiables y válidos.

Estrategia 11: Diseñar, construir y validar un *instrumento de medición* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*, considerando los *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad* incluidos en el *framework* propuesto.

La consecución de este objetivo se aborda en el capítulo 4, en el que se describe el proceso de construcción de un cuestionario que puede ser utilizado como instrumento de evaluación de la *usabilidad* de aplicaciones *m-learning* (CECAM). También se describen los *métodos estadísticos* que se aplicaron para obtener un instrumento válido y fiable, y se presentan los resultados obtenidos. El cuestionario CECAM contiene preguntas que están relacionadas con los elementos del *framework de evaluación* que ha sido propuesto en el capítulo 3, por tanto, son preguntas que nos permiten evaluar la *usabilidad pedagógica* y la *usabilidad de la interfaz* de las aplicaciones *m-learning*.

Objetivo específico 6

Desarrollar una *herramienta software* para dar soporte al proceso de evaluación de las aplicaciones *m-learning*, utilizando el *instrumento de medición* desarrollado.

Estrategia 12: Analizar y definir los requerimientos de la herramienta a desarrollar.

Estrategia 13: Realizar una revisión de los modelos de representación gráfica existentes, y elegir aquel que permita visualizar de la forma más adecuada los resultados de las evaluaciones realizadas.

Estrategia 14: Implementar la *herramienta software* para la evaluación de aplicaciones *m-learning*.

En la sección 4.6 se presenta la *herramienta software* creada para dar soporte a la aplicación del cuestionario CECAM. Dicha herramienta soporta la creación de encuestas o cuestionarios de evaluación, su publicación y cumplimentación en línea (apéndice F). Esta *herramienta* tiene como base el cuestionario CECAM, el cual se desarrolló para evaluar la usabilidad de aplicaciones *m-learning*. Además, genera resultados gráficos y estadísticos de las evaluaciones realizadas. Dado que existen diferentes factores y dimensiones del *framework* MoLEF, se han utilizado gráficas “tipo radar”, ya que permiten representar los valores de cada categoría a lo largo de un eje independiente, que se inicia en el centro del gráfico y finaliza en el anillo exterior. Por lo tanto, la *usabilidad* se ve reflejada por el tamaño de la superficie generada en dicho modelo de representación.

Objetivo específico 7

Analizar las metodologías de diseño de aplicaciones centradas en el usuario, para proponer un modelo de desarrollo de aplicaciones *m-learning*.

Estrategia 15: Realizar una revisión de la literatura sobre propuestas metodológicas para el diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario.

Estrategia 16: Elegir la metodología que mejor se adapte al desarrollo de aplicaciones *m-learning*, caracterizarla y enriquecerla con los elementos pertenecientes al *framework* propuesto.

En el capítulo 5 se ha propuesto un modelo para desarrollar aplicaciones *m-learning* centradas en el estudiante, basada en una ampliación de la metodología diseñada por (Granollers i Saltiveri, 2004). Dicho modelo permite evaluar las aplicaciones *m-learning* durante las distintas fases de desarrollo, considerando factores tanto pedagógicos, como de *usabilidad*, así como la experiencia del estudiante. Además, se destaca la consideración de los factores y criterios incluidos en MoLEF; así como el uso de técnicas ágiles para la obtención y evaluación de prototipos de *interfaces de usuario* destinadas a dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*.

También, se presenta un caso de estudio que consistió en desarrollar una aplicación *m-learning*, siguiendo las etapas descritas en el modelo y con el objetivo de comprobar la aplicabilidad de éste. Finalmente, se presenta una tabla comparativa que muestra los resultados obtenidos al evaluar la usabilidad de *Greedex Tab* y su versión

previa, que fue desarrollada sin utilizar esta metodología. En dicha tabla, se puede observar que *Greedex Tab* presenta una mejor usabilidad en comparación con la versión anterior.

6.2. Aportaciones científicas destacadas

Las aportaciones más relevantes de la propuesta desarrollada en el marco de esta tesis, desglosada en distintas áreas de conocimiento, son las siguientes:

6.2.1. Aportación a nivel conceptual

Siguiendo el orden cronológico en el que se desarrolla esta investigación, se puede identificar, como primer resultado relevante, el desarrollo de un *framework conceptual* que permite evaluar la *usabilidad* de las aplicaciones *m-learning* (MoLEF). Se considera una contribución científica en la medida que evoluciona con respecto a conceptualizaciones realizadas en trabajos previos relacionados con esta temática, en los que se abordan aspectos generales y abstractos para evaluar este tipo de aplicaciones (Capretz, et al., 2012; Kearney, et al., 2012; Parsons & Ryu, 2006; Vavoula & Sharples, 2009; Wei & So, 2012). Frente a estos trabajos, el *framework* propuesto integra y conceptualiza los elementos que deben considerarse al desarrollar o evaluar aplicaciones *m-learning*. Para ello, primero se estudian los factores que favorecen la adopción de este tipo de aplicaciones. Después, se establece un conjunto de características específicas relacionadas con *aspectos pedagógicos* que deben ser consideradas. Finalmente, se establece y se integra un conjunto de *heurísticas de usabilidad* adaptadas para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*.

6.2.2. Aportación a nivel metodológico

La primera aportación de esta tesis, en el ámbito metodológico, es la realización de una *revisión sistemática* de la literatura en el área del *m-learning* y la *usabilidad móvil*, ya que presenta el estado actual de las investigaciones relacionadas en estas áreas. Se identifican los principales enfoques que han adoptado dichas publicaciones, así como los dispositivos móviles y sistemas operativos más utilizados. Dicha revisión contribuye en la comunidad científica, ya que presenta las tendencias y las necesidades actuales dentro de estos campos de investigación. Además, se presenta un apéndice (apéndice A) con la lista de artículos considerados en la *revisión sistemática*, los cuales

están organizados de acuerdo a la clasificación realizada en dicho estudio, con el fin de facilitar la búsqueda de documentos relacionados con un tema en particular.

Otra aportación en este ámbito es el desarrollo de un modelo para desarrollar y evaluar aplicaciones *m-learning*, el cual está basado en la metodología diseñada por (Granollers i Saltiveri, 2004). Dicho modelo ha sido ampliado para considerar, durante las fases de desarrollo y de evaluación, la experiencia de los estudiantes y los *aspectos pedagógicos y tecnológicos* incluidos en el *framework* MoLEF. Se considera una aportación ya que no se encontraron metodologías o *guidelines* que guíen a los desarrolladores de *software* a la hora de diseñar, implementar y evaluar este tipo de aplicaciones.

6.2.3. Aportación a nivel tecnológico

En lo que se refiere al ámbito tecnológico, la contribución principal es el desarrollo de una *herramienta software*, que permite crear encuestas o cuestionarios de evaluación, así como obtener resultados gráficos y estadísticos. Aunque se ha instanciado para dar soporte al cuestionario CECAM, es una herramienta genérica que permite el despliegue de otros cuestionarios o instrumentos de validación basados en cuestionarios y escalas (apéndice F). Además, se propone un *instrumento de medición* (CECAM) que permite evaluar las aplicaciones *m-learning*. Dicho instrumento es un cuestionario válido y fiable, que incluye un conjunto de heurísticas y preguntas relacionadas con los *aspectos pedagógicos y de usabilidad en dispositivos móviles*, los cuales están incluidos en el *framework conceptual* propuesto en esta tesis (MoLEF). Se considera una aportación porque en la revisión de la literatura no se encontró ningún instrumento o herramienta destinada a evaluar este tipo de aplicaciones.

6.3. Comparación entre propuestas para evaluar aplicaciones *m-learning*

En esta sección se presenta una comparativa entre los *frameworks* de las propuestas presentadas en el capítulo 3 y la propuesta realizada en el contexto de este tesis, con el fin de encontrar las fortalezas y debilidades de cada una de ellas. Específicamente, se comparan aquellos trabajos en los cuales se proponen elementos que deberían ser considerados al evaluar aplicaciones *m-learning*. Dicha comparación se presenta en la Tabla 6-1, en la que se puede observar cuáles son los elementos que se

evalúan completamente, de manera parcial, y cuáles quedan solo como recomendación o sugerencia para la evaluación.

Evaluación de aplicaciones <i>m-learning</i>											
Referencias	Usabilidad Pedagógica						Usabilidad de la interfaz de usuario				
	Contenido	Recursos Multimedia	Actividades educativas	Interacción social	Personalización	Diseño	Navegación	Customización	Retroalimentación	Motivación	
(Parson et al., 2006)	P	P	-	P	-	P	-	-	R	R	
(Vavoula & Sharples, 2009)	-	-	R	-	-	R	R	R	R	R	
(Kantore et al., 2010)	P	P	-	-	-	P	P	P	P	-	
(Wei & So, 2012)	R	-	R	R	-	-	-	-	R	R	
(Capretz et al., 2012)	R	P	-	R	-	P	P	P	R	R	
(Kearney et al., 2012)	-	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	
MoLEF	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

P = Evaluación Parcial

R = Recomendando la evaluación

✓= Evaluación global

Tabla 6-1: Comparación entre propuestas para evaluar aplicaciones *m-learning*.

Analizando las propuestas podemos concluir que la mayoría solo recomienda o evalúa parcialmente los elementos deseables en una aplicación *m-learning* (Capretz, et al., 2012; Kantore & Van Greunen, 2010; Parsons & Ryu, 2006; Vavoula & Sharples, 2009; Wei & So, 2012), con excepción del *framework* propuesto (MoLEF) y el trabajo de Kearney et al. (2012), en el que sí se consideran aspectos específicos para evaluar dichos elementos. Sin embargo, este último solo considera algunos *aspectos pedagógicos*. Por lo tanto, podemos considerar el desarrollo de *framework* MoLEF como una aportación al área de la evaluación de aplicaciones *m-learning*.

6.4. Líneas de trabajo futuro

Durante la realización de esta tesis doctoral se han identificado nuevos retos, que finalmente, se han quedado postergados para fases posteriores de investigación. Existen también una serie de aspectos que han sido considerados como mejoras a este trabajo de investigación. Algunas de las mejoras más destacables, que se abordarán próximamente, de cara a enriquecer este trabajo son:

- Puesto que el cuestionario de evaluación de aplicaciones *m-learning*, presentado en el capítulo 4, se construyó en base a una prueba piloto, se pretende realizar un nuevo experimento para analizar, verificar o depurar el instrumento de manera definitiva. Para ello se utilizará una muestra más grande (se recomiendan al menos 200 sujetos).
- En el experimento mencionado anteriormente, también se quiere investigar las estructuras causales entre los factores incluidos en el *framework conceptual* propuesto (MoLEF). Para ello se aplicarán modelos de ecuaciones estructurales, los cuales permiten conocer las variables que causan un efecto sobre otras variables que, a su vez, pueden trasladar estos efectos a otras variables.
- Realizar un estudio de la literatura sobre la *gamificación* e investigar cuáles son los componentes o elementos que deben ser considerados al gamificar un sistema o una aplicación. El objetivo es integrar estos elementos en el *framework* propuesto en esta tesis (MoLEF), con el fin de evaluar aplicaciones móviles educativas gamificadas. Recientes estudios mencionan que la *gamificación* ayuda a reforzar habilidades concretas en el ámbito escolar (de-Marcos, Garcia-Lopez, & Garcia-Cabot, 2016), así como estimular el interés por seguir aprendiendo (da Rocha Seixas, Gomes, & de Melo Filho, 2016).

- Estudiar la factibilidad y validez de utilizar las propuestas presentadas en esta tesis (el *framework de evaluación*, el modelo para desarrollar aplicaciones *m-learning* y la *herramienta de soporte*) para desarrollar o evaluar cualquier *software* educativo, con independencia de la plataforma de soporte.

6.5. Publicaciones

Las distintas aportaciones y conclusiones alcanzadas durante la realización de esta tesis doctoral han sido publicadas y defendidas en diversas revistas, conferencias y congresos, tanto a nivel nacional como internacional. Los foros científicos en los que se ha presentado la propuesta pertenecen, fundamentalmente, a las áreas de la Interacción Persona-Ordenador y las Ciencias de la Educación.

El desglose, en cifras, de las publicaciones realizadas son las siguientes: 2 artículos en revista internacional indexada en el *Journal Citations Reports* (JCR); 1 artículo en revista internacional, 4 artículos en revistas nacionales y 5 artículos en congresos internacionales.

A continuación se enumeran cada una de estas publicaciones, acompañando cada publicación de un breve resumen de su contenido. De esta forma, se puede el seguir el camino trazado en esta investigación, hasta llegar al trabajo que aquí se presenta.

- Con el objetivo de conocer y analizar el estado actual de la literatura en el área del *m-learning*, se realizó una revisión de la literatura. En las siguientes publicaciones se presenta un análisis del estado actual de las investigaciones en el ámbito del *m-learning* y la *usabilidad móvil*, aplicando la metodología del *mapeo sistemático* de la literatura. En este estudio se identificaron los principales enfoques que toman las diferentes publicaciones analizadas. El objetivo de este trabajo fue conocer las tendencias y las necesidades existentes dentro del área del diseño y evaluación de sistemas *m-learning*. Además, se propone un modelo que evalúe las aplicaciones *m-learning* durante las fases de desarrollo, considerando factores pedagógicos, de *usabilidad*, y la experiencia del estudiante, para mejorar la calidad de uso de estas aplicaciones, y mejorar la experiencia del alumno en el aprendizaje móvil.

Navarro, C. X., Molina A. I., Redondo M. A. “*Marco para la evaluación de sistemas m-learning: análisis de la situación y propuesta*”. XV International Conference on Human Computer Interaction (INTERACCIÓN 2014). Puerto de la Cruz. Tenerife, España.

ISBN 10: 84-697-1072-9

ISBN 13: 978-84-697-1072-2

DOI: [10.1145/2662253.2662265](https://doi.org/10.1145/2662253.2662265)

Navarro, C. X., Molina, A. I., & Redondo, M. “*Towards a Model for Evaluating the Usability of M-learning Systems: from a Mapping Study to an Approach*”. *Latin America Transactions, IEEE* (Revista IEEE America Latina), 13(2), 552-559, 2015.

ISSN: 1548-0992 (Indexada en ISI-JCR, IF 2014: 0,326)

DOI: [10.1109/TLA.2015.7055578](https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7055578)

- Con el objetivo de proponer una *taxonomía* que permita definir los factores que favorecen la adopción del *m-learning*, se realizó una revisión de la literatura. En las siguientes publicaciones se presenta un estudio de la literatura de las principales contribuciones que abordan los factores de adopción del *m-learning*. Los resultados de dicho estudio muestran la existencia e influencia de un amplio rango de factores que mejoran las posibilidades de adopción de este tipo de aplicaciones. Por tanto, se realizó una integración de los factores validados por cada autor y sus relaciones, dentro de un modelo más completo. Además, se propone una taxonomía o clasificación de estos factores de adopción en tres categorías: *pedagógica, tecnológica y aspectos de los estudiantes*.

Navarro C. X., Molina A. I., Redondo M. A. “*Review of Factors Influencing Students’ Acceptance in M-learning and Proposal of a Taxonomy*”. In the Journal IEEE Transactions on Learning Technologies (TLT). ISSN: 1939-1382. Revista indexada en ISI SCI JCR con factor de impacto 1,283. (*En proceso de revisión, sometido el 15 de marzo del 2016*).

Navarro C. X., Molina A. I., Redondo M. A., Ortega M. “*Factores que favorecen la adopción del m-learning: Una Revisión de la Literatura y Propuesta de una Taxonomía*”. En el XVII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2016). Salamanca, España. (*En proceso de revisión*).

- En los siguientes artículos se describe el *framework de evaluación* propuesto. Dicho *framework* permite evaluar la usabilidad de las aplicaciones *m-learning*, considerando *aspectos pedagógicos* y de *usabilidad en dispositivos móviles*, para mejorar la calidad de uso de estas aplicaciones y la experiencia del estudiante.

Navarro, C. X., Molina A. I., Redondo M. A. “*Developing a framework to evaluate usability in m-learning system: Mapping Study and proposal*”. Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM´2014). 357-364. Salamanca, España.
 ISBN: 978-1-4503-2896-8
 DOI: [10.1145/2669711.2669924](https://doi.org/10.1145/2669711.2669924)

Navarro, C. X., Molina, A. I., Redondo M. & Juárez-Ramírez, R. “*Framework para Evaluar Sistemas M-learning: Un Enfoque Tecnológico y Pedagógico*”. *Versión Abierta Español-Portugués de la Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE VAEP-RITA)*, 3(1), 38-45, 2015.
 ISSN: 2255-5706 (Indexada: Google Scholar)

Navarro, C. X., Molina, A. I., Redondo M. & Juárez-Ramírez, R. “*Framework to Evaluate M-learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach*”. *IEEE Journal of Latin-American Learning Technologies (IEEE-RITA)*. Vol. 11, Issue: 1, pp. 1-8 2016.
 ISSN: 1932-8540 (Indexada: [Emerging Sources Citation Index](#))
 DOI: [10.1109/RITA.2016.2518459](https://doi.org/10.1109/RITA.2016.2518459)

Los siguientes artículos son trabajos transversales o de colaboración, en los cuales se utilizó el *framework de evaluación* propuesto en esta tesis. Específicamente, dicho *framework* fue utilizado para mejorar o crear metodologías de desarrollo que necesitan incorporar *aspectos pedagógicos* o de *usabilidad*.

- En el primer artículo que se presenta a continuación se describe la metodología CIAM (*Collaborative Interactive Applications Methodology*) (Molina, Redondo, & Ortega, 2006) y su proceso de mejora al integrar el *framework* MoLEF. El objetivo de la nueva versión de la metodología (*CIAM Mobile*) es diseñar aplicaciones colaborativas con fines educativos, específicamente, para dispositivos móviles. En el segundo artículo se presenta la implementación de una aplicación *m-learning* (*GreedEx Tab*), utilizando la metodología *CIAM Mobile*.

Redondo, M. A., Molina, A. I., & **Navarro, C. X.** “*Extending CIAM Methodology to Support Mobile Application Design and Evaluation: A Case Study in m-Learning*”. In *Cooperative Design, Visualization, and Engineering (CDVE 2015)*. Springer International Publishing, 2015. pp. 11-18.
 Print ISBN: 978-3-319-24131-9

Online ISBN: 978-3-319-24132-6

DOI: [10.1007/978-3-319-24132-6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24132-6)

Arroyo, Y., **Navarro C. X.**, Molina A. I., & Redondo M. A. “*CIAM Mobile: Methodology Supporting Mobile Application Design and Evaluation Applied on GreedEx Tab*”. In The 13th International Conference on Cooperative Design Visualization and Engineering (CDVE 2016). Sydney, Australia.

- En el siguiente artículo se propone un método de desarrollo de sistemas de aprendizaje colaborativo para dar soporte al modelado gráfico en grupo. Dicho método está basado en el uso de modelos a lo largo del desarrollo y considera aspectos de *usabilidad pedagógica* (mediante la aplicación de las heurísticas propuestas en MoLEF para considerar este aspecto durante el diseño) para asegurar que el sistema obtenido tiene en cuenta los aspectos propios del ámbito educativo.

Molina A. I., Gallardo J., Redondo M. A., **Navarro C. X.**, Lacave C. “*Desarrollando herramientas CSCL mediante un enfoque metodológico basado en modelos que considera la usabilidad pedagógica*”. En XVII International Conference on Human Computer Interaction (Interacción 2016). Salamanca, España. (*En proceso de revisión*).

- En el siguiente artículo se propone un modelo que establece relaciones entre elementos cualitativos de la motivación y los tres elementos más importantes de los sistemas de software: (1) usuario, (2) interfaz de usuario y (3) el contenido de la aplicación. La validación del modelo está encaminada hacia aspectos ligados directamente con el usuario y la motivación, tales como los objetivos y las capacidades cognitivas de los usuarios. Los resultados de las pruebas preliminares permiten concluir que estos elementos son los que presentan mayor influencia en la motivación del usuario.

Juárez-Ramírez, R., Jiménez, S., Ramírez-Noriega, A., Inzunza, S., Quezada, A., **Navarro C. X.** “*Mejora de la Usabilidad de Sistemas de Software: Un Modelo orientado hacia la Motivación del Usuario*”. Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software (CONISOFT’2015), pp. 89-99. San Luis Potosí, México.

ISBN: 978-0-692-43292-1

- En el siguiente artículo se describe la experiencia que consistió en evaluar diferentes aspectos de un curso universitario. Los aspectos que se evaluaron están relacionados con la aplicabilidad de los contenidos del curso, el esfuerzo requerido para aprender

o comprender dicho contenido, la idoneidad de las actividades propuestas, el método de trabajo, los métodos de evaluación, entre otros. Las lecciones aprendidas en esta experiencia permitieron mejorar el diseño instruccional de dicho curso.

Molina, A., Lacave, C., Redondo, M., Ortega, M., **Navarro C.** “*An experience for assessing the application of EHEA methods in a Computer Science HCI subject*”. International Magazine on Advances in Computer Science and Telecommunication (IMACST), Vol. 4, No. 2, 53-60. 2013. ISSN: 1857-7202 (indexada: Google Scholar, CiteSeerX, DOAJ – Directory of Open Access Journals, Colorado Alliance of Research Libraries: Open Access Digital Library, Ulrich's International Periodicals Directory).
Link: <http://imacst.com/author/index.php/IMACST/article/view/86/65>

Apéndice A. Artículos Relevantes para el Estudio del Mapeo Sistemático de la Literatura

A continuación se presenta la lista de artículos considerados en el *mapeo sistemático* realizado en esta investigación, y descrito en la sección 2.5. Los artículos están ordenados de acuerdo a la clasificación realizada en dicho estudio.

Aplicaciones M-learning	
1	Hashim, A. S., Ahmad, W. F. W., & Ahmad, R. (2011, June). Mobile learning course content application as a revision tool: The effectiveness and usability. In <i>Pattern Analysis and Intelligent Robotics (ICPAIR), 2011 International Conference on</i> (Vol. 2, pp. 184-187). IEEE.
2	Chee, Y. S., Tan, E. M., & Liu, Q. (2010, April). Statecraft X: Enacting citizenship education using a mobile learning game played on Apple iPhones. In <i>Wireless, Mobile and Ubiquitous Technologies in Education (WMUTE), 2010 6th IEEE International Conference on</i> (pp. 222-224). IEEE.
3	Seraj, M., & Wong, C. Y. (2012, June). A study of user interface design principles and requirements for developing a mobile learning prototype. In <i>Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on</i> (Vol. 2, pp. 1014-1019). IEEE.
4	Kamaruzaman, M. F., & Zainol, I. H. (2012, December). Behavior response among secondary school students development towards mobile learning application. In <i>Humanities, Science and Engineering (CHUSER), 2012 IEEE Colloquium On</i> (pp. 589-592). IEEE.
5	Erradi, A., Nahia, S., Almerkhi, H., & Al-kailani, L. (2012, October). LingoSnacks: m-Learning platform for language learning. In <i>Information Science and Technology (CIST), 2012 Colloquium in</i> (pp. 149-154). IEEE.
6	Schmitz, B., Klemke, R., Specht, M., Hoffmann, M., & Klamma, R. (2012, July). Developing a mobile game environment to support disadvantaged learners. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on</i> (pp. 223-227). IEEE.
7	Dominguez-Noriega, S., Agudo, J. E., & Santamaria, H. S. (2012, October). Supporting mobile learning through interactive video: ViMoLe. In <i>Computers in Education (SIIE), 2012 International Symposium on</i> (pp. 1-6). IEEE.
8	Isabwe, G. M. N., & Reichert, F. (2012, July). Developing a formative assessment system for mathematics using mobile technology: A student centred approach. In <i>Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on</i> (pp. 1-6). IEEE.
9	Gu, Y. X., Chen, V. H. H., Koh, R. K. C., & Duh, H. B. L. (2010, July). Facilitating learning interests through mobile information visualization. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on</i> (pp. 323-327). IEEE.
10	Boticki, I., Barisic, A., Martin, S., & Drljevic, N. (2012, March). Sortko: Learning Sorting Algorithms with Mobile Devices. In <i>Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference on</i> (pp. 49-56). IEEE.

11	Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Rando, N. (2013). Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game. <i>Computers & Education</i> , 64, 1-23.
12	Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. <i>Computers & Education</i> , 64, 24-41.
13	Magal-Royo, T., Giménez-López, J. L., & Laborda, J. G. (2012). Multimodal interaction on English testing academic assessment. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 46, 5824-5827.
14	Chin, K. Y., & Chen, Y. L. (2013). A mobile learning support system for ubiquitous learning environments. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 73, 14-21.
15	Sandberg, J., Maris, M., & de Geus, K. (2011). Mobile English learning: An evidence-based study with fifth graders. <i>Computers & Education</i> , 57(1), 1334-1347.
16	Fernández-López, Á., Rodríguez-Fórtiz, M. J., Rodríguez-Almendros, M. L., & Martínez-Segura, M. J. (2013). Mobile learning technology based on iOS devices to support students with special education needs. <i>Computers & Education</i> , 61, 77-90.
17	Brown, D. J., McHugh, D., Standen, P., Evett, L., Shopland, N., & Battersby, S. (2011). Designing location-based learning experiences for people with intellectual disabilities and additional sensory impairments. <i>Computers & Education</i> , 56(1), 11-20.
18	Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. <i>Computers & Education</i> , 68, 314-321.
19	Nedungadi, P., & Raman, R. (2012). A new approach to personalization: integrating <i>e-learning</i> and <i>m-learning</i> . <i>Educational Technology Research and Development</i> , 60(4), 659-678.
20	Kuhn, A., Quintana, C., & Soloway, E. (2009, June). StoryTime: a new way for children to write. In <i>Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children</i> (pp. 218-221). ACM.
21	Rochadel, W., Simão, S., Pedro, J., Bento da Silva, J., & da Costa Alves, G. R. (2013, February). Educational application of remote experimentation for mobile devices. In <i>Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 2013 10th International Conference on</i> (pp. 1-6). IEEE.
22	Yang, H. C., & Wang, W. Y. (2011, July). Facilitating Academic Service-Learning with Android-Based Applications and Ubiquitous Computing Environment. In <i>Ubi-Media Computing (U-Media), 2011 4th International Conference on</i> (pp. 191-196). IEEE.
23	Ahmad, W. F. W., Shaarani, A. R. S., & Afrizal, S. (2012, June). Mobile language translation game. In <i>Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on</i> (Vol. 2, pp. 1099-1104). IEEE.
24	Wang, A. I., Wu, B., & Bakken, S. K. (2010, December). Experiences from implementing a face-to-face educational game for iPhone/iPod Touch. In <i>Games Innovations Conference (ICE-GIC), 2010 International IEEE Consumer Electronics Society's</i> (pp. 1-8). IEEE.
25	Edge, D., Cheng, K. Y., Whitney, M., Qian, Y., Yan, Z., & Soong, F. (2012, September). Tip tap tones: mobile microtraining of mandarin sounds. In <i>Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services</i> (pp. 427-430). ACM.
26	Über, Z. M. A., & Kongresse, G. M. A. (2013). "Mediman"-Smartphone als Plattform zum Lernen?. <i>GMS Z Med Ausbild</i> , 30, 1.
27	Röpke, J., & Schneider, G. Mobile Referencing System for Printed Media.
28	De Clunie, G. T., Serrão, T., Braz, L. M., Serrão, T., Rangel, N., Castillo, A., ... & Riley, J. (2012, May). Developing an Android based learning application for mobile devices. In <i>Telematics and Information Systems (EATIS), 2012 6th Euro American Conference on</i> (pp. 1-

	7). IEEE.
29	Dearman, D., & Truong, K. (2012, May). Evaluating the implicit acquisition of second language vocabulary using a live wallpaper. In <i>Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> (pp. 1391-1400). ACM.
30	Campigotto, R., McEwen, R., & Epp, C. D. (2013). Especially social: Exploring the use of an iOS application in special needs classrooms. <i>Computers & Education</i> , 60(1), 74-86.
31	Tian, K., Endo, M., Urata, M., Mouri, K., & Yasuda, T. (2013, December). Development of a Multi-viewpoint AR-Based Mobile Learning System for Supporting Lunar Observation. In <i>Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), 2013 International Conference on</i> (pp. 1034-1041). IEEE.
32	Sameh, A. (2013, May). Developing an M-Learning Pilot for Qur'an and Its Sciences. In <i>e-Learning" Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity", 2013 Fourth International Conference on</i> (pp. 1-8). IEEE.
33	Gutiérrez Rodríguez, V., Sánchez Berriel, I., García, R., Luis, J., de Antonio, M., Marina, L., & Riera Quintana, C. (2014, June). M-learning project and M-EANor: Two teaching projects from the Degree in Computer Science and Engineering. In <i>Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (Technologies Applied to Electronics Teaching)(TAE), 2014 XI</i> (pp. 1-6). IEEE.
34	Punjabi, D. M., Tung, L. P., & Lin, B. S. P. (2013, December). CrowdSMILE: A Crowdsourcing-Based Social and Mobile Integrated System for Learning by Exploration. In <i>Ubiquitous Intelligence and Computing, 2013 IEEE 10th International Conference on and 10th International Conference on Autonomic and Trusted Computing (UIC/ATC)</i> (pp. 521-526). IEEE.
35	Isotani, S., Pedro, L. Z., Reis, H. M., Borges, S. S., Lopes, A. M., Souza, J., ... & Brandão, L. O. (2014, July). Interactive Geometry Goes Mobile with GeoTouch. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on</i> (pp. 181-185). IEEE.
36	De Villiers, M. R., & Harpur, P. A. (2013, October). Design-based research-the educational technology variant of design research: illustrated by the design of an m-learning environment. In <i>Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference</i> (pp. 252-261). ACM.
37	Munteanu, C., Molyneaux, H., Maitland, J., McDonald, D., Leung, R., Fournier, H., & Lumsden, J. (2014). Hidden in plain sight: low-literacy adults in a developed country overcoming social and educational challenges through mobile learning support tools. <i>Personal and ubiquitous computing</i> , 18(6), 1455-1469.
38	Ferrer, M. H., Hodges, J., & Bonnardel, N. (2013, August). The MoLE project: an international experiment about mobile learning environment. In <i>Proceedings of the 31st European Conference on Cognitive Ergonomics</i> (p. 32). ACM.
39	Nagata, J. J., & Giner, J. R. G. B. (2014, October). Model of augmented reality and pedestrian navigation about the territorial heritage: design, implementation and evaluation. In <i>Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality</i> (pp. 633-637). ACM.
40	McNally, B., Guha, M. L., Norooz, L., Rhodes, E., & Findlater, L. (2014, June). Incorporating peephole interactions into children's second language learning activities on mobile devices. In <i>Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children</i> (pp. 115-124). ACM.
41	Coenen, T., Mostmans, L., & Naessens, K. (2013). MuseUs: Case study of a pervasive cultural heritage serious game. <i>Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)</i> , 6(2), 8.
42	Baloian, N., Pino, J. A., & Vargas, R. (2013, November). Tablet gestures as a motivating factor for learning. In <i>Proceedings of the 2013 Chilean Conference on Human-Computer Interaction</i> (pp. 98-103). ACM.
43	Ivanov, R. (2013, June). NFC-based pervasive learning service for children. In <i>Proceedings of</i>

	<i>the 14th International Conference on Computer Systems and Technologies</i> (pp. 329-336). ACM.
44	Skiada, R., Soroniati, E., Gardeli, A., & Zissis, D. (2014). EasyLexia: A mobile application for children with learning difficulties. <i>Procedia Computer Science</i> , 27, 218-228.
45	Segaran, K., Ali, A. Z. M., & Hoe, T. W. (2014). Usability and user satisfaction of 3D talking-head mobile assisted language learning (MALL) app for non-native speakers. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 131, 4-10.
46	Wald, M., Li, Y., & Draffan, E. A. (2014). Synote: Collaborative mobile learning for all. <i>Procedia Computer Science</i> , 27, 240-250.
47	Saorin, J. L., de La Torre, J., Martín, N., & Carbonell, C. (2013). Spatial training using digital tablets. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 93, 1593-1597.
48	Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. <i>Computers & Education</i> , 68, 545-556.
49	Zender, R., Metzler, R., & Lucke, U. (2014). FreshUP—A pervasive educational game for freshmen. <i>Pervasive and Mobile Computing</i> , 14, 47-56.
50	Schmitz, B., Ternier, S., Kalz, M., Klemke, R., & Specht, M. (2013). Designing a mobile learning game to investigate the impact of role-playing on helping behaviour. In <i>Scaling up Learning for Sustained Impact</i> (pp. 357-370). Springer Berlin Heidelberg.
51	Dirin, A., & Casarini, M. (2014). Adaptive M-learning Application for Driving Licences Candidates Based on UCD for M-learning Framework. In <i>CSEDU (3)</i> (pp. 187-193).
52	Gómez, S., Zervas, P., Sampson, D. G., & Fabregat, R. (2013, July). Supporting context-aware adaptive and personalized Mobile learning delivery: evaluation results from the use of UoLm Player. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2013 IEEE 13th International Conference on</i> (pp. 354-358). IEEE.
53	Hashim, A. S., Wan Ahmad, W. F., Jaafar, A., & Md Nordin, S. (2013). A proposed mobileSchool system for requirements of secondary schools in Malaysia. <i>Journal of Software</i> , 8(12), 3229-3237.
54	Stirling, A., & Birt, J. (2014). An enriched multimedia eBook application to facilitate learning of anatomy. <i>Anatomical sciences education</i> , 7(1), 19-27.
55	Kamil, W. A., Fadahl, Z. A., Shukur, B. S., Al-khafaji, N. J., & Azeez, N. M. H. (2014, May). Mobile school: Face-to-face learning interface for Iraqi students in Malaysia. In <i>Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP), 2014 Fourth International Conference on</i> (pp. 132-137). IEEE.
56	Laborda, J. G., Royo, T. M., Litzler, M. F., & López, J. L. G. (2014). Mobile Phones for Spain's University Entrance Examination Language Test. <i>Educational Technology & Society</i> , 17(2), 17-30.
57	Vogel, B., Kurti, A., Milrad, M., Johansson, E., & Müller, M. (2014). Mobile Inquiry Learning in Sweden: Development Insights on Interoperability, Extensibility and Sustainability of the LETS GO Software System. <i>Educational Technology & Society</i> , 17(2), 43-57.
58	Ryokai, K., & Agogino, A. (2013). Off the paved paths: Exploring nature with a mobile augmented reality learning tool. <i>International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI)</i> , 5(2), 21-49.
59	Yu, M., & Wang, J. (2013, December). The Design and Implementation of a Mobile Massive Open Online Courses Platform. In <i>Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services</i> (p. 663). ACM.
60	Giemza, A., Manske, S., & Hoppe, H. U. (2013). Supporting the Formation of Informal Learning Groups in a Heterogeneous Information Environment. In <i>proceedings of the 21st International Conference on Computers in Education</i> (pp. 367-375).
61	Papavasiliou, S., Saridaki, M., Mourlas, C., & Van Isacker, K. (2014, July). Providing assistive

	ICT learning for people with disabilities through a personalized mobile application. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on</i> (pp. 592-596). IEEE.
Guidelines/Frameworks	
62	Fetaji, M., & Dika, Z. (2008, June). Usability testing and evaluation of a mobile software solution: a case study. In <i>Information Technology Interfaces, 2008. ITI 2008. 30th International Conference on</i> (pp. 501-506). IEEE.
63	Fetaji, M., & Fetaji, B. (2011, June). Devising M-learning usability framework. In <i>Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2011 33rd International Conference on</i> (pp. 275-280). IEEE.
64	Heng, L. E., & Sangodiah, A. (2012, June). End user's perspective of usability in mobile learning system. In <i>Computer & Information Science (ICCIS), 2012 International Conference on</i> (Vol. 2, pp. 1095-1098). IEEE.
65	Hashim, A. S., & Ahmad, W. F. W. (2011, November). A study on generic conceptual framework for customized mobile learning management system (CMLMS). In <i>Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), 2011 IEEE International Conference on</i> (pp. 321-326). IEEE.
66	Razaque, A., & Elleithy, K. (2012, July). Supportive framework and innovative mobile application to augment mobile collaborative learning (MCL) activities. In <i>Education and e-Learning Innovations (ICEELI), 2012 International Conference on</i> (pp. 1-6). IEEE.
67	Hashim, A. S., & Ahmad, W. F. W. (2012, November). The development of new conceptual model for MobileSchool. In <i>Computer Modeling and Simulation (EMS), 2012 Sixth UKSim/AMSS European Symposium on</i> (pp. 517-522). IEEE.
68	Rauch, M. (2011, October). Mobile documentation: Usability guidelines, and considerations for providing documentation on Kindle, tablets, and smartphones. In <i>Professional Communication Conference (IPCC), 2011 IEEE International</i> (pp. 1-13). IEEE.
69	Nordin, N., Embi, M. A., & Yunus, M. M. (2010). Mobile learning framework for lifelong learning. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 7, 130-138.
70	Coursaris, C. K., & Kim, D. J. (2011). A meta-analytical review of empirical mobile usability studies. <i>Journal of usability studies</i> , 6(3), 117-171.
71	Hussain, A., & Ferneley, E. (2008, November). Usability metric for mobile application: a goal question metric (GQM) approach. In <i>Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services</i> (pp. 567-570). ACM.
72	Tucker, T. G., & Winchester III, W. W. (2009, March). Mobile learning for just-in-time applications. In <i>Proceedings of the 47th Annual Southeast Regional Conference</i> (p. 17). ACM.
73	Elias, T. (2011). Universal instructional design principles for mobile learning. <i>The International Review of Research in Open and Distributed Learning</i> , 12(2), 143-156.
74	Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. <i>Educational Technology & Society</i> , 9(2), 178-197.
75	Fetaji, B., Ebibi, M., & Fetaji, M. (2012, June). Expert based learning (EXBL) methodology and performance measurement quiz (PMQ) to evaluate learning and develop performance measures. In <i>Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2012 34th International Conference on</i> (pp. 189-194). IEEE.
76	Parsons, D., Ryu, H., & Cranshaw, M. (2007). A design requirements framework for mobile learning environments. <i>Journal of Computers</i> , 2(4), 1-8.
77	Gu, X., Gu, F., & Laffey, J. M. (2011). Designing a mobile system for lifelong learning on the move. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> , 27(3), 204-215.
78	Billi, M., Burzagli, L., Catarci, T., Santucci, G., Bertini, E., Gabbanini, F., & Palchetti, E.

	(2010). A unified methodology for the evaluation of accessibility and usability of mobile applications. <i>Universal Access in the Information Society</i> , 9(4), 337-356.
79	Economides, A. A., & Nikolaou, N. (2008). Evaluation of handheld devices for mobile learning. <i>International Journal of Engineering Education</i> , 24(1), 3.
80	Economides, A. A. (2008). Requirements of mobile learning applications. <i>International Journal of Innovation and Learning</i> , 5(5), 457-479.
81	Hamdeh, M. A., & Hamdan, A. (2010). Using analytical hierarchy process to measure critical success factors of m-learning. In <i>European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems. Abu Dhabi</i> .
82	Seong, D. S. K. (2006, October). Usability guidelines for designing mobile learning portals. In <i>Proceedings of the 3rd international conference on Mobile technology, applications & systems</i> (p. 25). ACM.
83	Boja, C., Bătăgan, L., & Vişoiu, A. (2011, June). Validation of a multi-criteria model used to evaluate M-Learning applications quality. In <i>Proceedings of the 12th International Conference on Computer Systems and Technologies</i> (pp. 590-595). ACM.
84	Harrison, R., Flood, D., & Duce, D. (2013). Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. <i>Journal of Interaction Science</i> , 1(1), 1-16.
85	Jonas-Dwyer, D. R. D., Clark, C., Celenza, A., & Siddiqui, Z. S. (2012). Evaluating Apps for Learning and Teaching. <i>iJET</i> , 7(1), 54-57.
86	Barbosa, E. F. (2013, March). A requirements catalog for mobile learning environments. In <i>Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing</i> (pp. 1266-1271). ACM.
87	Taharim, N. F., Mohd Lokman, A., Isa, W. M., Rahim, W. A., Noor, M., & Laila, N. (2013, December). A relationship model of playful interaction, interaction design, kansei engineering and mobile usability in mobile learning. In <i>Open Systems (ICOS), 2013 IEEE Conference on</i> (pp. 22-26). IEEE.
88	Duarte Filho, F., & Barbosa, E. F. (2013, October). A contribution to the quality evaluation of mobile learning environments. In <i>Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE</i> (pp. 379-382). IEEE.
89	Wang, M., Xiao, J., Chen, Y., & Min, W. (2014, June). Mobile learning design: The LTCS model. In <i>Intelligent Environments (IE), 2014 International Conference on</i> (pp. 318-325). IEEE.
90	Zhang, T., Lu, S., Zhang, Z., & Li, J. (2013, October). Web-based collaboration system to improve the interactivity for mobile education through smart devices. In <i>Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE</i> (pp. 184-189). IEEE.
91	Chipangura, B. (2013, October). Categorizing the provision of mobile centric information access and interaction for higher educational institutions. In <i>Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference</i> (pp. 101-110). ACM.
92	Prieto, J. C. S., Migueláñez, S. O., & García-Peñalvo, F. J. (2014, October). Mobile learning adoption from informal into formal: an extended TAM model to measure mobile acceptance among teachers. In <i>Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality</i> (pp. 595-602). ACM.
93	Oyibo, K., & Hamada, M. (2013, December). A Framework for Instantiating Native Mobile Multimedia Learning Applications on Android Platform. In <i>Proceedings of International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia</i> (p. 589). ACM.
94	Pilar, R. A., Jorge, A., & Cristina, C. (2013). The use of current mobile learning applications in EFL. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 103, 1189-1196.
95	Green, L. S., Hechter, R. P., Tysinger, P. D., & Chassereau, K. D. (2014). Mobile app selection for 5th through 12th grade science: The development of the MASS rubric. <i>Computers &</i>

	<i>Education</i> , 75, 65-71.
96	Wei, J., Zhang, H., & Zhuo, J. (2013). Mobile learning usability comparison between the US and Chinese online education. <i>International Journal of Innovation and Learning</i> , 13(1), 96-120.
97	Harpur, P. A., & De Villiers, M. R. (2014). Synthesis of a framework of design guidelines for m-learning environments. <i>Proceedings of the 6th International on Computer Supported Education (CSEDU), Barcelona, Spain</i> .
98	Alrasheedi, M., & Capretz, L. F. (2013, June). Applying CMM towards an m-learning context. In <i>Information Society (i-Society), 2013 International Conference on</i> (pp. 146-151). IEEE.
99	Al-Sa'di, A., Parry, D., & Carter, P. (2014, April). Usability considerations for educational tablet applications using an Arabic interface. In <i>Information and Communication Systems (ICICS), 2014 5th International Conference on</i> (pp. 1-6). IEEE.
100	Rebaque-Rivas, P., Rodríguez, E. P. G., & Manresa-Mallol, I. (2014). How to Design a Mobile Learning Environment-Recommendations Based on Student Perceptions. In <i>CSEDU (3)</i> (pp. 145-152).
101	Yusoff, Z., & Dahlan, H. M. (2013, November). Mobile based learning: An integrated framework to support learning engagement through Augmented Reality environment. In <i>Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), 2013 International Conference on</i> (pp. 251-256). IEEE.
102	Giemza, A., Malzahn, N., & Hoppe, H. U. (2013). Mobilogue: Creating and conducting mobile learning scenarios in informal settings. In <i>21st International Conference on Computers in Education</i> .
103	Zhuo, J., & Jiang, X. (2014, June). The design of mobile technology systems architecture for MOOC. In <i>Service Systems and Service Management (ICSSSM), 2014 11th International Conference on</i> (pp. 1-4). IEEE.
Aspectos específicos del m-learning	
104	Li, Q., Wang, T., Wang, J., & Li, Y. (2011, October). Case study of usability testing methodology on mobile learning course. In <i>Advanced Intelligence and Awareness Internet (AIAI 2011), 2011 International Conference on</i> (pp. 408-412). IET.
105	Glavinic, V., Ljubic, S., & Kukec, M. (2008, September). A Holistic approach to enhance universal usability in m-learning. In <i>Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, 2008. UBICOMM'08. The Second International Conference on</i> (pp. 305-310). IEEE.
106	Huber, J., Steimle, J., Olberding, S., Lissermann, R., & Mühlhäuser, M. (2010, July). Browsing e-lecture libraries on mobile devices: A spatial interaction concept. In <i>Advanced Learning Technologies (ICALT), 2010 IEEE 10th International Conference on</i> (pp. 151-155). IEEE.
107	Magal-Royo, T., Montañana, I. T., Giménez-López, J. L., & Alcalde, F. G. (2010). New educative methods in the usage of audiovisual content in mobiles. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 2(2), 4492-4496.
108	Martin, F., Pastore, R., & Snider, J. (2012). Developing mobile based instruction. <i>TechTrends</i> , 56(5), 46-51.
109	Botha, A., Herselman, M., & van Greunen, D. (2010, October). Mobile user experience in a mlearning environment. In <i>Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists</i> (pp. 29-38). ACM.
110	Liu, Y., Li, H., & Carlsson, C. (2010). Factors driving the adoption of m-learning: An empirical study. <i>Computers & Education</i> , 55(3), 1211-1219.
111	Shin, D. H., Shin, Y. J., Choo, H., & Beom, K. (2011). Smartphones as smart pedagogical tools: Implications for smartphones as u-learning devices. <i>Computers in Human Behavior</i> , 27(6), 2207-2214.

112	Sujarae, A., & Anutariya, C. (2014, January). A framework for in-class teaching assistant platform. In <i>Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication</i> (p. 80). ACM.
113	Tan, G. W. H., Ooi, K. B., Leong, L. Y., & Lin, B. (2014). Predicting the drivers of behavioral intention to use mobile learning: A hybrid SEM-Neural Networks approach. <i>Computers in Human Behavior</i> , <i>36</i> , 198-213.
114	Mac Callum, K., & Jeffrey, L. (2014). Comparing the role of ICT literacy and anxiety in the adoption of mobile learning. <i>Computers in Human Behavior</i> , <i>39</i> , 8-19.
115	Μαρινάγη, Α. Κ., Σκουρλάς, Χ. Π., & Μπέλης, Π. (2015). Employing ubiquitous computing devices and technologies in the higher education classroom of the future.
116	Güler, Ç., Kılıç, E., & Çavuş, H. (2014). A comparison of difficulties in instructional design processes: Mobile vs. desktop. <i>Computers in Human Behavior</i> , <i>39</i> , 128-135.
117	Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , <i>90</i> , 720-729.
118	Abu-Al-Aish, A., & Love, S. (2013). Factors influencing students' acceptance of m-learning: An investigation in higher education. <i>The International Review of Research in Open and Distributed Learning</i> , <i>14</i> (5).
119	Moldovan, A. N., Weibelzahl, S., & Muntean, C. H. (2014). Energy-aware mobile learning: opportunities and challenges. <i>Communications Surveys & Tutorials, IEEE</i> , <i>16</i> (1), 234-265.
120	Huang, R. T., Hsiao, C. H., Tang, T. W., & Lien, T. C. (2014). Exploring the moderating role of perceived flexibility advantages in mobile learning continuance intention (MLCI). <i>The International Review of Research in Open and Distributed Learning</i> , <i>15</i> (3).
121	Joo, Y. J., Lee, H. W., & Ham, Y. (2014). Integrating user interface and personal innovativeness into the TAM for mobile learning in Cyber University. <i>Journal of Computing in Higher Education</i> , <i>26</i> (2), 143-158.
122	Hyman, J. A., Moser, M. T., & Segala, L. N. (2014). Electronic reading and digital library technologies: understanding learner expectation and usage intent for mobile learning. <i>Educational Technology Research and Development</i> , <i>62</i> (1), 35-52.
123	Calvo, R., Iglesias, A., & Moreno, L. (2014). User-Centered Requirement Engineering for Accessible Chats in m-Learning. <i>J. UCS</i> , <i>20</i> (7), 964-985.
124	Madani, H. H., Ayed, B., Jemni, L., Jemni, M., & Sampson, D. G. (2013, October). Towards accessible and personalized mobile learning for learners with disabilities. In <i>Information and Communication Technology and Accessibility (ICTA), 2013 Fourth International Conference on</i> (pp. 1-6). IEEE.
125	Wu, D., & Reychar, I. (2013). THE IMPACT OF RELEVANCE, AESTHETICS AND ENJOYMENT ON IPAD TRAINING.
126	Browne, K., & Anand, C. (2013, October). Gamification and serious game approaches for introductory computer science tablet software. In <i>Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications</i> (pp. 50-57). ACM.
127	Mwendia, S. N., Waiganjo, P., & Oboko, R. (2013, May). 3-Category pedagogical framework for context based ambient learning. In <i>IST-Africa Conference and Exhibition (IST-Africa), 2013</i> (pp. 1-8). IEEE.
128	Hu, Z. (2011, October). Emerging vocabulary learning: From a perspective of activities facilitated by mobile devices. In <i>World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education</i> (Vol. 2011, No. 1, pp. 1334-1340).
129	Lu, C., Chang, M., Huang, E., & Ching-Wen, C. (2014). Context-Aware Mobile Role Playing Game for Learning-A Case of Canada and Taiwan. <i>Journal of Educational Technology & Society</i> , <i>17</i> (2), 101.
130	Chen, B., Sivo, S., Seilhamer, R., Sugar, A., & Mao, J. (2013). User Acceptance of Mobile Technology: A Campus-Wide Implementation of Blackboard's Mobile™ Learn Application.

	<i>Journal of educational computing research</i> , 49(3), 327-343.
131	Ssekakubo, G., Suleman, H., & Marsden, G. (2014). A Streamlined Mobile User-Interface for Improved Access to LMS Services. In <i>The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning</i> .
132	Vassis, D., Belsis, P., Skourlas, C., Marinagi, C., & Tsoukalas, V. (2013, September). Secure mobile assessment of deaf and hard-of-hearing and dyslexic students in higher education. In <i>Proceedings of the 17th Panhellenic Conference on Informatics</i> (pp. 311-318). ACM.
133	Anthony, L., Brown, Q., Tate, B., Nias, J., Brewer, R., & Irwin, G. (2014). Designing smarter touch-based interfaces for educational contexts. <i>Personal and Ubiquitous Computing</i> , 18(6), 1471-1483.
134	Anthony, L., Brown, Q., Tate, B., Nias, J., Brewer, R., & Irwin, G. (2014). Designing smarter touch-based interfaces for educational contexts. <i>Personal and Ubiquitous Computing</i> , 18(6), 1471-1483.
Casos de estudio	
135	Norazah, M. N., Ridzwan, C. R., & Rosseni, D. (2013). The Acceptance of AutoCAD Student for Polytechnic on Mobile Learning. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 102, 169-176.
136	Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. <i>Computers in Human Behavior</i> , 31, 434-445.
137	Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., & Navarro, I. (2013). New strategies using handheld augmented reality and mobile learning-teaching methodologies, in architecture and building engineering degrees. <i>Procedia Computer Science</i> , 25, 52-61.
138	Reychav, I., & Wu, D. (2014). Exploring mobile tablet training for road safety: A uses and gratifications perspective. <i>Computers & Education</i> , 71, 43-55.
139	Ozdamli, F., Soykan, E., & Yıldız, E. P. (2013). Are Computer Education Teacher Candidates Ready for M-Learning?. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 83, 1010-1015.
140	Coşkun, Y. D., & Cumaoglu, G. K. (2013). Scale of Teachers' Beliefs on the Effect of the Use of Mobile Devices on Students. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 106, 2299-2306.
141	O'bannon, B. W., & Thomas, K. (2014). Teacher perceptions of using mobile phones in the classroom: Age matters!. <i>Computers & Education</i> , 74, 15-25.
142	Domínguez, E. R., Escudero, D. F., Riera, A. S., & Delgado, I. N. (2014). Mobile learning in the field of Architecture and Building Construction. A case study analysis. <i>Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento</i> , 11(1), 152-174.
143	Rius, À., Masip, D., & Clarisó, R. (2014). Student projects empowering mobile learning in higher education. <i>Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento</i> , 11(1), 192-207.
144	Kaganer, E., Giordano, G. A., Brion, S., & Tortoriello, M. (2013). Media tablets for mobile learning. <i>Communications of the ACM</i> , 56(11), 68-75.
145	Mai, M. Y. (2014). Pre Service Teachers' Perceptions Towards The Usage of Mobile Learning in Higher Education in Malaysia. <i>Mediterranean Journal of Social Sciences</i> , 5(19), 252.
146	Mohd Yusof, A., Daniel, E. G. S., Low, W. Y., & Ab. Aziz, K. (2014). Teachers' perception of mobile edutainment for special needs learners: the Malaysian case. <i>International Journal of Inclusive Education</i> , 18(12), 1237-1246.
147	Cocciolo, A., & Rabina, D. (2013). Does place affect user engagement and understanding? Mobile learner perceptions on the streets of New York. <i>Journal of Documentation</i> , 69(1), 98-120.
148	Hwang, G. J., Wu, P. H., Zhuang, Y. Y., & Huang, Y. M. (2013). Effects of the inquiry-based mobile learning model on the cognitive load and learning achievement of students. <i>Interactive Learning Environments</i> , 21(4), 338-354.

149	Albrecht, U. V., Folta-Schoofs, K., Behrends, M., & Von Jan, U. (2013). Effects of mobile augmented reality learning compared to textbook learning on medical students: randomized controlled pilot study. <i>Journal of medical Internet research</i> , 15(8), e182.
150	Mosalanejad, L., NAJAFIPOUR, S., & DASTPAK, M. (2013). Is The Mobile Based Learning Can Be Effective In Academic Learning? A Study To Check If Mobile-Based Learning Is Desirable In Presenting Educational Workshops. <i>Turkish Online Journal of Distance Education</i> , 14(4).
151	Rezaei, A., Mai, N., & Pesaranghader, A. (2014). The effect of mobile applications on English vocabulary acquisition. <i>Jurnal Teknologi</i> , 68(2).
152	DeWitt, D., & Norlidah Alias, S. S. (2013). Online Communication: The Implementation of the Collaborative mLearning Science Module in a Malaysian Secondary School. <i>Life Science Journal</i> , 10(1).
153	Hansson, P. O., & Jobe, W. (2014). Frontrunners in ICTL: Kenyan runners' improvement in training, informal learning and economic opportunities using smartphones. <i>International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology</i> , 10(4), 4.
154	Thomas, K., & O'Bannon, B. (2013). Cell Phones in the Classroom: Preservice Teachers' Perceptions. <i>Journal of Digital Learning in Teacher Education</i> , 30(1), 11-20.
155	Fetaji, B., Fetaji, M., & Kaneko, K. (2011, June). Comparative study of efficiency among the developed MLUAT methodology in comparison with Qualitative User Testing Method and Heuristics Evaluation. In <i>Information Technology Interfaces (ITI), Proceedings of the ITI 2011 33rd International Conference on</i> (pp. 269-274). IEEE.
156	Hashim, A. S., & Ahmad, W. F. W. (2012, November). A Comparison of Architectures for a Usability-Aware Customized Mobile Learning Management System (CMLMS). In <i>Computer Modeling and Simulation (EMS), 2012 Sixth UKSim/AMSS European Symposium on</i> (pp. 511-516). IEEE.
Análisis y tendencias del m-learning	
157	Molnar, G. (2012, September). New learning spaces? M-learning's, in particular the iPad's potentials in education. In <i>Interactive Collaborative Learning (ICL), 2012 15th International Conference on</i> (pp. 1-5). IEEE.
158	Wu, W. H., Wu, Y. C. J., Chen, C. Y., Kao, H. Y., Lin, C. H., & Huang, S. H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. <i>Computers & Education</i> , 59(2), 817-827.
159	Fetaji, B., & Fetaji, M. (2011, April). Analyses and review of M-learning feasibility, trends, advantages and drawbacks in the past decade (2000-2010). In <i>Proceedings of the 5th European Conference on European Computing Conference (ECC 2011), World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA</i> (pp. 474-479).
160	Sánchez Prieto, J. C., Migueláñez, S. O., & García-Peñalvo, F. J. (2013, November). Mobile learning: tendencies and lines of research. In <i>Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality</i> (pp. 473-480). ACM.
161	Göksu, İ., & Atici, B. (2013). Need For Mobile Learning: Technologies and Opportunities. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 103, 685-694.
162	Ceobanu, C., & Boncu, Ş. (2014). The challenges of the mobile technology in the young adult education. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 142, 647-652.
163	Nincarean, D., Alia, M. B., Halim, N. D. A., & Rahman, M. H. A. (2013). Mobile augmented reality: The potential for education. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 103, 657-664.
164	Da Silva, A. C., & Da Rocha, H. V. (2013). Challenges for e-learning environments in m-learning contexts: A survey about the hardware, software, and educational dimensions. Paper presented at the UBICOMM 2013 - 7th International Conference on Mobile Ubiquitous

	Computing, Systems, Services and Technologies, 20-25.
165	Haji, H. A., Shaame, A. A., & Kombo, O. H. (2013, September). The opportunities and challenges in using mobile phones as learning tools for Higher Learning Students in the developing countries: Zanzibar context. In <i>AFRICON, 2013</i> (pp. 1-5). IEEE.
166	Yang, J. (2013). Mobile assisted language learning: review of the recent applications of emerging mobile technologies. <i>English Language Teaching, 6</i> (7), 19.
167	Dearman, D., & Truong, K. (2012, May). Evaluating the implicit acquisition of second language vocabulary using a live wallpaper. In <i>Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems</i> (pp. 1391-1400). ACM.
168	Harrison, R., Flood, D., & Duce, D. (2013). Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model. <i>Journal of Interaction Science, 1</i> (1), 1-16.

Apéndice B. Primera Versión del Cuestionario CECAM, Utilizado en la Prueba Piloto

NÚMERO IDENTIFICATIVO DEL PARTICIPANTE:

Cuestionario para evaluar la usabilidad de aplicaciones educativas móviles.

En las siguientes preguntas se pide que expresen su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a cada ítem o enunciado, empleando la siguiente escala: **1.** Totalmente en desacuerdo, **2.** En desacuerdo, **3.** Ni de acuerdo ni en desacuerdo, **4.** De acuerdo, **5.** Totalmente de acuerdo.

Contenido educativo



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1(“Totalmente en desacuerdo”) ... 5(“Totalmente de acuerdo”)	1	2	3	4	5
El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.					
Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.					
Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.					
La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.					
El tiempo invertido en cada módulo o unidad dura menos de 7 minutos.					
Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).					
El lenguaje utilizado es apropiado para los estudiantes.					
El contenido está libre de errores.					
Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.					

  					
Recursos multimedia	1	2	3	4	5
Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")					
Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.					
Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.					
Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.					
Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.					
Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.					
Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.					
Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.					

  					
Actividades educativas	1	2	3	4	5
Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")					
Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).					
Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.					
Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.					
Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.					
Las actividades promueven la creatividad permitiendo al estudiante generar sus propias soluciones.					
Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.					
Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).					
Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).					
En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).					

Interacción social



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.					
La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).					
La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).					
El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).					

Personalización



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.					
La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.					
La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.					
La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio. (ej. Minutos diarios o semanales)					

Diseño de la interfaz



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.					
El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.					
El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).					
El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).					
La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.					
El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación)					

Navegación



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.					
La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).					
El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.					
La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).					
La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.					
La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.					
Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).					
La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.					
La aplicación permite regresar o salir de una pantalla no deseada cuando ésta se ha seleccionado por error.					
La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.					
Existen instrucciones de uso para ciertas funciones de la aplicación, y son fáciles de encontrar y de entender (opción de ayuda).					
El tiempo transcurrido entre la selección de una funcionalidad y su ejecución es relativamente corto.					
Existe ayuda contextual que guíe al usuario durante el uso de los distintos elementos interactivos de la aplicación.					

Customización



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.					
La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).					
La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fácil de encontrar.					
La aplicación es ejecutable en diferentes plataformas (Android, iOS, Windows phone, etc.).					
La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.					
La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).					
La aplicación permite convertir texto en voz, o transcribir texto a partir de un dictado de voz					
La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).					

Retroalimentación



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Cumplimiento muy deficiente") ... 5("Excelente cumplimiento")	1	2	3	4	5
La aplicación ofrece retroalimentación precisa e instantánea sobre las acciones realizadas por el usuario.					
La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).					
La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar.					
La aplicación ofrece recordatorios relacionados con las metas establecidas por el estudiante.					
Durante las autoevaluaciones, si el estudiante comete un error, la aplicación da oportunidades al estudiante para corregirlas.					
Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.					
La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).					

Motivación



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Los estudiantes reciben retroalimentación constructiva o motivacional cuando han logrado un avance significativo.					
La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.					
La aplicación define una serie de niveles que se deben superar para avanzar al siguiente.					
La aplicación permite al alumno obtener premios cuando se logran objetivos o se cumplen las metas de estudio. (ej. puntos, personalizar avatares, insignias, acceso a contenidos adicionales, etc.)					
La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).					

Apéndice C. Pre-test a Cumplimentar por los Estudiantes

NÚMERO IDENTIFICADOR DEL PARTICIPANTE:

Gracias por participar en esta experiencia que tiene como **objetivo evaluar aplicaciones educativas para dispositivos móviles**.

Recuerde que no estamos evaluándole a usted, sino a la aplicación suministrada en la experiencia.

La información recogida en esta prueba será tratada con **confidencialidad** y será utilizada exclusivamente para este estudio.

DEFINICIÓN:

Se denomina **aprendizaje móvil**, en inglés *m-learning*, a una metodología de enseñanza y aprendizaje valiéndose del uso de dispositivos móviles, tales como: *smartphone*, *tablet* y todo dispositivo de mano que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica.

INDICACIONES:

- Se pide al estudiante que **utilice** la aplicación *m-learning* suministrada durante un periodo de 3 semanas.
- Se recomienda llevar un **registro** del **tiempo** dedicado a utilizar la aplicación por día o por semana (**por ejemplo**: 20 minutos al día o 1 hora por semana).
- Se recomienda llevar un **registro** de los **lugares** en los que utilizó la aplicación (**por ejemplo**: universidad, casa, cafetería, esperando el transporte público, dentro del transporte público, etc.).
- La evaluación se llevará a cabo a través de un **cuestionario** que incluye preguntas relativas al **contenido educativo** (el material de estudio que incorpora la herramienta) y la **interfaz de usuario** de la aplicación.
- Se agradece mucho su **sinceridad** con respecto al **uso** y **evaluación** de la aplicación. Recuerde que **no** lo estamos evaluando a usted sino a la aplicación.
- Si le surge alguna duda, tiene algún problema o desea hacer algún comentario puede ponerse en contacto con el siguiente correo electrónico: cnavarro@uabc.edu.mx

DATOS DE LA APLICACIÓN:

Nombre: Learn Java - Free (Offline)
Plataforma: Android.
Descarga: Google Play.
Idioma: Inglés.



Learn Java - Free (C)
ReadFlipBook Team

★★★★☆

PRE-TEST: Contestar antes de realizar la actividad:

Edad: _____

Género: Masculino Femenino Universidad: UCLM UABC

Nombre de la asignatura: _____ Curso y cuatrimestre/semestre: _____

¿Qué tipo de dispositivo móvil utilizas habitualmente?:

Smartphone: Android IOS Windows Phone Otro: _____

Tablet: Android IOS Windows Phone Otro: _____

Otro: _____

En las siguientes preguntas se les pide que expresen su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a cada ítem o enunciado, empleando la siguiente escala: **1.** Totalmente en desacuerdo, **2.** En desacuerdo, **3.** Ni de acuerdo ni en desacuerdo, **4.** De acuerdo, **5.** Totalmente de acuerdo.

Actitud personal hacia el uso de TIC



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Me gusta estar al día sobre las nuevas Tecnologías de Información y la Comunicación (TIC).					
Me gusta hacer uso de las nuevas tendencias TIC.					
El uso de la TIC es parte de mi estilo de vida.					
Entre mis compañeros, generalmente soy el primero en hacer uso de las nuevas TIC.					
Estoy familiarizado con el concepto de aprendizaje móvil (<i>m-learning</i>).					

Experiencia con dispositivos móviles



Puntúa tu nivel de experiencia con ... 1("Nada de experiencia")... 5("Mucha experiencia")	1	2	3	4	5
El uso de dispositivos móviles.					
El uso de dispositivos móviles con pantalla táctil.					
El uso de dispositivos <i>smartphones</i> o <i>tablets</i> .					
El uso de aplicaciones educativas para dispositivos móviles.					

Actitud sobre el aprendizaje móvil



(*m-learning*)

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> son útiles en contextos educativos.					
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> son útiles para estudiar.					
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> mejoraría los resultados de mis estudios.					
Considero que el <i>m-learning</i> me ayudaría a lograr mis objetivos educativos.					
Considero que el <i>m-learning</i> me ayudaría a ser más eficiente en mis estudios.					
El <i>m-learning</i> me serviría para tener un mejor rendimiento en mis sesiones de estudios.					
El <i>m-learning</i> me ayudaría a mejora mi experiencia de aprendizaje.					
Me gustaría utilizar aplicaciones <i>m-learning</i> relacionadas con mis estudios.					
Prefiero utilizar una computadora de escritorio para estudiar.					
Prefiero estudiar con materiales educativos impresos.					



Influencia de los profesores

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Mis profesores integran el uso de dispositivos <i>smartphones/tablets</i> en las actividades de aprendizaje.					
Mis profesores me recomiendan utilizar aplicaciones de <i>m-learning</i> .					
Si mis profesores promovieran el uso de aplicaciones <i>m-learning</i> , me animaría a utilizarlas.					
Mis profesores consideran de gran utilidad las aplicaciones <i>m-learning</i> .					

Apéndice D. Post-test a Cumplimentar por los Estudiantes

NÚMERO IDENTIFICADOR DEL PARTICIPANTE:

Gracias por participar en esta experiencia que tiene como **objetivo evaluar aplicaciones educativas para dispositivos móviles**.

La información recogida en esta prueba será tratada con **confidencialidad** y será utilizada exclusivamente para este estudio.

POST-TEST: Contestar después de realizar la actividad:

¿Qué tipo de dispositivo móvil utilizó durante la actividad?:

Smartphone Tablet

En las siguientes preguntas se pide que expresen su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a cada ítem o enunciado, empleando la siguiente escala: **1.** Totalmente en desacuerdo, **2.** En desacuerdo, **3.** Ni de acuerdo ni en desacuerdo, **4.** De acuerdo, **5.** Totalmente de acuerdo.

Experiencia con aprendizaje móvil



(m-learning)

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Me he esforzado en hacer bien esta actividad.					
Esta actividad me ha resultado interesante.					
Mi experiencia con aplicaciones <i>m-learning</i> fue buena.					
Me sentía motivado durante la actividad.					
Fue fácil estudiar y comprender material educativo utilizando dispositivos <i>smartphones/tablets</i> .					
Me gusto acceder a materiales educativos utilizando dispositivos <i>smartphones/tablets</i> .					
Recomendaría utilizar aplicaciones <i>m-learning</i> para estudiar y comprender materiales educativos.					
Disponer de material en idioma ingles apporto a su motivación y aprendizaje.					

Actitud sobre el aprendizaje móvil



(m-learning)

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> son útiles en contextos educativos.					
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> son útiles para estudiar.					
Considero que los dispositivos <i>smartphones/tablets</i> mejoraría los resultados de mis estudios.					
Considero que el <i>m-learning</i> me ayudaría a lograr mis objetivos educativos.					
Considero que el <i>m-learning</i> me ayudaría a ser más eficiente en mis estudios.					
El <i>m-learning</i> me serviría para tener un mejor rendimiento en mis sesiones de estudios.					
El <i>m-learning</i> me ayudaría a mejora mi experiencia de aprendizaje.					
Me gustaría utilizar aplicaciones <i>m-learning</i> relacionadas con mis estudios.					
Prefiero utilizar una computadora de escritorio para estudiar.					
Prefiero estudiar con materiales educativos impresos.					

Intención de uso



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Considero que el <i>m-learning</i> debería ser incorporado en mis cursos.					
Me gustaría que mis profesores incluyeran más actividades en las que pudiera utilizar dispositivos móviles.					
Invertiría más tiempo a mis estudios si pudiera tener acceso a los materiales educativos desde mi dispositivo móvil.					
Mi intención es utilizar aplicaciones <i>m-learning</i> para estudiar y comprender conceptos vistos en clase.					

Apéndice E. Cuestionario CECAM Definitivo

NÚMERO IDENTIFICADOR DEL PARTICIPANTE:

Cuestionario para evaluar la usabilidad de aplicaciones educativas móviles.

En las siguientes preguntas se pide que expresen su grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a cada ítem o enunciado, empleando la siguiente escala: **1.** Totalmente en desacuerdo, **2.** En desacuerdo, **3.** Ni de acuerdo ni en desacuerdo, **4.** De acuerdo, **5.** Totalmente de acuerdo.

Contenido educativo



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.					
Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.					
Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.					
La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.					
Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).					
Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.					





Recursos multimedia

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.					
Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.					
Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.					
Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.					
Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.					
Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.					
Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.					





Actividades educativas

Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).					
Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.					
Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.					
Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.					
Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.					
Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).					
Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).					
En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).					

Interacción social



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.					
La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).					
La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).					
El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).					

Personalización



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.					
La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.					
La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.					
La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio. (ej. Minutos diarios o semanales)					

Diseño de la interfaz



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.					
El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.					
El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).					
El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).					
La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.					
El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación)					

Navegación



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.					
La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).					
El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.					
La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).					
La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.					
La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.					
Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).					
La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.					
La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.					

Customización



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Totalmente en desacuerdo") ... 5("Totalmente de acuerdo")	1	2	3	4	5
La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.					
La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).					
La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fácil de encontrar.					
La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.					
La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).					
La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).					

Retroalimentación



Puntúa con respecto a la siguiente escala: 1("Cumplimiento muy deficiente") ... 5("Excelente cumplimiento")	1	2	3	4	5
La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).					
La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar.					
Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.					
La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).					
La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.					
La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).					

Apéndice F. Diseño de la Herramienta de Soporte

En este apéndice se describen algunas de las funcionalidades incluidas en la herramienta creada para soportar el *framework de evaluación* propuesto y el cuestionario CECAM. La herramienta incorpora dos modos básicos de operación (como *gestor* de encuestas y como *encuestado*) y cuatro funcionalidades principales. Los gestores son los encargados de realizar un cuestionario desde cero o modificar uno existente, y los encuestados son los usuarios que utilizarán la herramienta para realizar una evaluación. Las cuatro funcionalidades principales de la herramienta se describen a continuación.

- **Gestión de encuestas**

Esta opción está destinada a los gestores del sistema, los cuales puede crear o modificar un cuestionario de evaluación. La creación de una encuesta a partir de cero se divide en tres fases secuenciales: *inserción de datos básicos*, *personalización de encuesta* e *inserción de módulos y preguntas*.

La Figura F-1 muestra la pantalla que da soporte a la primera fase: la de creación de encuestas llamada “Datos básicos”. La Figura F-2 muestra que pantalla da soporte a la segunda fase, llamada “Personalización”. Por último, la Figura F-3 muestra la pantalla de la tercera fase: “Módulos y preguntas”. Es necesario comentar que la aplicación permite insertar módulos o preguntas indistintamente.



Figura F-1: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones (paso 1).

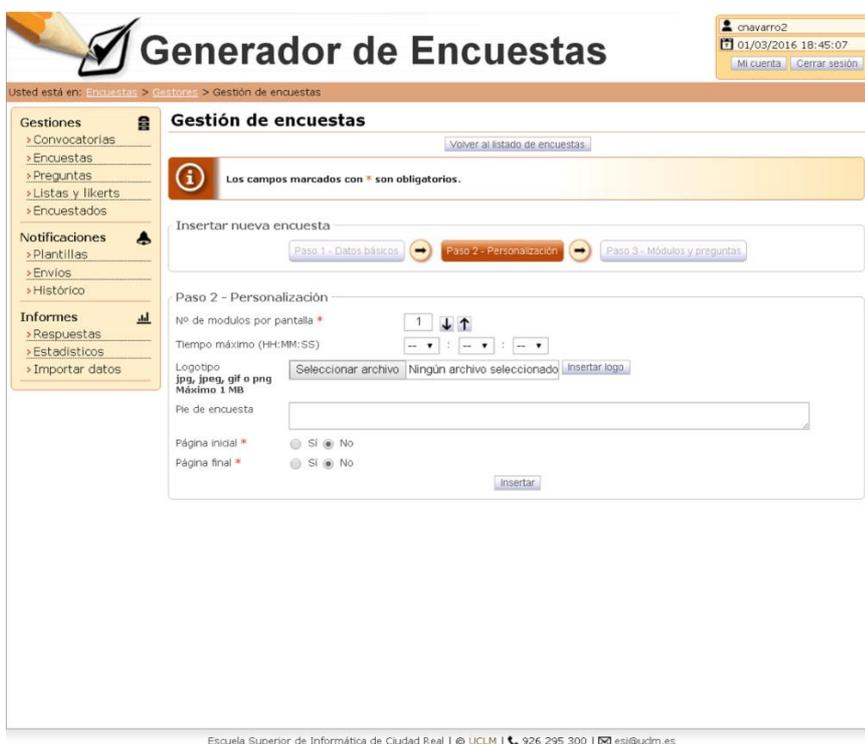


Figura F-2: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones *m-learning* (paso 2).



Figura F-3: Pantalla para la creación de un cuestionario de evaluación de aplicaciones *m-learning* (paso 3).

La Figuras F-4 muestra la ventana modal de inserción de módulos, la cual permite registrar módulos pertenecientes a un cuestionario.

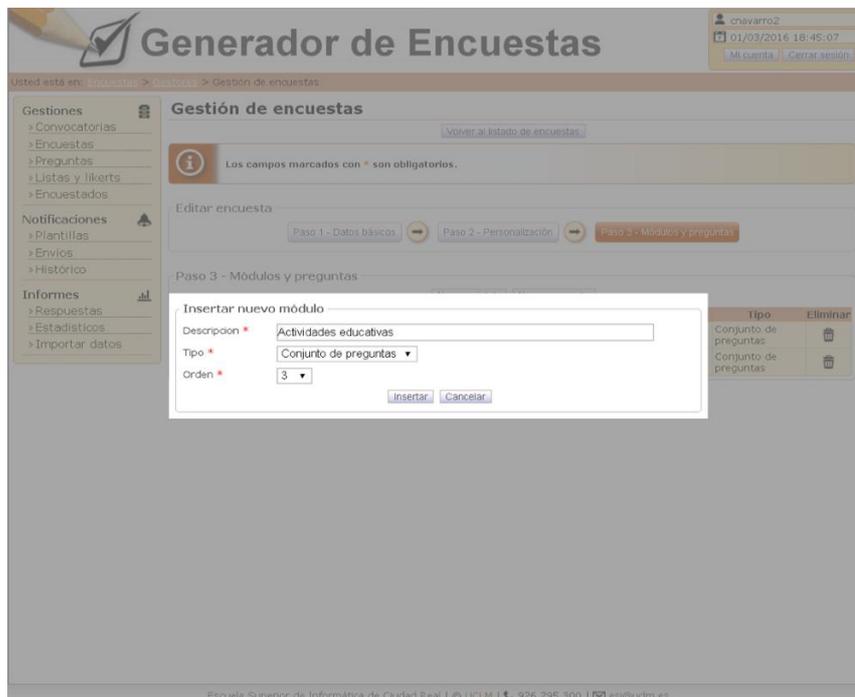


Figura F-4: Pantalla para la inserción de módulos.

A la hora de insertar una pregunta se debe seleccionar el módulo al que pertenece y en qué orden aparecerá dentro de dicho módulo. La Figura F-5 muestra la ventana modal de inserción de nuevas preguntas. En esta ventana también se debe especificar si la pregunta debe ser contestada obligatoriamente y si se incluye la opción NS/NC (No Sabe/No Contesta).

Existen diferentes tipos de preguntas que se pueden incluir. En el caso del soporte al cuestionario CECAM, se utilizarán las de tipo *escala Likert* (Figura F-6). La Figura F-7 muestra una vista preliminar de una escala existente.

La Figura F-8 muestra la pantalla final, que permite la inserción de preguntas en un cuestionario, y en la Figura F-9 se muestra una pantalla en la que se visualizan los módulos con sus respectivas preguntas.

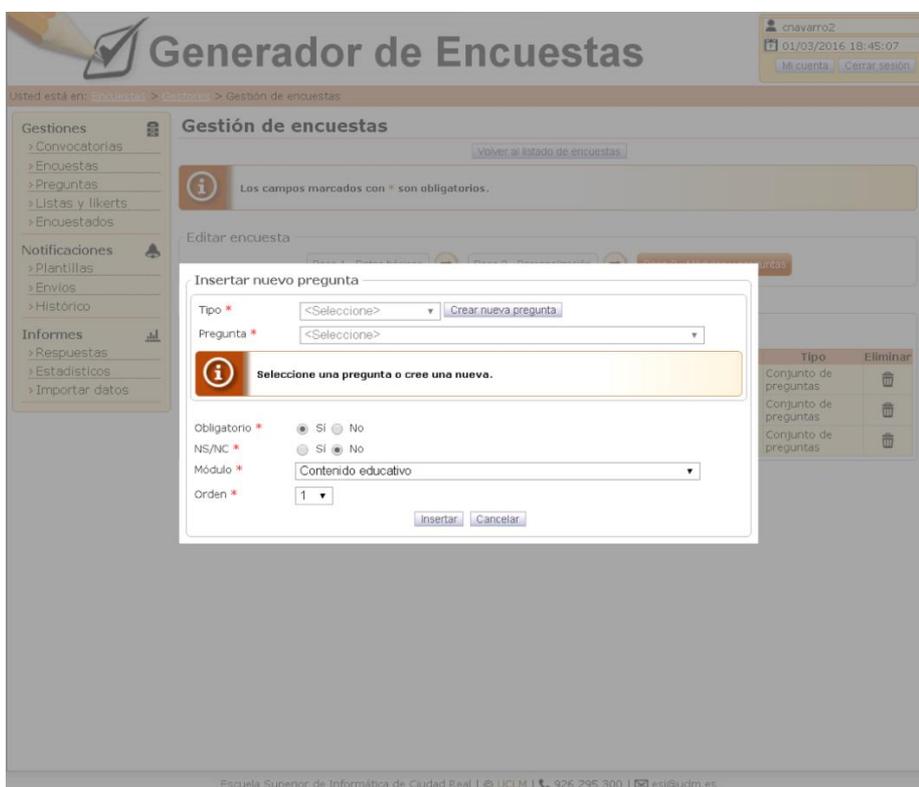


Figura F-5: Pantalla para insertar preguntas al cuestionario.

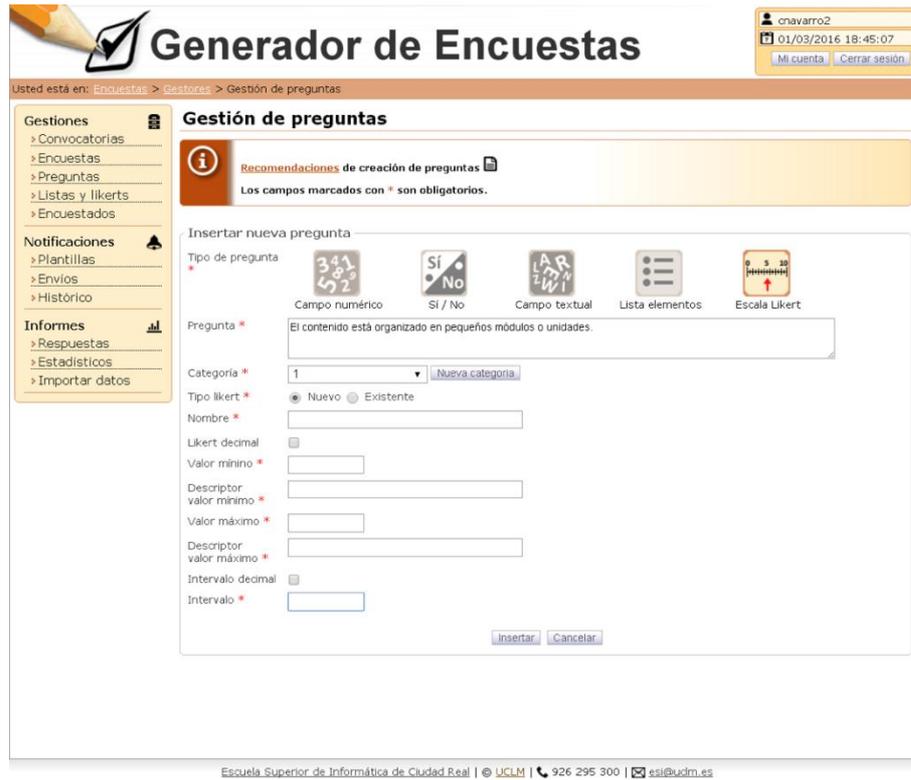


Figura F-6: Pantalla para ingresar una pregunta y una escala tipo Likert.



Figura F-7: Vista preliminar de una escala tipo Likert existente.

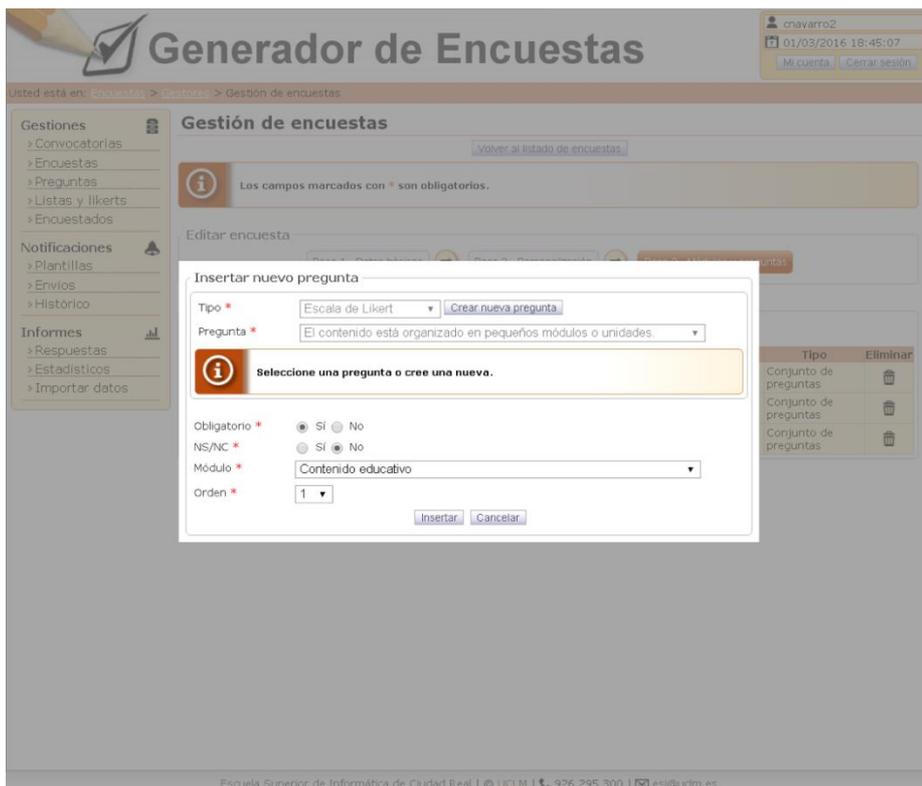


Figura F-8: Pantalla final para ingresar preguntas a un cuestionario.

- **Gestión de encuestados**

En la Figura F-10 se muestra la interfaz de usuario que permite acceder a la funcionalidad de gestión de encuestados. Desde este apartado se podrán enviar invitaciones a los encuestados, ya sea de forma individual o de forma masiva. Las invitaciones masivas se pueden hacer de dos maneras: insertando todos los *emails* separados por punto y coma “;” o cargando una plantilla Excel con todos los emails de los encuestados.



Figura F-9: Pantalla que muestra los módulos creados y las preguntas que se incluyen en cada uno de ellos.

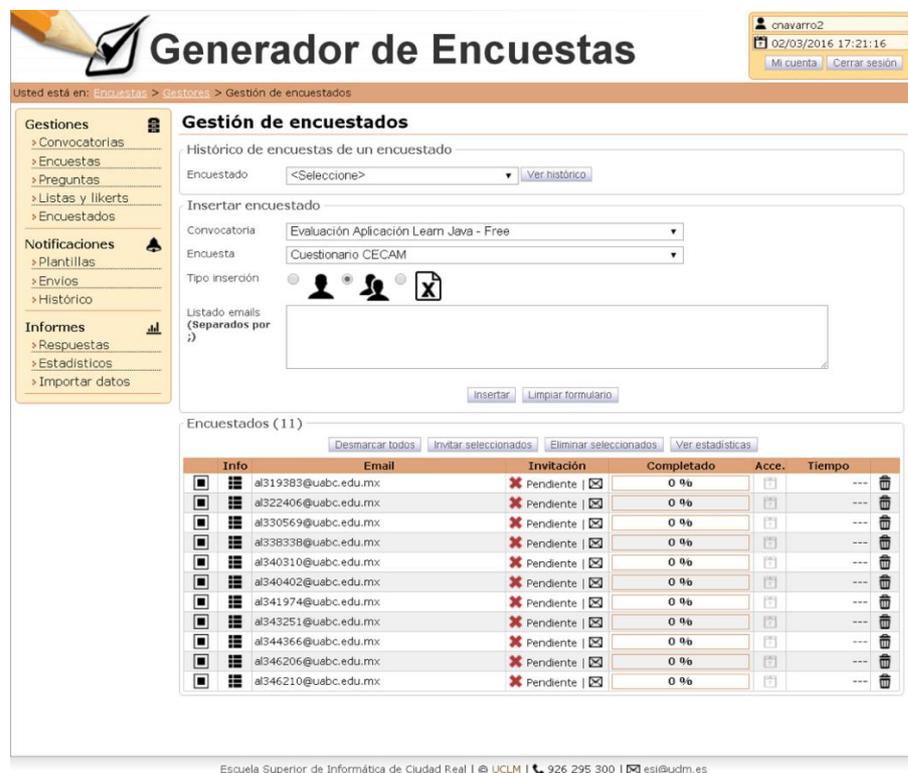


Figura F-10: Pantalla para registrar encuestados y enviar invitaciones.

Al seleccionar una encuesta, se muestran todos los encuestados asociados; información sobre el estado del envío de la invitación; el porcentaje de la encuesta que han contestado; cuánto tiempo han tardado en completarla; y cuántos accesos han realizado.

- **Gestión de notificaciones o comunicados**

Esta gestión se ha dividido en tres apartados: gestión de *plantillas de comunicados*, *envíos masivos* y consulta del *histórico de envíos* realizados.

Se han definido una serie de *plantillas base* para los diferentes avisos o notificaciones que puede enviar un gestor: “Invitación inicial a encuesta”, “Aviso de cuestionario no completado” y “Aviso de fin de plazo de entrega del cuestionario”. Las *plantillas* se utilizan para mostrar un *texto inicial* a la hora de definir un aviso o notificación. El gestor puede decidir si utilizará el texto propuesto en la plantilla o prefiere modificarlo (Figura F-11).

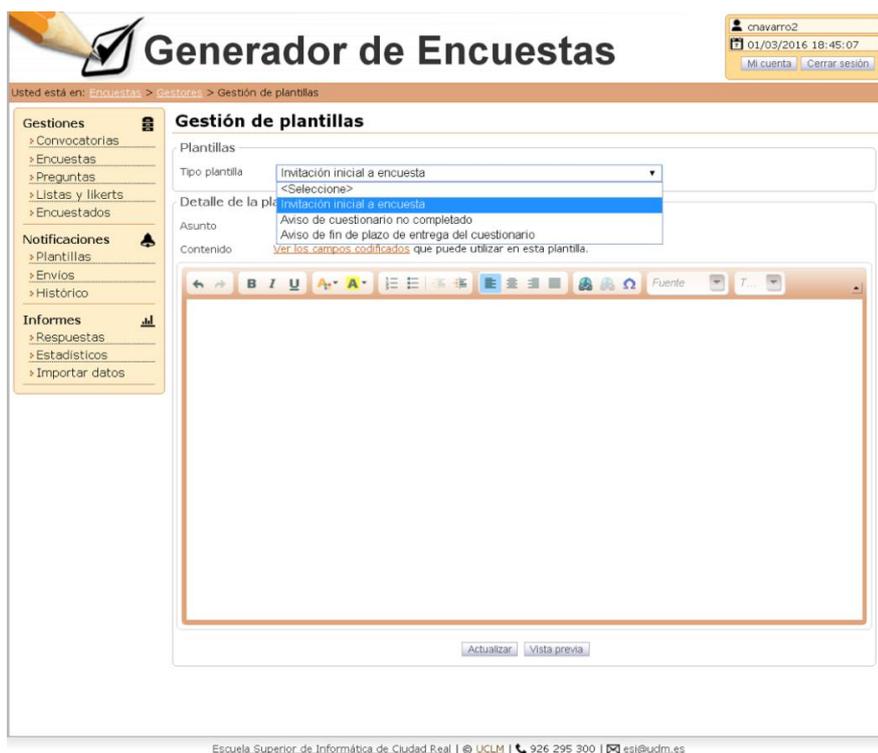


Figura F-11: Pantalla para la gestión de plantillas de generación de notificaciones y avisos.

- **Generación de informes**

En esta opción, el gestor puede generar informes gráficos y estadísticos sobre los resultados de los tests. Los estadísticos presentados son: la *media*, la *moda*, la *mediana*

y la *desviación típica*. Por cada módulo se genera una tabla y dos gráficos (uno de barras y otro de tipo radar). En dicha tabla se presentan las preguntas y los estadísticos correspondientes, y en las gráficas solo se muestra la *media* y la *mediana* de cada pregunta. También se calcula y se presenta el *coeficiente de fiabilidad* “*alfa de Cronbach*”. La Figura F-12 muestra un ejemplo de dichos resultados.

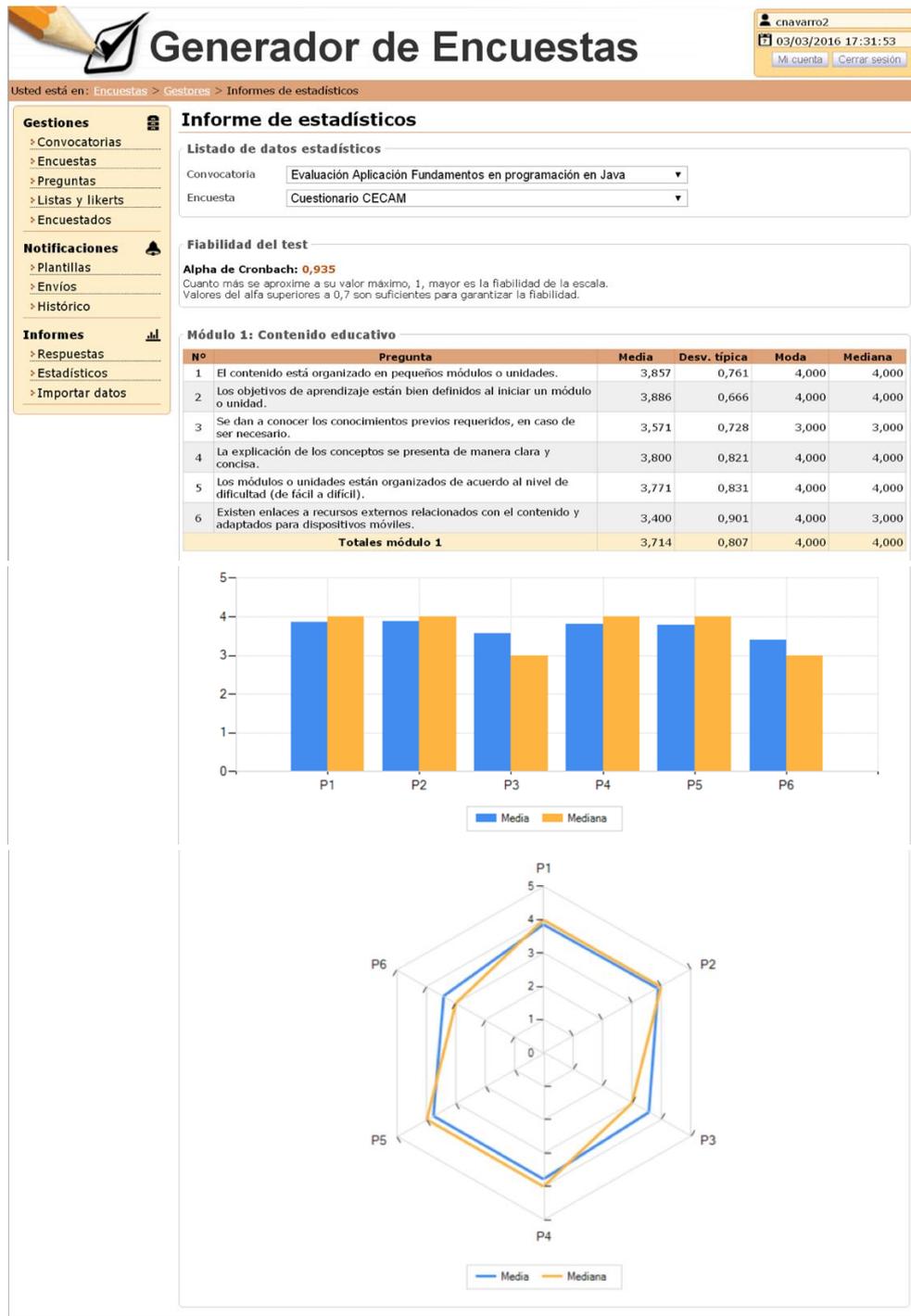


Figura F-12: Ejemplo de resultados de una evaluación, representada por módulo.

Por último, al final del informe se presenta una gráfica general con las puntuaciones de cada módulo (Figura F-13), en la cual se pueden observar los módulos que se pueden mejorar para incrementar la usabilidad de las aplicaciones evaluadas.

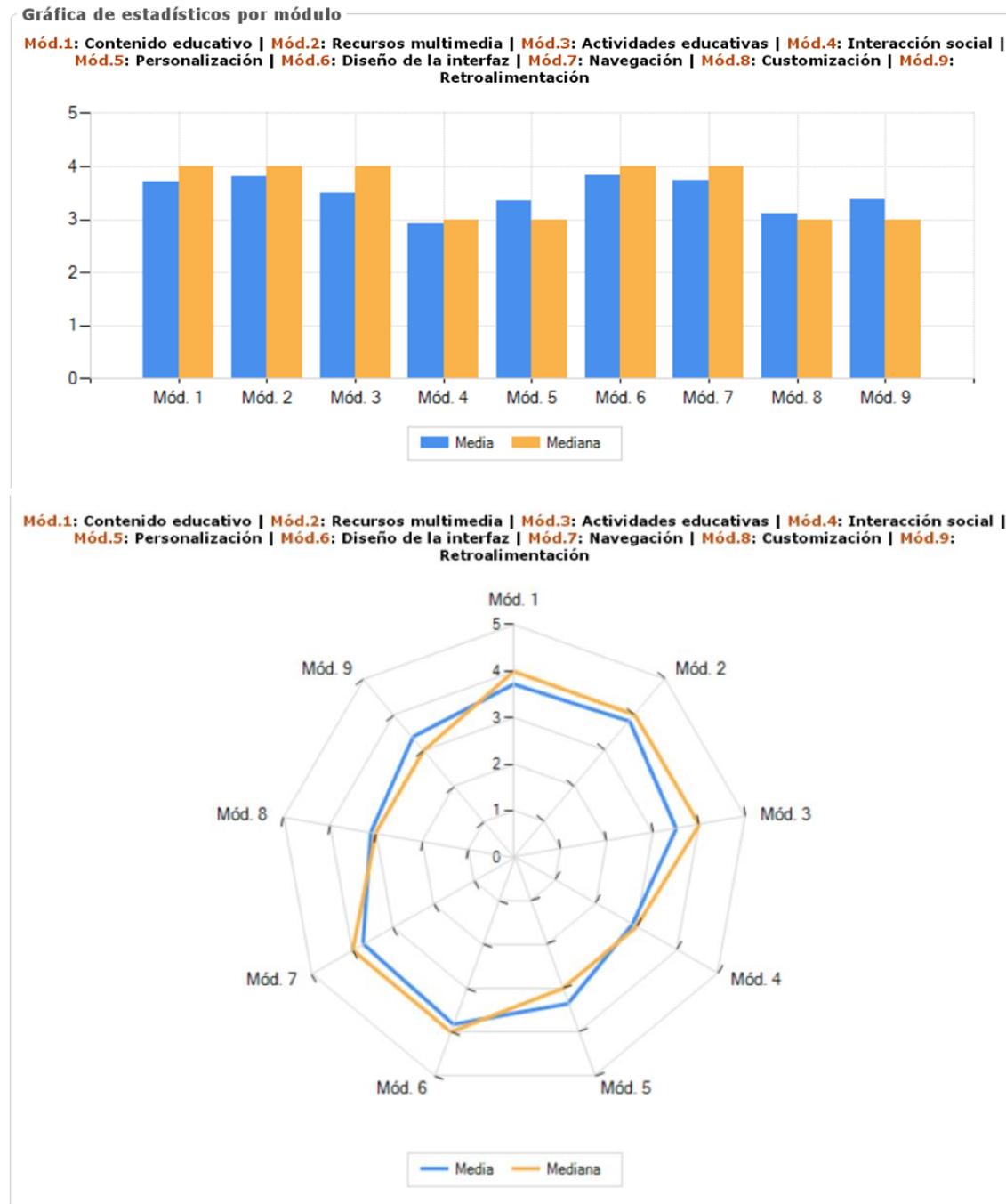


Figura F-13: Ejemplo de resultados gráficos con las puntuaciones de cada módulo.

Apéndice G. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “*Learn JavaScript*”

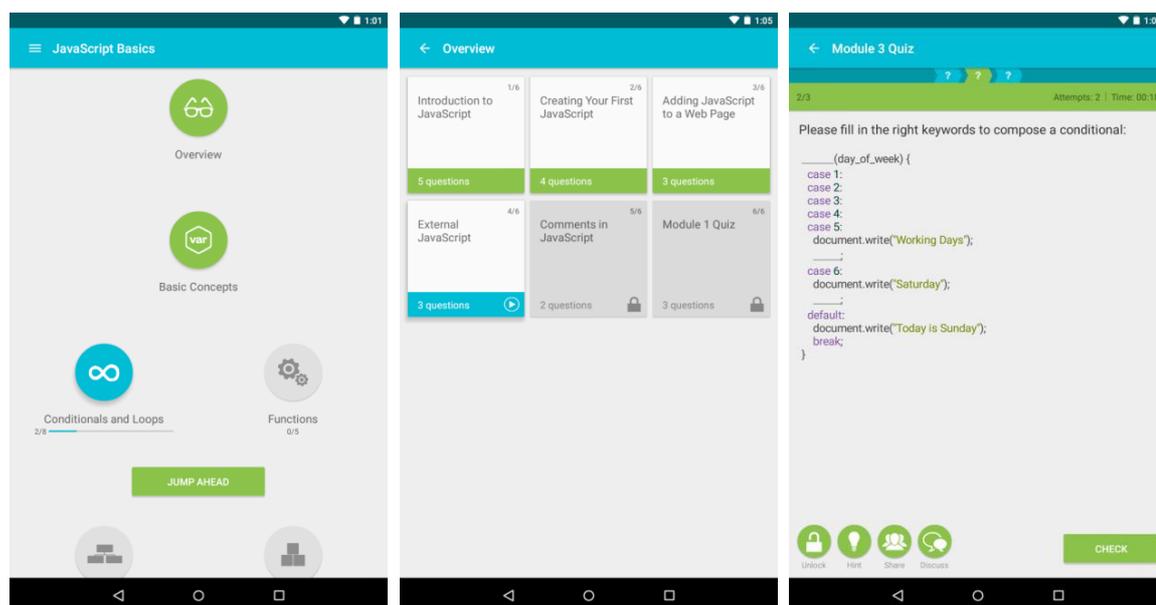
Learn JavaScript es una aplicación para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android* o *iOS*. El objetivo de esta aplicación es dar a conocer los conocimientos fundamentales del lenguaje *JavaScript*. Es una aplicación gratuita disponible en *Google Play* y en la *App Store*.

Descarga en *Google Play*:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sololearn.javascript>

Descarga en *App Store*:

<https://itunes.apple.com/es/app/learn-javascript/id952738987?mt=8>





Generador de Encuestas

cnavarro2

01/03/2016 12:20:22

[Mi cuenta](#) [Cerrar sesión](#)

Usted está en: [Encuestas](#) > [Gestores](#) > [Informes de estadísticos](#)

Gestiones

- » Convocatorias
- » Encuestas
- » Preguntas
- » Listas y likerts
- » Encuestados

Notificaciones

- » Plantillas
- » Envíos
- » Histórico

Informes

- » Respuestas
- » Estadísticos
- » Importar datos

Informe de estadísticos

Listado de datos estadísticos

Convocatoria: Evaluación Aplicación Learn JavaScript

Encuesta: Cuestionario para evaluar la usabilidad de aplicaciones educativas mc

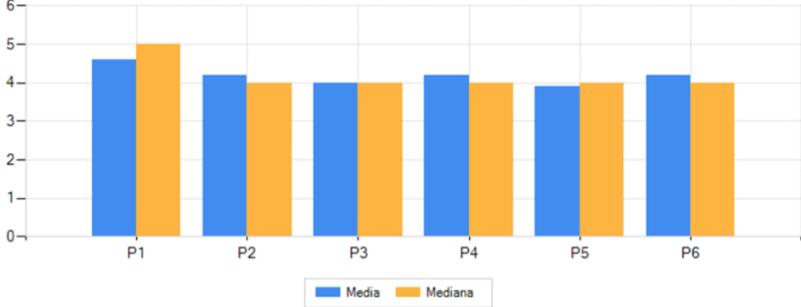
Fiabilidad del test

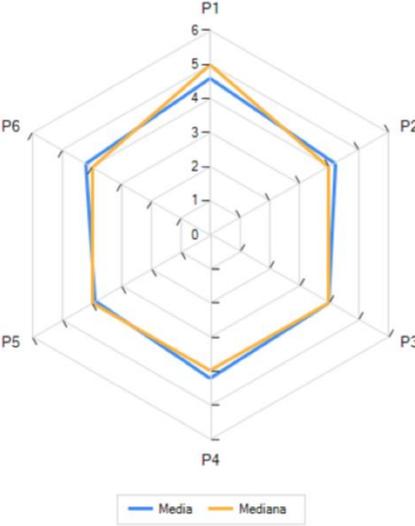
Alpha de Cronbach: 0,962

Cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala. Valores del alfa superiores a 0,7 son suficientes para garantizar la fiabilidad.

Módulo 1: Contenido educativo

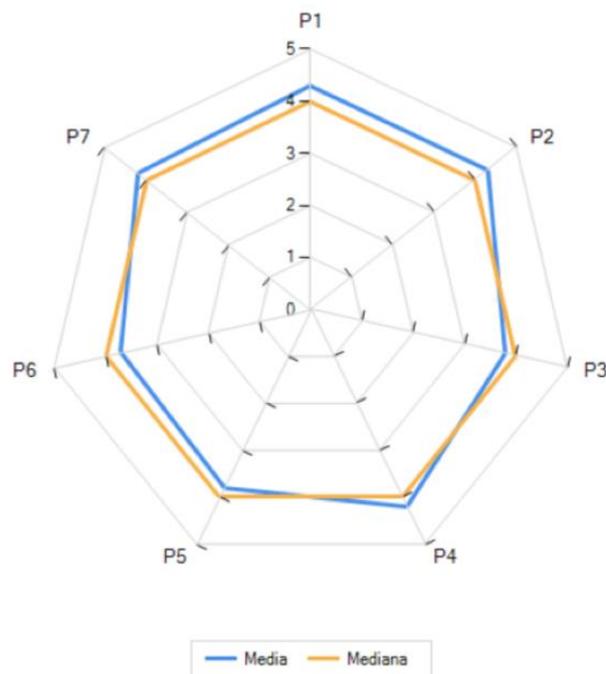
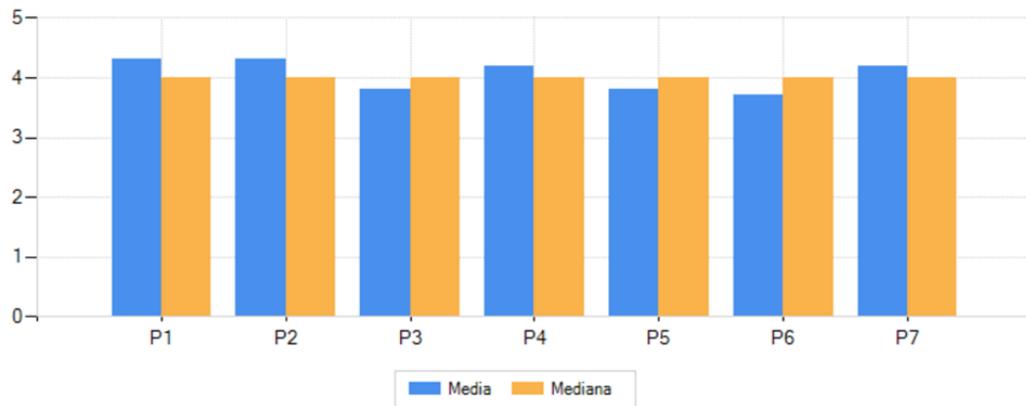
Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.	4,600	0,490	5,000	5,000
2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.	4,200	0,600	4,000	4,000
3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.	4,000	0,894	4,000	4,000
4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.	4,200	0,600	4,000	4,000
5	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).	3,900	0,831	4,000	4,000
6	Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.	4,200	0,600	4,000	4,000
Totales módulo 1		4,183	0,719	4,000	4,000





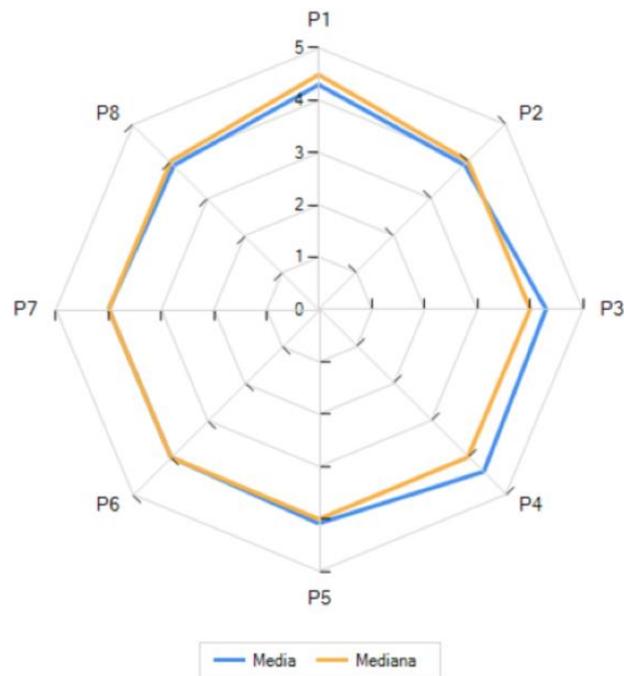
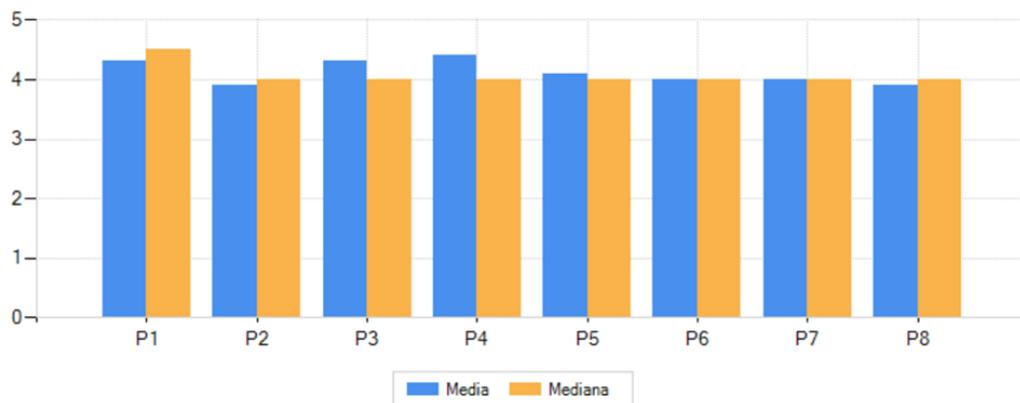
Módulo 2: Recursos multimedia

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.	4,300	0,640	4,000	4,000
2	Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.	4,300	0,458	4,000	4,000
3	Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.	3,800	1,077	4,000	4,000
4	Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.	4,200	0,600	4,000	4,000
5	Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.	3,800	0,980	3,000 4,000 5,000	4,000
6	Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.	3,700	1,100	4,000	4,000
7	Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.	4,200	0,748	4,500	4,000
Totales módulo 2		4,043	0,869	4,000	4,000



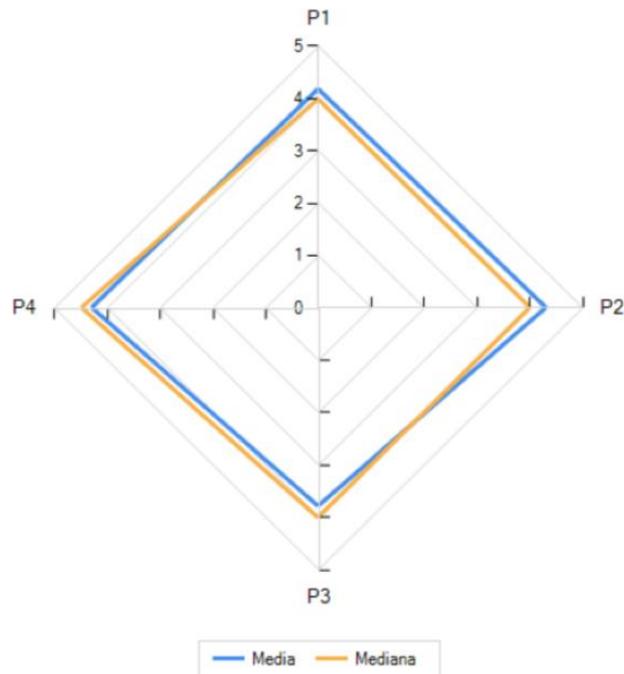
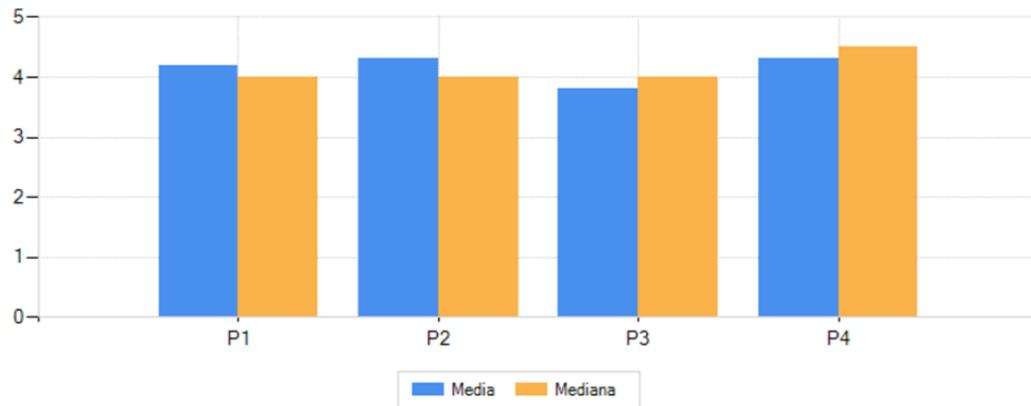
Módulo 3: Actividades educativas

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).	4,300	0,900	5,000	4,500
2	Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.	3,900	0,831	3,000	4,000
3	Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.	4,300	0,640	4,000	4,000
4	Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.	4,400	0,490	4,000	4,000
5	Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.	4,100	0,539	4,000	4,000
6	Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).	4,000	0,775	4,000	4,000
7	Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).	4,000	0,894	4,000	4,000
8	En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).	3,900	0,831	4,000	4,000
Totales módulo 3		4,113	0,774	4,000	4,000



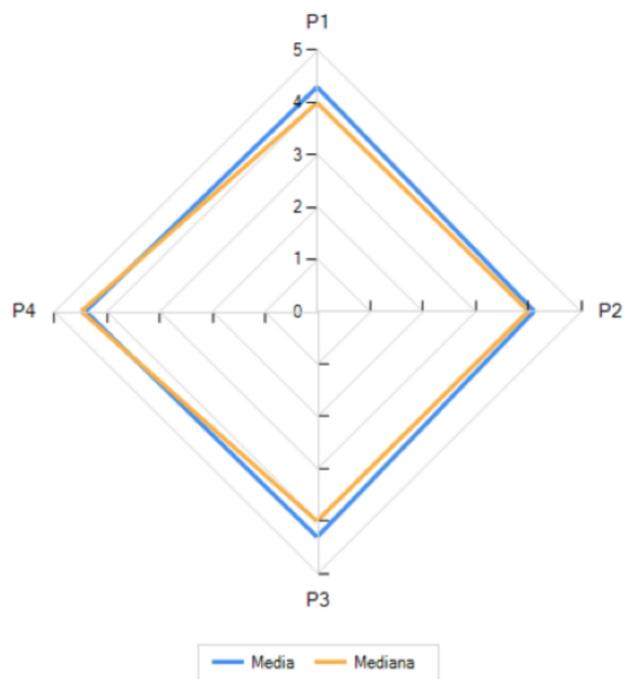
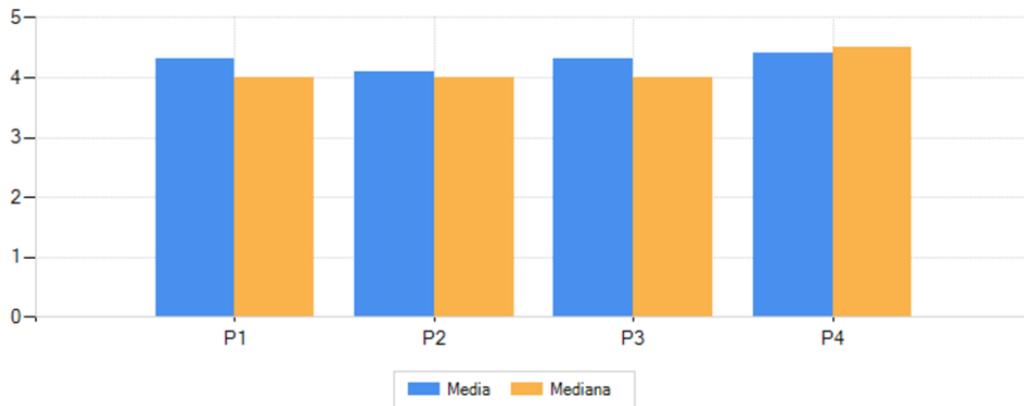
Módulo 4: Interacción social

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.	4,200	0,600	4,000	4,000
2	La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).	4,300	0,640	4,000	4,000
3	La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).	3,800	1,166	4,000	4,000
4	El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).	4,300	0,900	5,000	4,500
Totales módulo 4		4,150	0,882	4,000	4,000



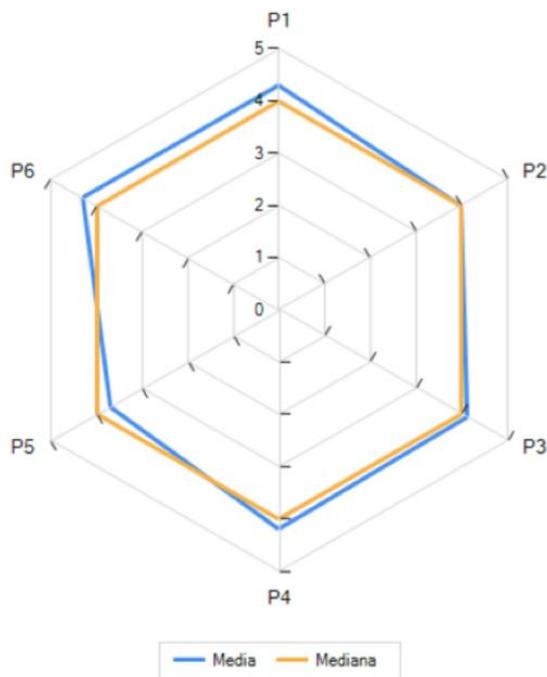
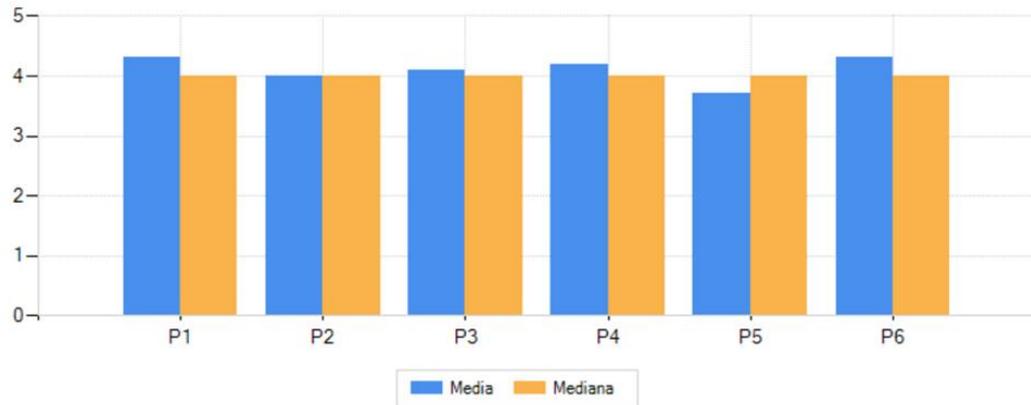
Módulo 5: Personalización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.	4,300	0,640	4,000	4,000
2	La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.	4,100	0,943	4,500	4,000
3	La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.	4,300	0,640	4,000	4,000
4	La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio (ej. Minutos diarios o semanales).	4,400	0,663	5,000	4,500
Totales módulo 5		4,275	0,741	4,000	4,000



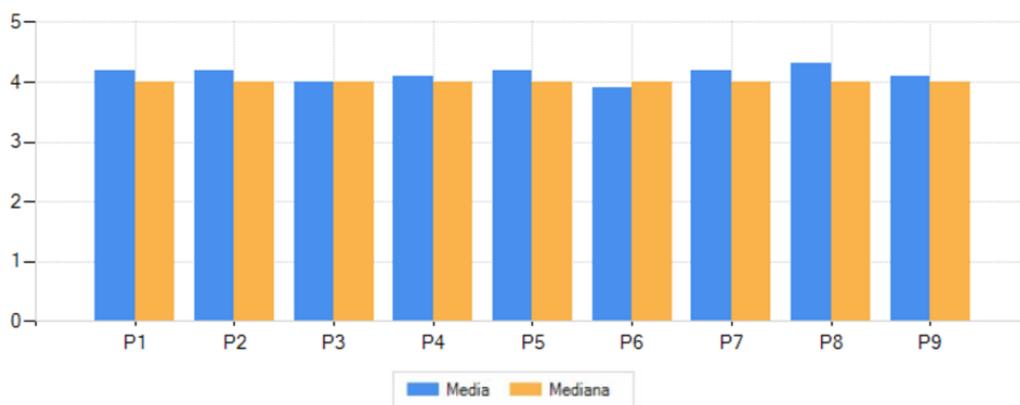
Módulo 6: Diseño de la interfaz

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.	4,300	0,640	4,000	4,000
2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.	4,000	1,000	5,000	4,000
3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).	4,100	0,831	5,000	4,000
4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).	4,200	0,748	4,500	4,000
5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.	3,700	0,900	4,000	4,000
6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación).	4,300	0,640	4,000	4,000
Totales módulo 6		4,100	0,831	4,000	4,000



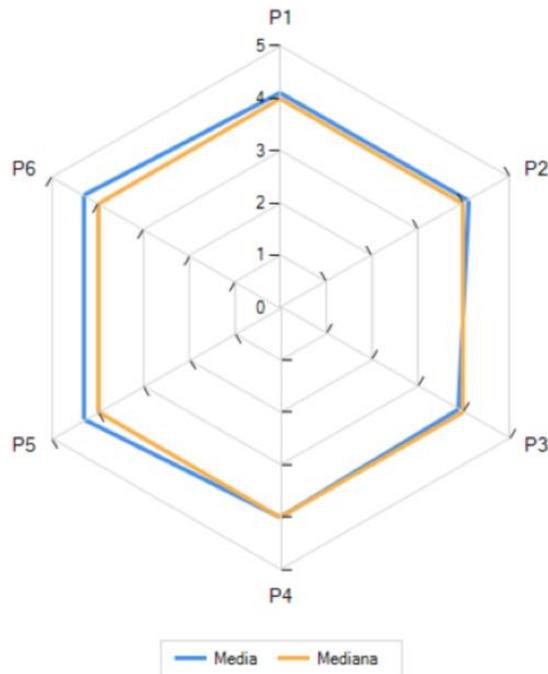
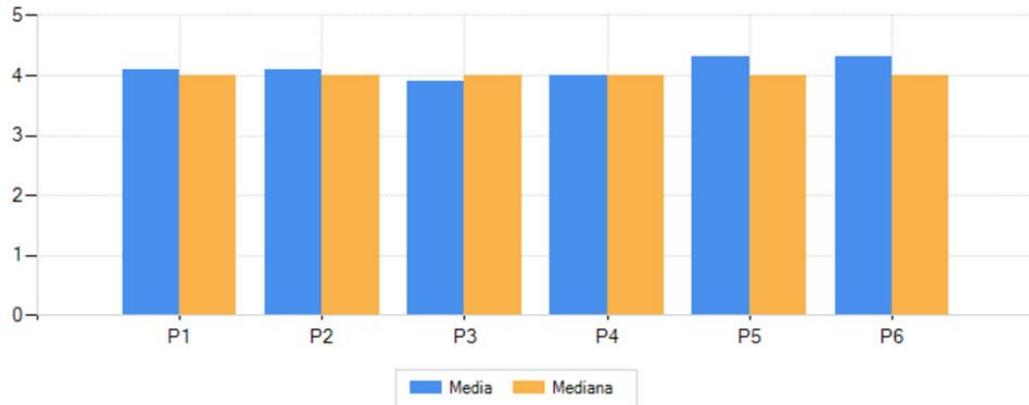
Módulo 7: Navegación

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.	4,200	0,600	4,000	4,000
2	La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).	4,200	0,600	4,000	4,000
3	El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.	4,000	0,775	4,000	4,000
4	La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).	4,100	0,700	4,000	4,000
5	La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.	4,200	0,600	4,000	4,000
6	La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.	3,900	0,943	4,000	4,000
7	Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).	4,200	0,600	4,000	4,000
8	La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.	4,300	0,640	4,000	4,000
9	La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.	4,100	0,831	5,000	4,000
Totales módulo 7		4,133	0,718	4,000	4,000



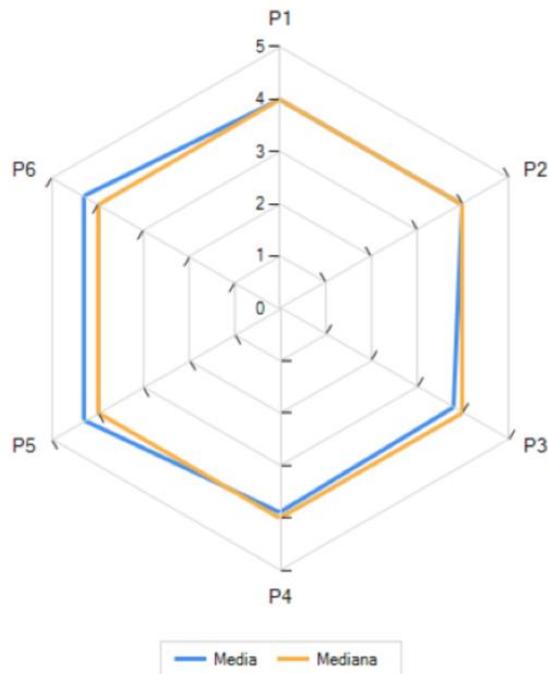
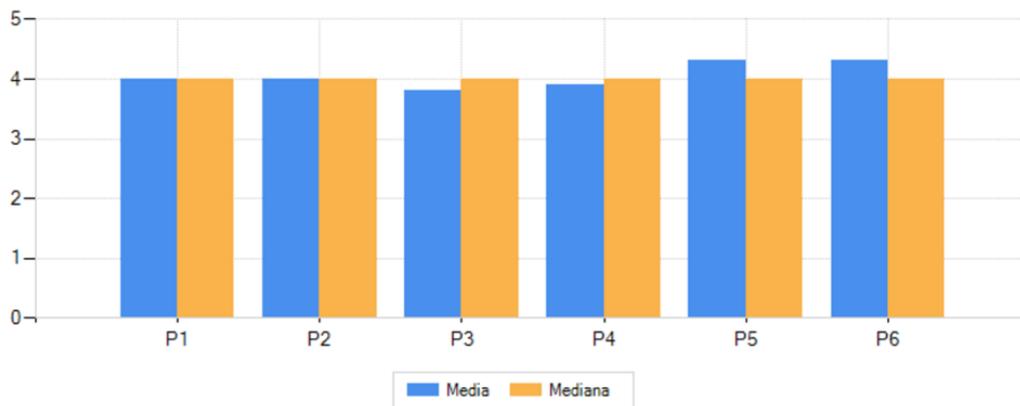
Módulo 8: Customización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.	4,100	0,700	4,000	4,000
2	La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).	4,100	0,943	4,500	4,000
3	La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fácil de encontrar.	3,900	0,943	4,000	4,000
4	La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.	4,000	1,183	4,500	4,000
5	La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).	4,300	0,640	4,000	4,000
6	La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).	4,300	0,458	4,000	4,000
Totales módulo 8		4,117	0,858	4,000	4,000



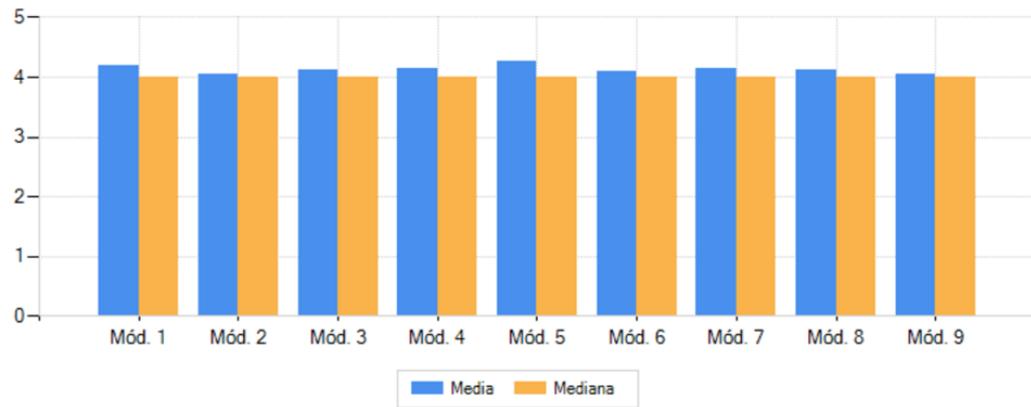
Módulo 9: Retroalimentación

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).	4,000	0,632	4,000	4,000
2	La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar).	4,000	0,894	4,000	4,000
3	Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.	3,800	1,077	4,000	4,000
4	La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).	3,900	0,700	4,000	4,000
5	La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.	4,300	0,458	4,000	4,000
6	La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).	4,300	0,640	4,000	4,000
Totales módulo 9		4,050	0,784	4,000	4,000

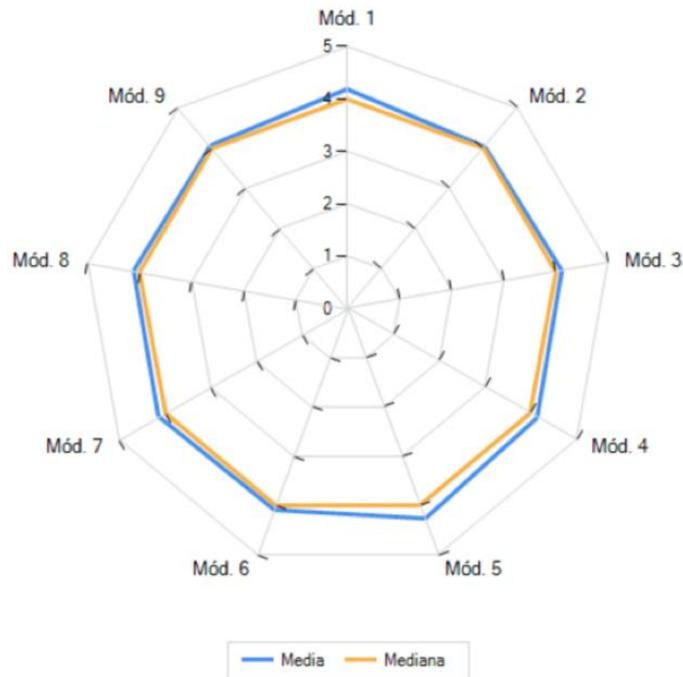


Gráfica de estadísticos por módulo

Mód.1: Contenido educativo | **Mód.2:** Recursos multimedia | **Mód.3:** Actividades educativas | **Mód.4:** Interacción social | **Mód.5:** Personalización | **Mód.6:** Diseño de la interfaz | **Mód.7:** Navegación | **Mód.8:** Customización | **Mód.9:** Retroalimentación



Mód.1: Contenido educativo | **Mód.2:** Recursos multimedia | **Mód.3:** Actividades educativas | **Mód.4:** Interacción social | **Mód.5:** Personalización | **Mód.6:** Diseño de la interfaz | **Mód.7:** Navegación | **Mód.8:** Customización | **Mód.9:** Retroalimentación

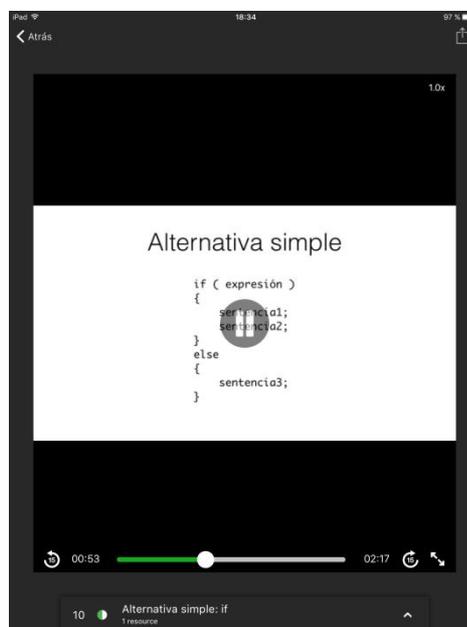


Apéndice H. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “Fundamentos de Programación en Java”

Fundamentos de programación en Java es un curso *online* disponible para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android* o *IOS*. El objetivo de esta aplicación es dar a conocer los conocimientos fundamentales del lenguaje *Java*. Es un curso gratuito que se ofrece en la plataforma *Udemy*.

Enlace al curso:

https://www.udemy.com/fundamentos-de-programacion-con-java/?siteID=XdSn0e3h3.k-W5X07kgSNMOv7dK4y5iyjQ&LSNPUBID=XdSn0e3h3*k





Generador de Encuestas

cnavarro2

03/03/2016 17:31:53

Mi cuenta Cerrar sesión

Usted está en: Encuestas > Gestores > Informes de estadísticos

Gestiones

- » Convocatorias
- » Encuestas
- » Preguntas
- » Listas y likerts
- » Encuestados

Notificaciones

- » Plantillas
- » Envíos
- » Histórico

Informes

- » Respuestas
- » Estadísticos
- » Importar datos

Informe de estadísticos

Listado de datos estadísticos

Convocatoria: Evaluación Aplicación Fundamentos en programación en Java

Encuesta: Cuestionario CECAM

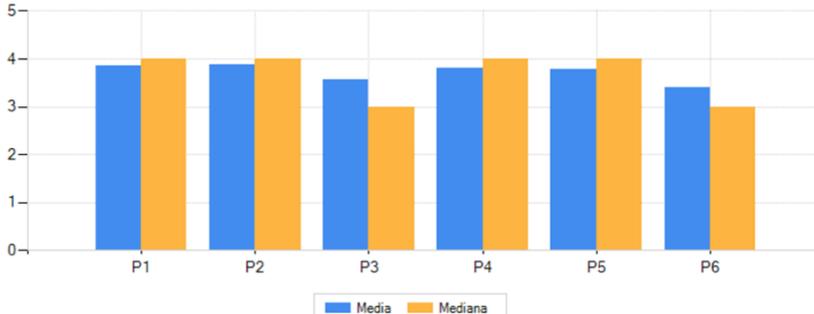
Fiabilidad del test

Alpha de Cronbach: 0,935

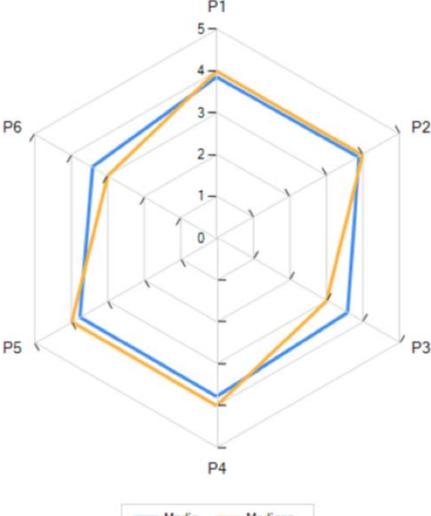
Cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala. Valores del alfa superiores a 0,7 son suficientes para garantizar la fiabilidad.

Módulo 1: Contenido educativo

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.	3,857	0,761	4,000	4,000
2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.	3,886	0,666	4,000	4,000
3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.	3,571	0,728	3,000	3,000
4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.	3,800	0,821	4,000	4,000
5	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).	3,771	0,831	4,000	4,000
6	Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.	3,400	0,901	4,000	3,000
Totales módulo 1		3,714	0,807	4,000	4,000



Pregunta	Media	Mediana
P1	3,857	4,000
P2	3,886	4,000
P3	3,571	3,000
P4	3,800	4,000
P5	3,771	4,000
P6	3,400	3,000

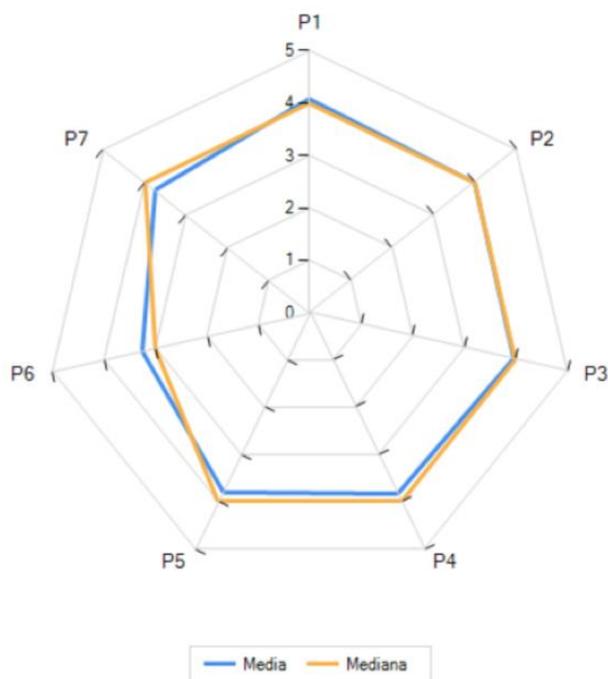
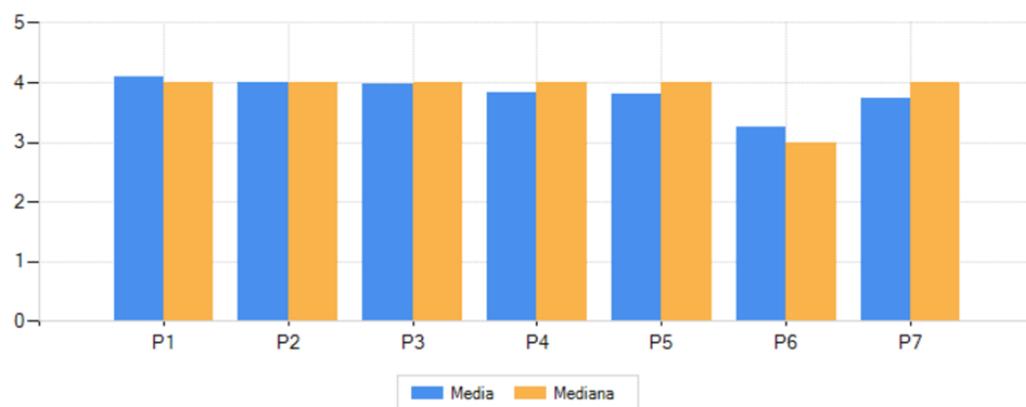


Pregunta	Media	Mediana
P1	3,857	4,000
P2	3,886	4,000
P3	3,571	3,000
P4	3,800	4,000
P5	3,771	4,000
P6	3,400	3,000

Escuela Superior de Informática de Ciudad Real | © UCLM | 926 295 300 | esi@uclm.es

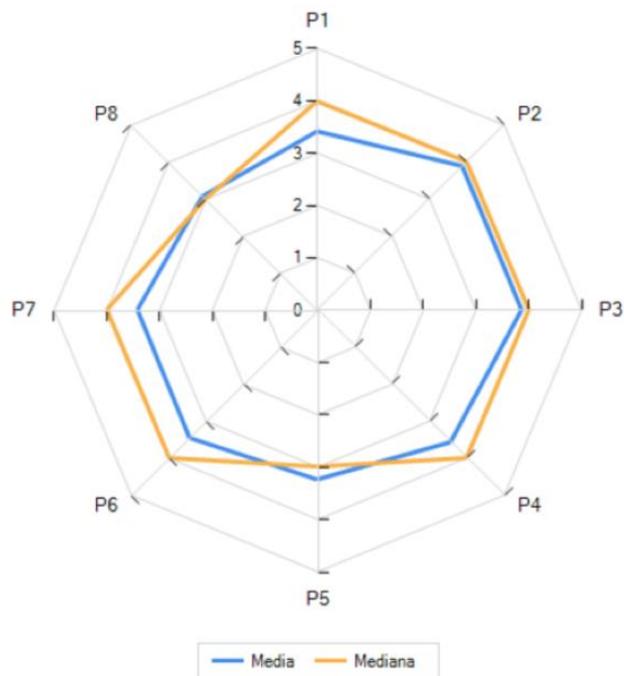
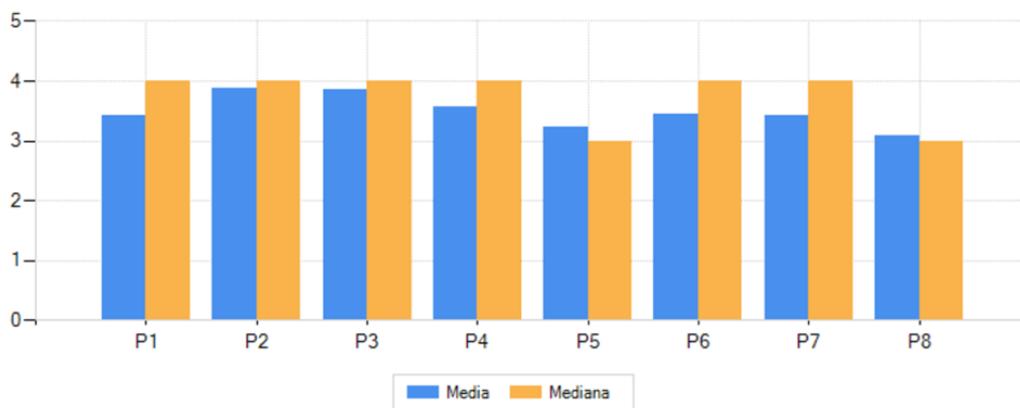
Módulo 2: Recursos multimedia

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.	4,086	0,692	4,000	4,000
2	Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.	4,000	0,535	4,000	4,000
3	Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.	3,971	0,736	4,000	4,000
4	Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.	3,829	0,910	4,000	4,000
5	Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.	3,800	0,855	4,000	4,000
6	Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.	3,257	0,966	3,000	3,000
7	Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.	3,743	0,690	4,000	4,000
Totales módulo 2		3,812	0,822	4,000	4,000



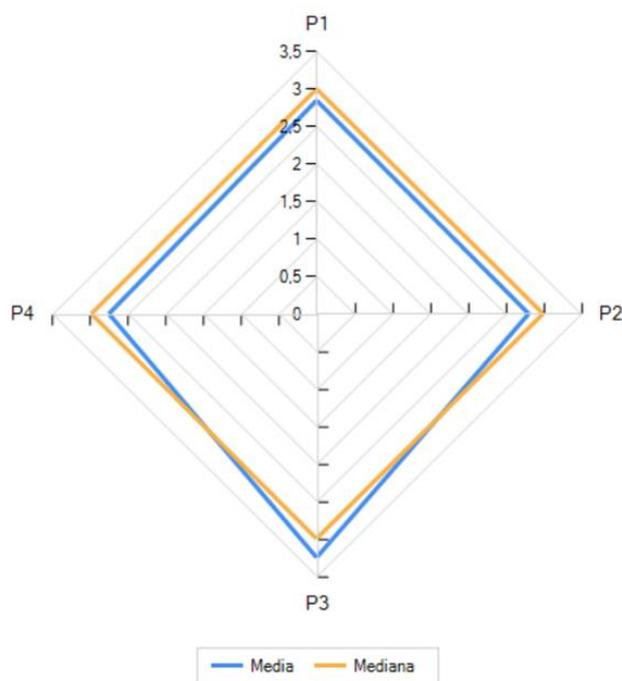
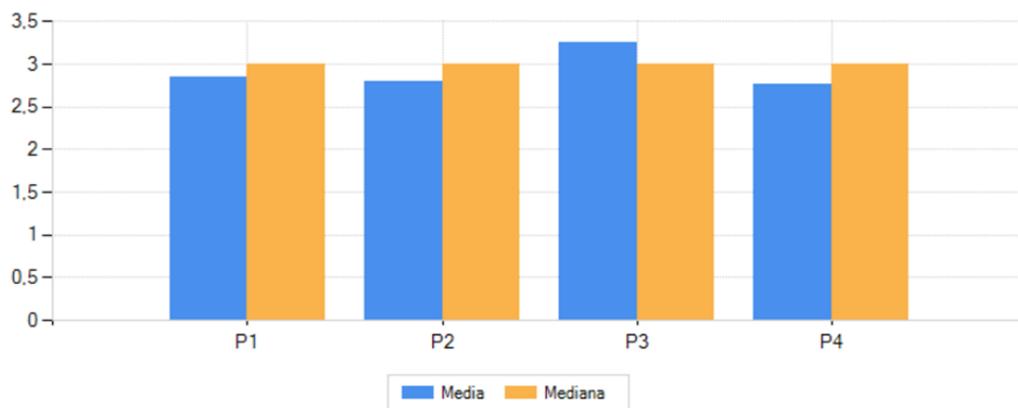
Módulo 3: Actividades educativas

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).	3,429	0,838	4,000	4,000
2	Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.	3,886	0,747	4,000	4,000
3	Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.	3,857	0,930	4,000	4,000
4	Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.	3,571	0,935	3,000	4,000
5	Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.	3,229	0,796	3,000	3,000
6	Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).	3,457	0,873	4,000	4,000
7	Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).	3,429	0,935	4,000	4,000
8	En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).	3,086	1,204	4,000	3,000
Totales módulo 3		3,493	0,952	4,000	4,000



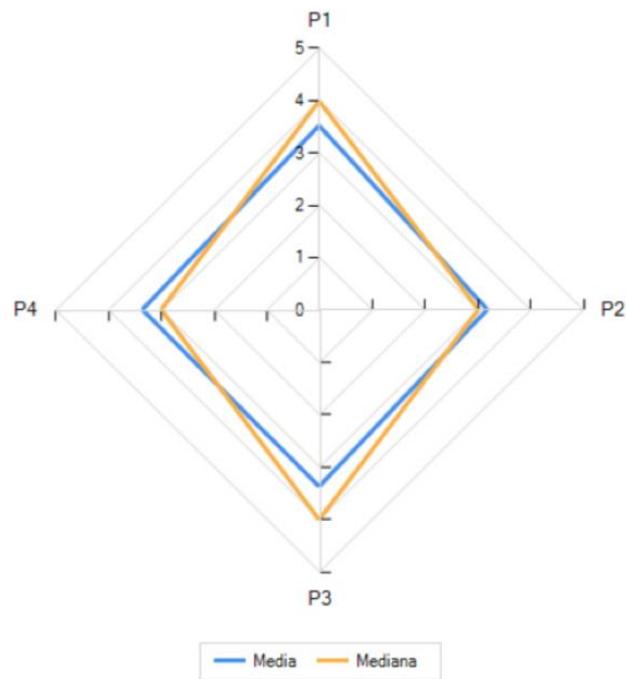
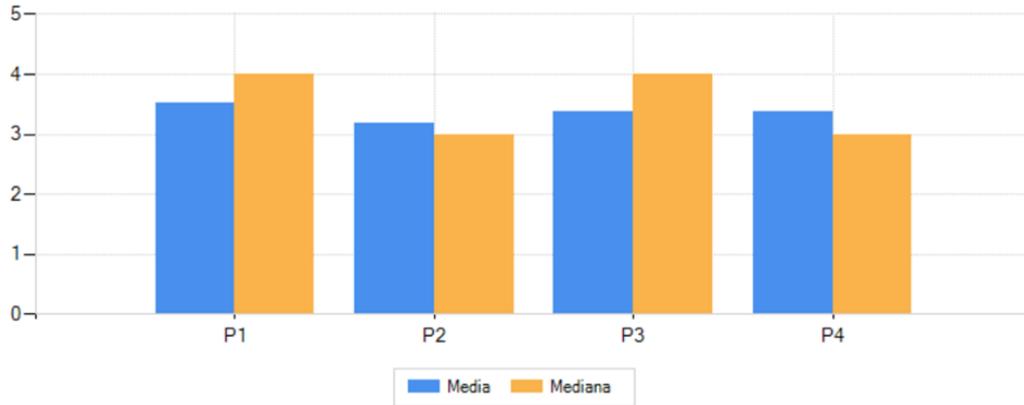
Módulo 4: Interacción social

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.	2,857	0,930	3,000	3,000
2	La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).	2,800	1,116	3,000	3,000
3	La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).	3,257	0,996	4,000	3,000
4	El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).	2,771	1,098	3,000	3,000
Totales módulo 4		2,921	1,056	3,000	3,000



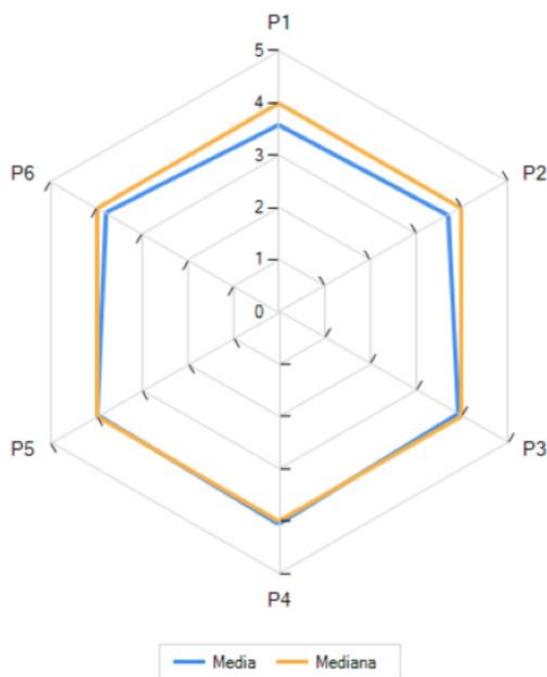
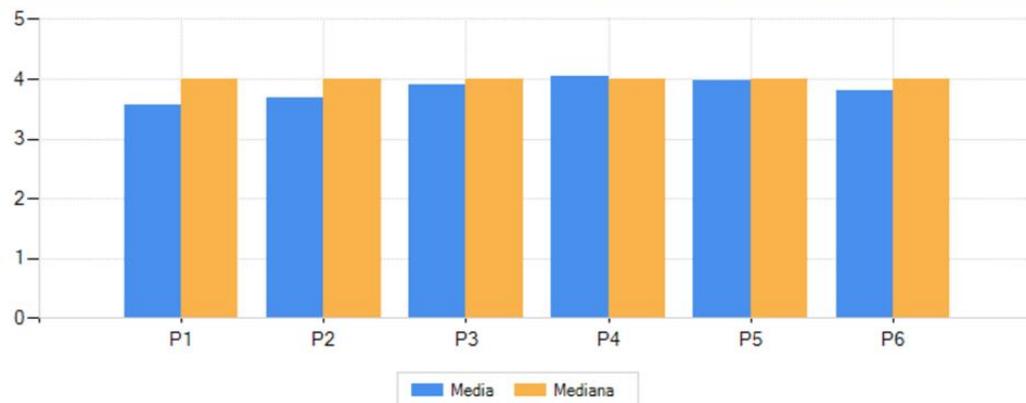
Módulo 5: Personalización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.	3,514	0,906	4,000	4,000
2	La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.	3,171	0,971	3,000	3,000
3	La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.	3,371	1,267	4,000	4,000
4	La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio (ej. Minutos diarios o semanales).	3,371	1,071	3,000	3,000
Totales módulo 5		3,357	1,070	4,000	3,000



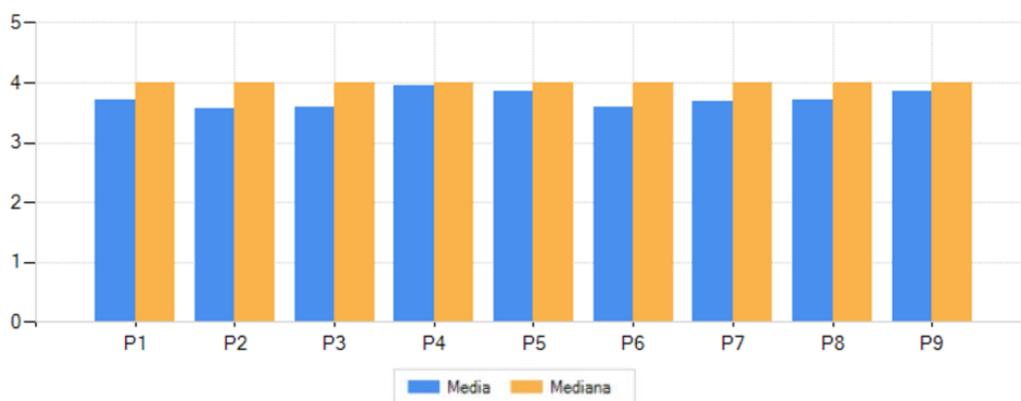
Módulo 6: Diseño de la interfaz

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.	3,571	0,965	4,000	4,000
2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.	3,686	0,854	3,000	4,000
3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).	3,914	0,732	4,000	4,000
4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).	4,057	0,674	4,000	4,000
5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.	3,971	0,878	4,000	4,000
6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación).	3,800	0,748	3,500	4,000
Totales módulo 6		3,833	0,831	4,000	4,000



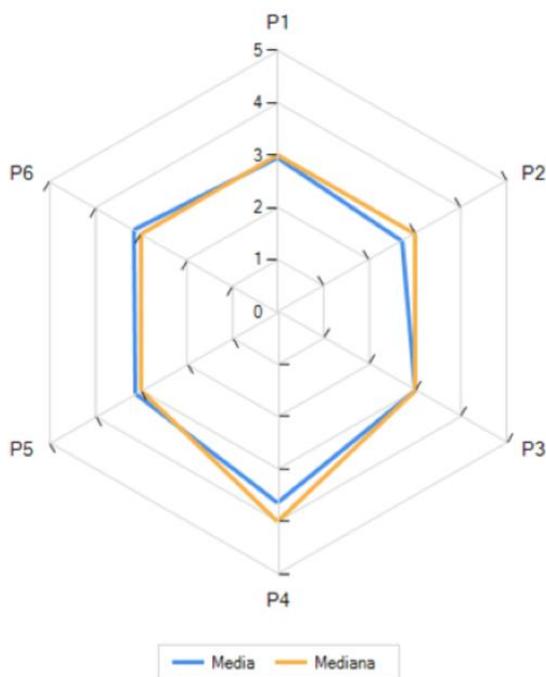
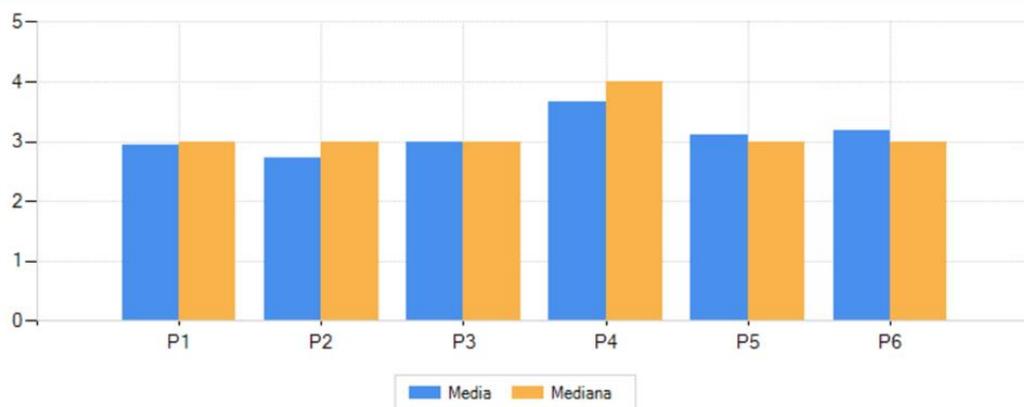
Módulo 7: Navegación

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.	3,714	0,777	4,000	4,000
2	La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).	3,571	0,965	4,000	4,000
3	El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.	3,600	0,835	4,000	4,000
4	La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).	3,943	0,630	4,000	4,000
5	La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.	3,857	0,867	3,000	4,000
6	La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.	3,600	1,047	3,500	4,000
7	Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).	3,686	0,919	4,000	4,000
8	La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.	3,714	1,002	3,000	4,000
9	La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.	3,857	0,833	4,000	4,000
Totales módulo 7		3,727	0,892	4,000	4,000



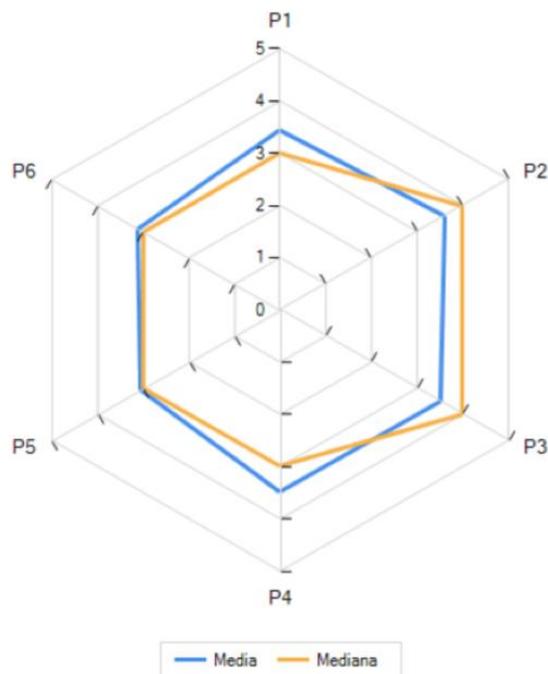
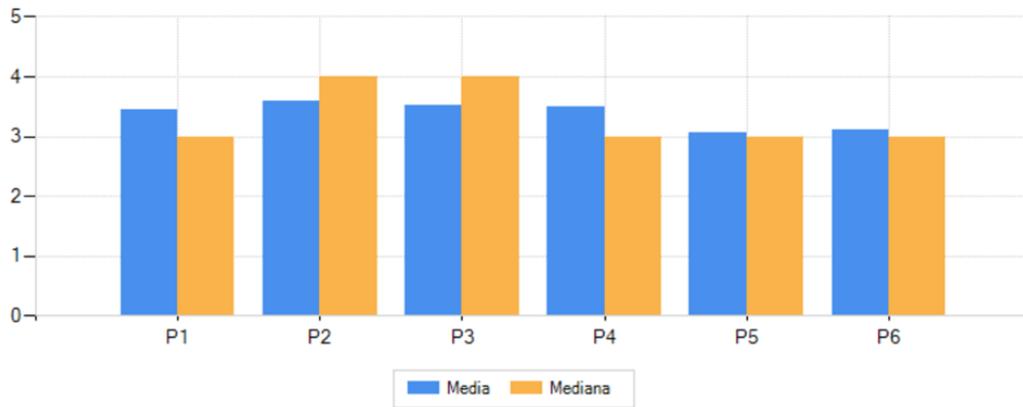
Módulo 8: Customización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.	2,943	0,984	3,000	3,000
2	La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).	2,714	0,912	3,000	3,000
3	La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fácil de encontrar.	3,000	1,014	3,000	3,000
4	La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.	3,657	1,094	4,000	4,000
5	La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).	3,114	0,949	3,000	3,000
6	La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).	3,171	1,082	3,000	3,000
Totales módulo 8		3,100	1,049	3,000	3,000



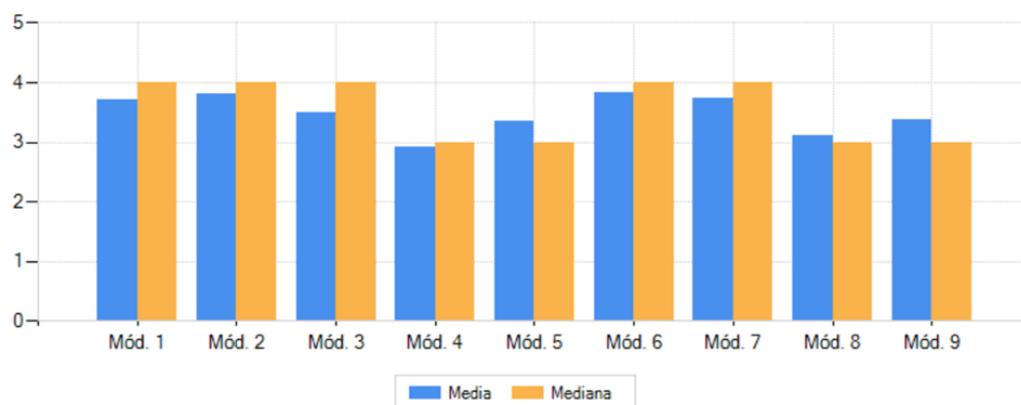
Módulo 9: Retroalimentación

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).	3,457	0,966	3,000	3,000
2	La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar).	3,600	0,835	4,000	4,000
3	Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.	3,514	0,996	4,000	4,000
4	La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).	3,486	0,906	3,000	3,000
5	La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.	3,057	1,170	3,000	3,000
6	La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).	3,114	1,115	3,000	3,000
Totales módulo 9		3,371	1,026	3,000	3,000

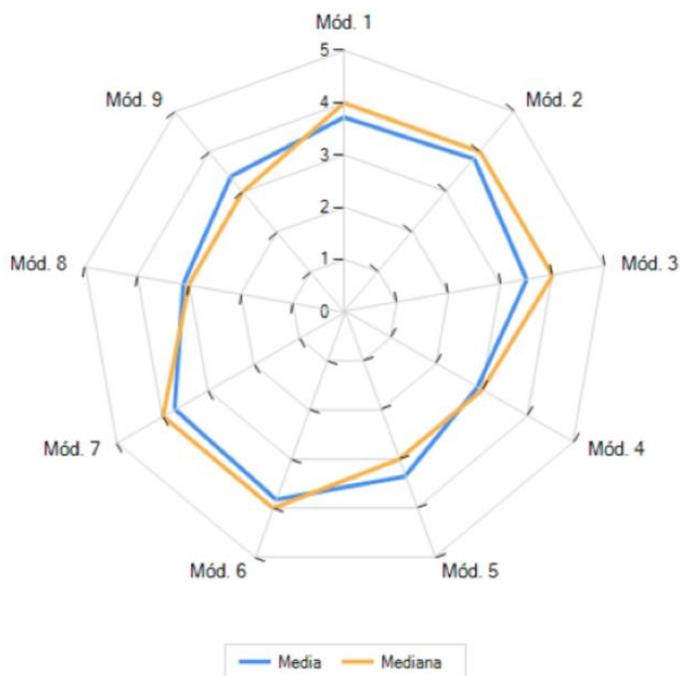


Gráfica de estadísticos por módulo

Mód.1: Contenido educativo | Mód.2: Recursos multimedia | Mód.3: Actividades educativas | Mód.4: Interacción social |
 Mód.5: Personalización | Mód.6: Diseño de la interfaz | Mód.7: Navegación | Mód.8: Customización | Mód.9:
 Retroalimentación



Mód.1: Contenido educativo | Mód.2: Recursos multimedia | Mód.3: Actividades educativas | Mód.4: Interacción social |
 Mód.5: Personalización | Mód.6: Diseño de la interfaz | Mód.7: Navegación | Mód.8: Customización | Mód.9:
 Retroalimentación

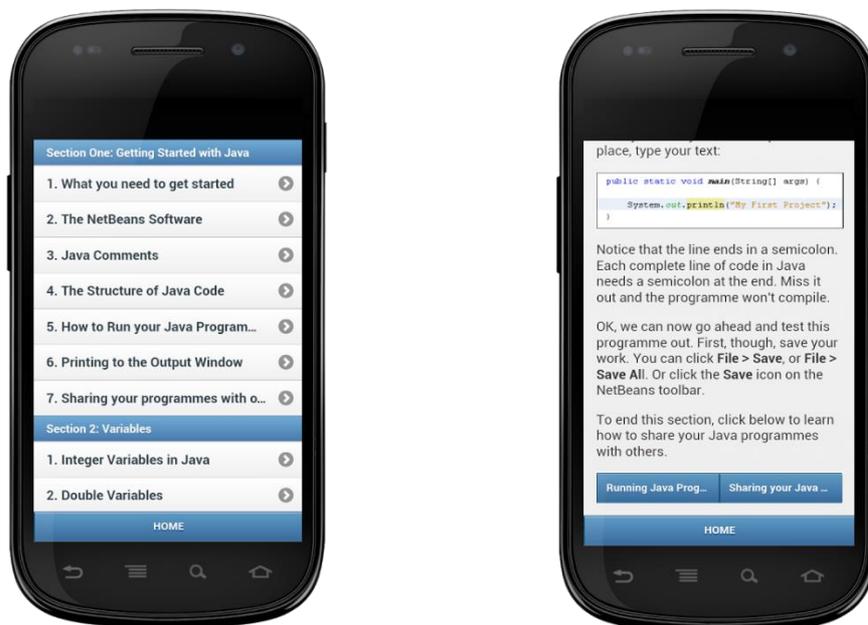


Apéndice I. Resultados de la Evaluación de la Aplicación *m-Learning* “*Learn Java-Free*”

Learn Java-Free es una aplicación para dispositivos móviles tipo *smartphones* o *tablets*, con sistema operativo *Android*. El objetivo de esta aplicación es dar a conocer los conocimientos fundamentales del lenguaje *Java*. Es una aplicación gratuita disponible en *Google Play*.

Descarga en *Google Play*:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rfb.learnjavafree>





Generador de Encuestas

cnavarro2

04/03/2016 18:49:00

[Mi cuenta](#) [Cerrar sesión](#)

Usted está en: [Encuestas](#) > [Gestores](#) > [Informes de estadísticos](#)

Gestiones

- » Convocatorias
- » Encuestas
- » Preguntas
- » Listas y likerts
- » Encuestados

Notificaciones

- » Plantillas
- » Envíos
- » Histórico

Informes

- » Respuestas
- » Estadísticos
- » Importar datos

Informe de estadísticos

Listado de datos estadísticos

Convocatoria: Evaluación Aplicación Learn Java - Free

Encuesta: Cuestionario CECAM

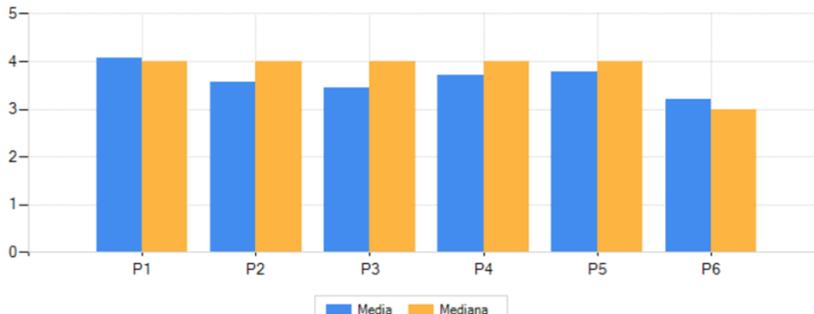
Fiabilidad del test

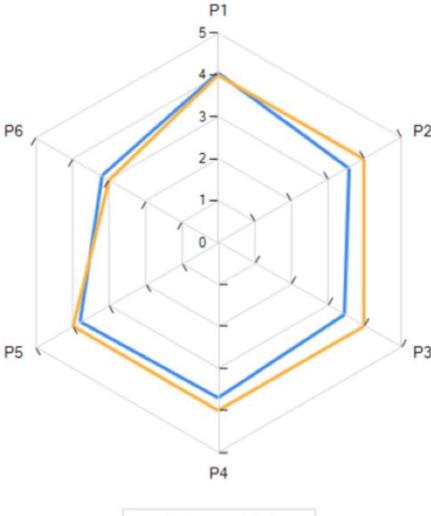
Alpha de Cronbach: 0,943

Cuanto más se aproxime a su valor máximo, 1, mayor es la fiabilidad de la escala. Valores del alfa superiores a 0,7 son suficientes para garantizar la fiabilidad.

Módulo 1: Contenido educativo

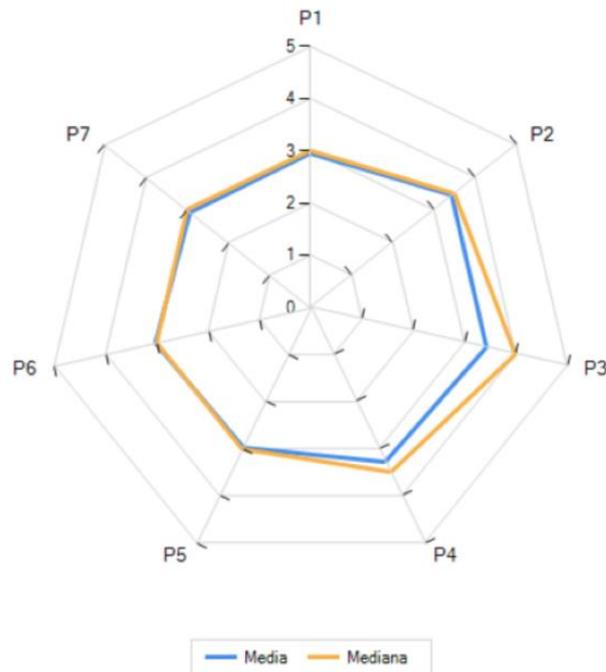
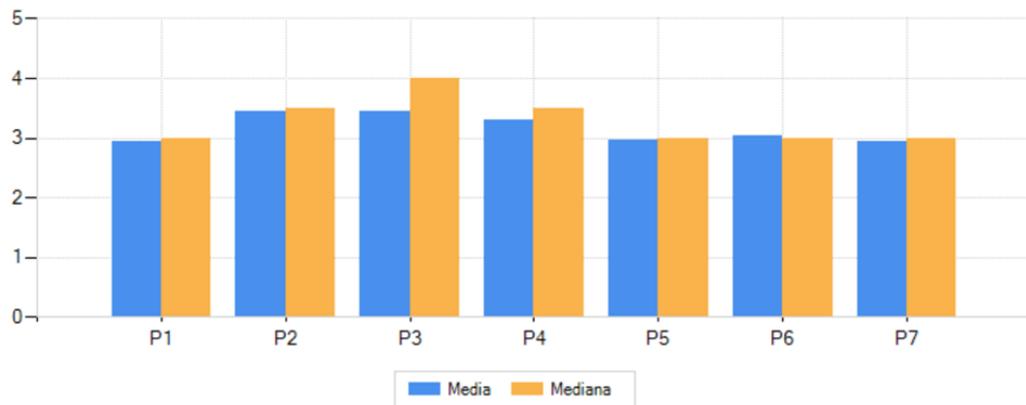
Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El contenido está organizado en pequeños módulos o unidades.	4,059	0,683	4,000	4,000
2	Los objetivos de aprendizaje están bien definidos al iniciar un módulo o unidad.	3,559	0,735	4,000	4,000
3	Se dan a conocer los conocimientos previos requeridos, en caso de ser necesario.	3,441	0,811	4,000	4,000
4	La explicación de los conceptos se presenta de manera clara y concisa.	3,706	0,787	4,000	4,000
5	Los módulos o unidades están organizados de acuerdo al nivel de dificultad (de fácil a difícil).	3,794	1,023	4,000	4,000
6	Existen enlaces a recursos externos relacionados con el contenido y adaptados para dispositivos móviles.	3,206	1,023	3,000	3,000
Totales módulo 1		3,627	0,896	4,000	4,000





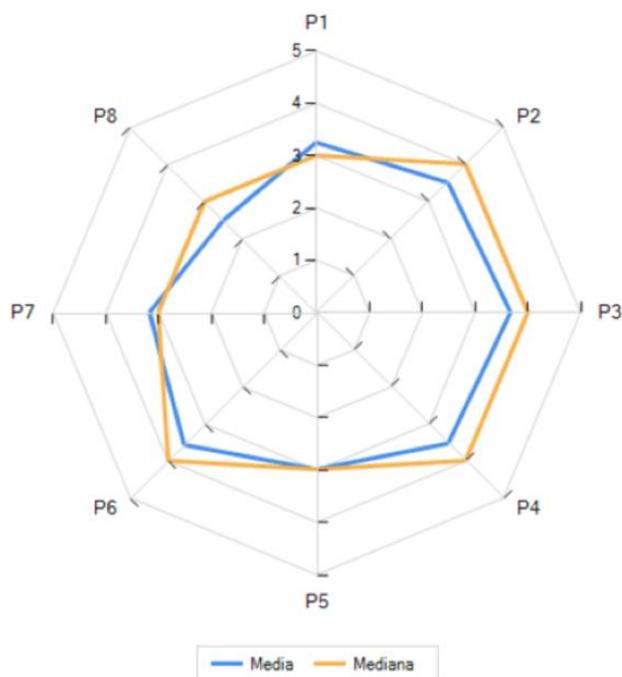
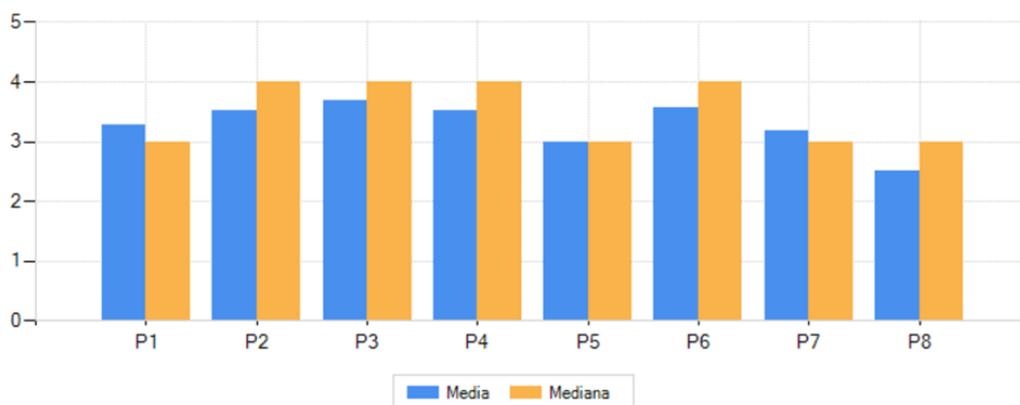
Módulo 2: Recursos multimedia

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se presentan diferentes recursos multimedia (videos, imágenes, audios, animaciones, simulaciones, etc.) relacionados con los objetivos de aprendizaje.	2,941	1,136	3,000	3,000
2	Los recursos multimedia han sido seleccionados adecuadamente para facilitar el aprendizaje.	3,441	1,034	3,500	3,500
3	Los recursos multimedia tienen una duración menor a 7 minutos.	3,441	1,193	4,000	4,000
4	Los contenidos multimedia tienen buena calidad de video, audio e imágenes.	3,294	1,225	4,000	3,500
5	Los recursos multimedia pueden ser descargados al dispositivo móvil.	2,971	1,294	4,000	3,000
6	Los recursos multimedia tienen el tamaño apropiado para descargarlos al dispositivo móvil.	3,029	1,272	3,000	3,000
7	Existe una proporción adecuada de recursos multimedia.	2,941	1,110	3,000	3,000
Totales módulo 2		3,151	1,203	3,000	3,000



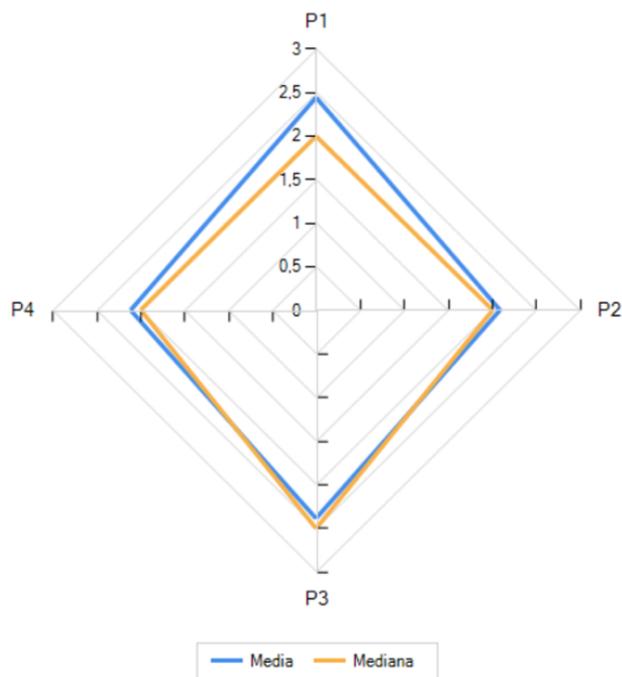
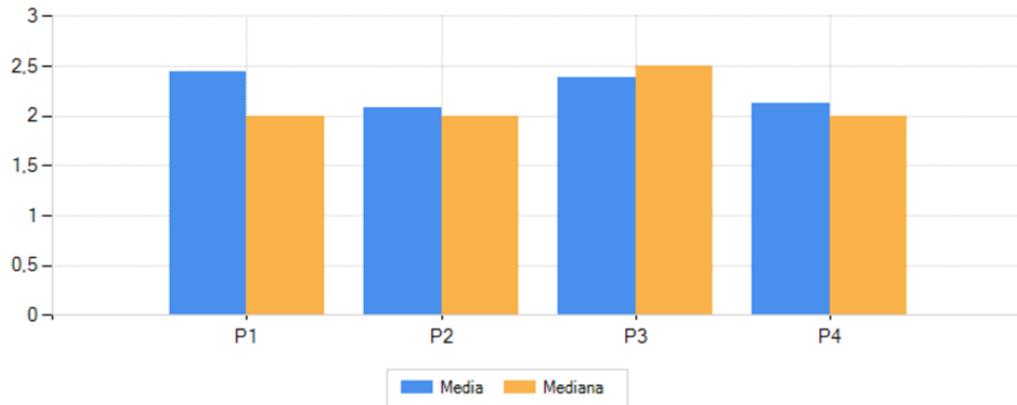
Módulo 3: Actividades educativas

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Se proponen actividades para adquirir nuevas habilidades que determinen su aprendizaje (ej. Preguntas, asociaciones, ejercicios, resolución de problemas, etc.).	3,265	1,093	3,000	3,000
2	Las actividades facilitan la comprensión de los contenidos educativos.	3,529	0,915	4,000	4,000
3	Las actividades de aprendizaje ayudan a mejorar o fortalecer habilidades.	3,676	0,865	4,000	4,000
4	Las actividades permiten a los estudiantes integrar información nueva con aprendizaje previo.	3,529	0,848	4,000	4,000
5	Las actividades reflejan prácticas relevantes a la vida real o profesional.	3,000	0,804	3,000	3,000
6	Las actividades son congruentes con las capacidades de los estudiantes (ni muy fácil, ni muy difícil).	3,559	0,735	4,000	4,000
7	Existen actividades para evaluar el aprendizaje del contenido educativo (ej. Tests, evaluaciones, ejercicios etc.).	3,176	1,294	4,000	3,000
8	En las actividades se aprovechan las funciones o ventajas que aporta el uso de los dispositivos móviles (hacer fotos, grabar videos o audios, realidad aumentada, simulaciones, códigos QR, etc.).	2,500	1,243	3,000	3,000
Totales módulo 3		3,279	1,059	3,000	3,000



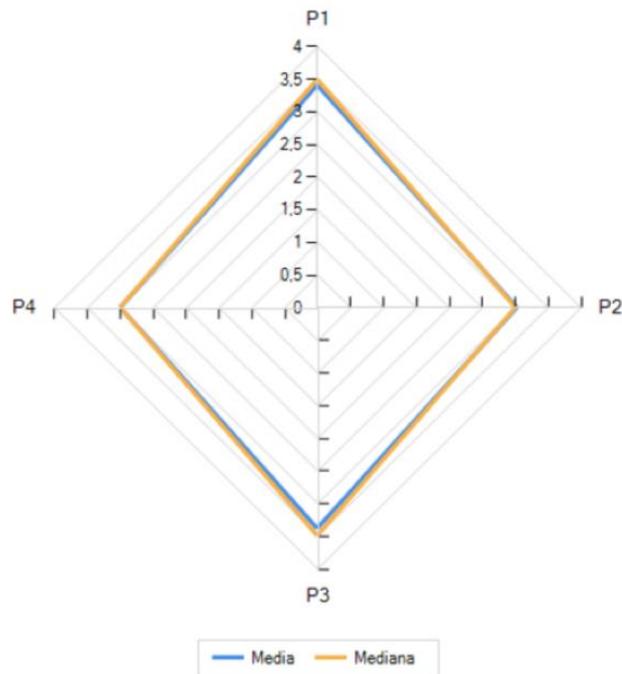
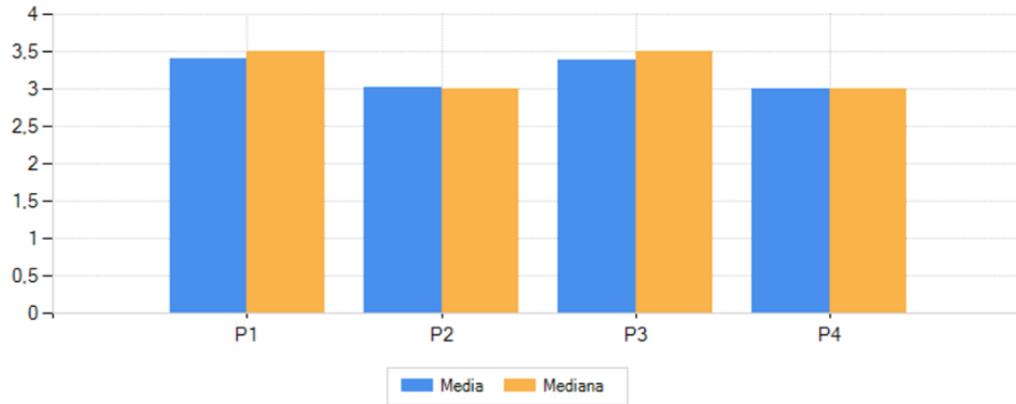
Módulo 4: Interacción social

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	Existen oportunidades para que los estudiantes realicen proyectos o trabajos en grupo.	2,441	0,976	2,000	2,000
2	La aplicación permite comunicarse con otros compañeros o profesores para resolver dudas sobre los contenidos (chat, email, etc.).	2,088	1,095	1,500	2,000
3	La aplicación permite compartir información, fotos, videos o documentos relacionados con su trabajo para discutirlos (ej. A través de redes sociales, blogs, wikis, etc.).	2,382	1,112	3,000	2,500
4	El sistema permite oportunidades de competitividad entre los estudiantes (ej. Visualizar los logros de los alumnos más destacados en un grupo de estudio).	2,118	1,231	1,000	2,000
Totales módulo 4		2,257	1,118	1,000	2,000



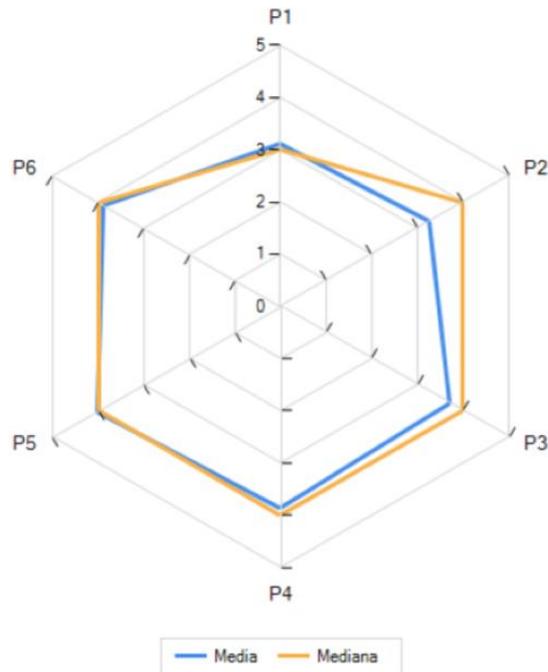
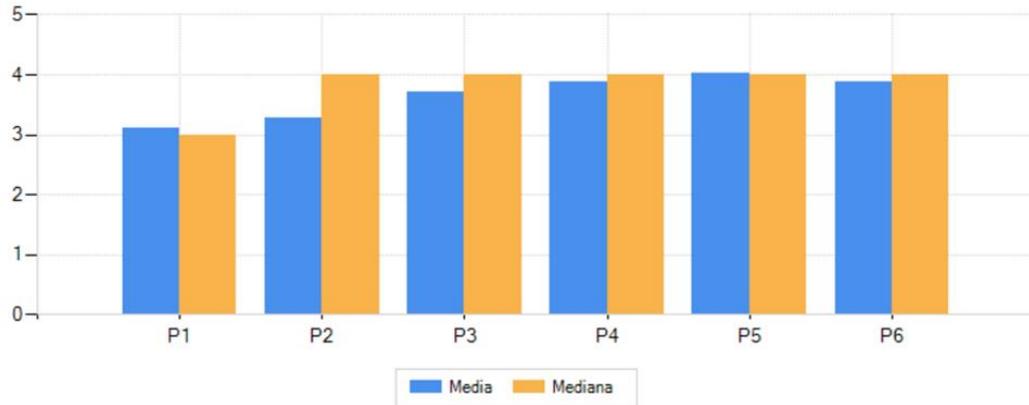
Módulo 5: Personalización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite que el alumno cree su propia ruta de aprendizaje.	3,412	1,239	3,500	3,500
2	La aplicación permite evaluar los conocimientos actuales del alumno y sugiere contenidos para estudiar dependiendo de dichos resultados.	3,029	1,272	4,000	3,000
3	La aplicación permite elegir diferentes niveles de complejidad.	3,382	1,189	4,000	3,500
4	La aplicación permite al estudiante establecer metas de estudio (ej. Minutos diarios o semanales).	3,000	1,213	3,000	3,000
Totales módulo 5		3,206	1,243	4,000	3,000



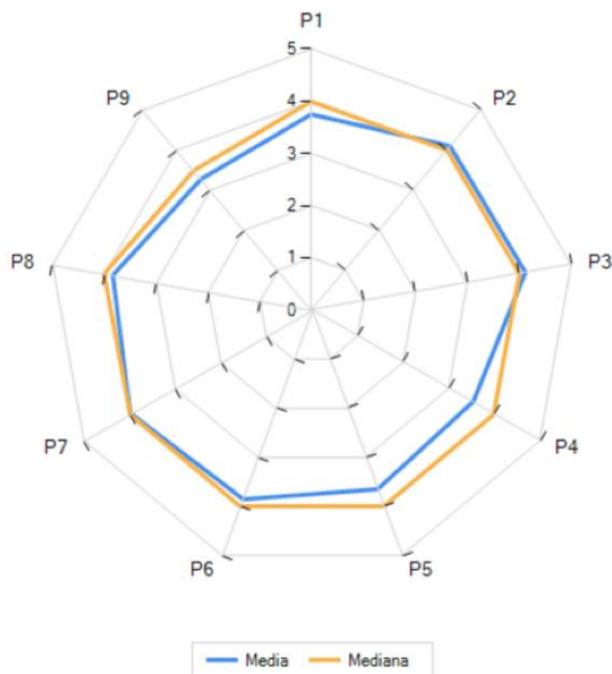
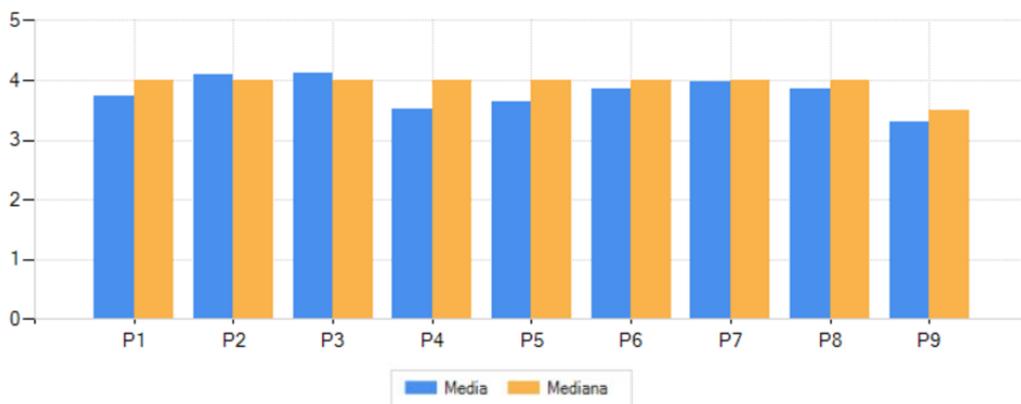
Módulo 6: Diseño de la interfaz

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	El diseño de la interfaz tiene una estética agradable y atractiva.	3,118	1,078	4,000	3,000
2	El tipo de letra, su tamaño y espaciado facilitan la lectura de la información.	3,265	1,171	4,000	4,000
3	El diseño tiene la cantidad apropiada de colores y no genera cansancio visual (de 2 a 4 como máximo).	3,706	1,151	4,000	4,000
4	El contraste de colores es adecuado (ej. Texto oscuro sobre fondo claro).	3,882	0,963	4,000	4,000
5	La información presentada se ajusta o adapta al tamaño de la pantalla.	4,029	0,822	4,000	4,000
6	El diseño de la interfaz es consistente en estilo y tamaño de letra, botones, colores, etc. (igual en toda la aplicación).	3,882	0,963	4,000	4,000
Totales módulo 6		3,647	1,086	4,000	4,000



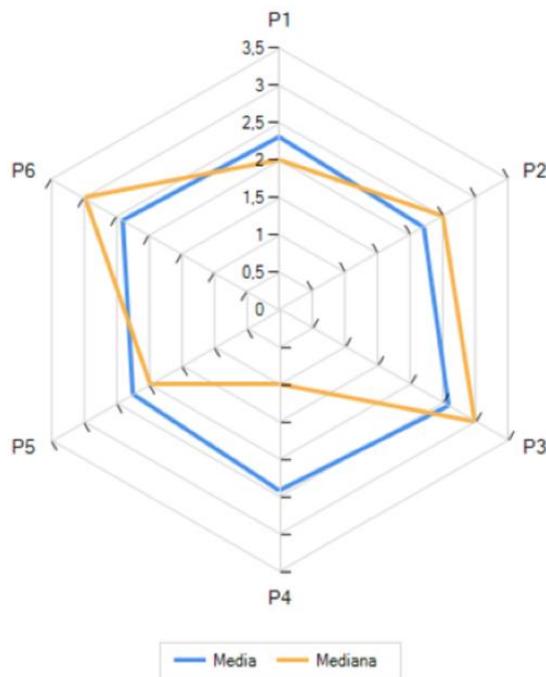
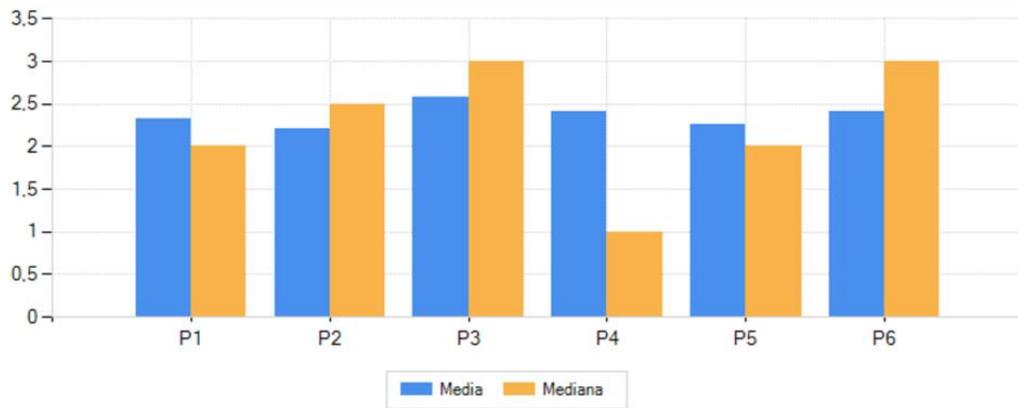
Módulo 7: Navegación

Nº	Pregunta	Media	Dev. típica	Moda	Mediana
1	El menú principal y las opciones principales tienen una visibilidad apropiada.	3,735	0,816	4,000	4,000
2	La forma de navegación es sencilla, familiar e intuitiva (ej. Se entiende con claridad lo que hay que hacer).	4,088	0,818	4,000	4,000
3	El contenido deseado o las tareas básicas son accesibles desde la página principal en tres o menos clics.	4,118	0,932	5,000	4,000
4	La aplicación informa en cualquier momento en que parte del proceso se encuentra el estudiante (ej. Título de la unidad de aprendizaje seleccionada, contraste de colores en las opciones seleccionadas, etc.).	3,529	1,007	4,000	4,000
5	La dimensión y proximidad de los botones táctiles o controles de selección son los adecuados para seleccionarlos fácilmente con el dedo.	3,647	0,800	4,000	4,000
6	La ubicación de los botones táctiles o similares son alcanzables utilizando principalmente una sola mano.	3,853	0,692	4,000	4,000
7	Los iconos o elementos que representan las acciones son familiares e intuitivos (se sabe lo que representan).	3,971	0,923	4,000	4,000
8	La aplicación presenta claramente la opción que permite regresar al menú principal.	3,853	1,004	4,000	4,000
9	La aplicación presenta claramente la opción de búsqueda para ayudar a los estudiantes a encontrar contenido.	3,294	1,225	4,000	3,500
Totales módulo 7		3,788	0,959	4,000	4,000



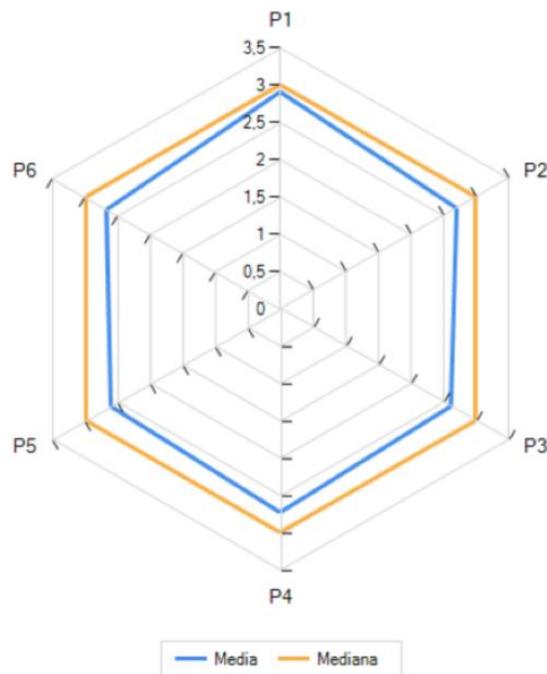
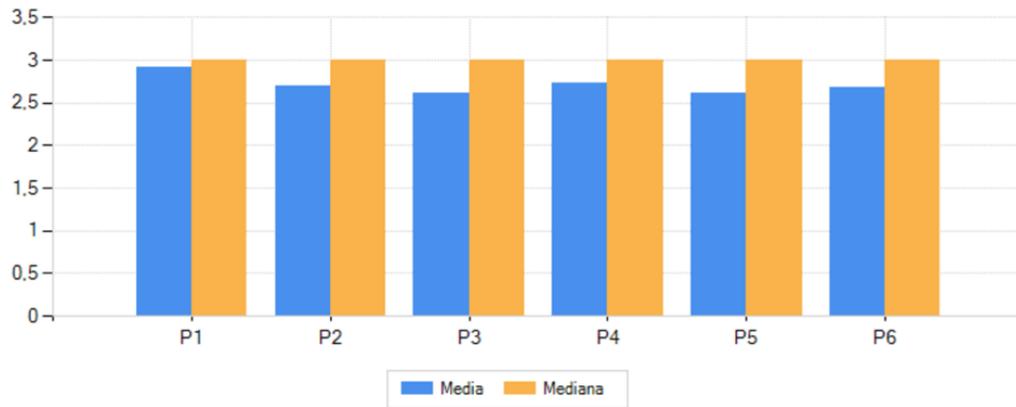
Módulo 8: Customización

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación permite cambiar el tamaño o tipo de la letra.	2,324	1,156	3,000	2,000
2	La aplicación permite cambiar el color de fondo de pantalla y de letra (ej. texto claro sobre fondo oscuro o viceversa).	2,206	0,993	3,000	2,500
3	La aplicación proporciona opciones de configuración avanzada y son fácil de encontrar.	2,588	1,216	4,000	3,000
4	La aplicación permite elegir entre diferentes idiomas.	2,412	1,629	1,000	1,000
5	La aplicación permite elegir diferentes formas de entrada y salida (ej. reconocimiento de voz, subtítulos en los videos, etc.).	2,265	1,313	1,000	2,000
6	La aplicación proporciona funciones básicas sobre el contenido (ej. subrayar o resaltar texto, hacer anotaciones, copiar y pegar, etc.).	2,412	1,115	3,000	3,000
Totales módulo 8		2,368	1,259	1,000	2,000



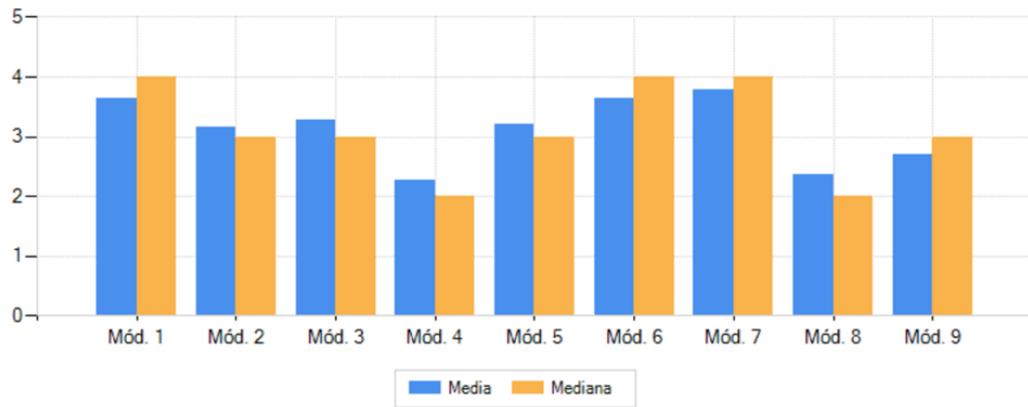
Módulo 9: Retroalimentación

Nº	Pregunta	Media	Desv. típica	Moda	Mediana
1	La aplicación ofrece retroalimentación precisa sobre el estado del sistema (ej. Una barra de estado informando el progreso de una acción).	2,912	1,172	3,000	3,000
2	La aplicación presenta el avance general de los estudiantes. (ej. proporciona información sobre las unidades que ya domina y lo que le falta por completar o estudiar).	2,706	1,201	3,000	3,000
3	Si el estudiante comete un error durante las autoevaluaciones, la aplicación ofrece explicaciones sobre la solución correcta.	2,618	1,284	1,000 3,000	3,000
4	La aplicación ofrece información ante acciones realizadas que pueden tener efectos no deseados (ej. advertencias o confirmaciones para prevenir errores).	2,735	1,196	3,000	3,000
5	La aplicación permite acumular puntos después de participar y/o completar actividades.	2,618	1,351	1,000	3,000
6	La aplicación proporciona opciones para compartir en redes sociales los avances o logros significativos alcanzados (ej. al finalizar un nivel o al finalizar el curso).	2,676	1,344	1,000	3,000
Totales módulo 9		2,711	1,264	3,000	3,000

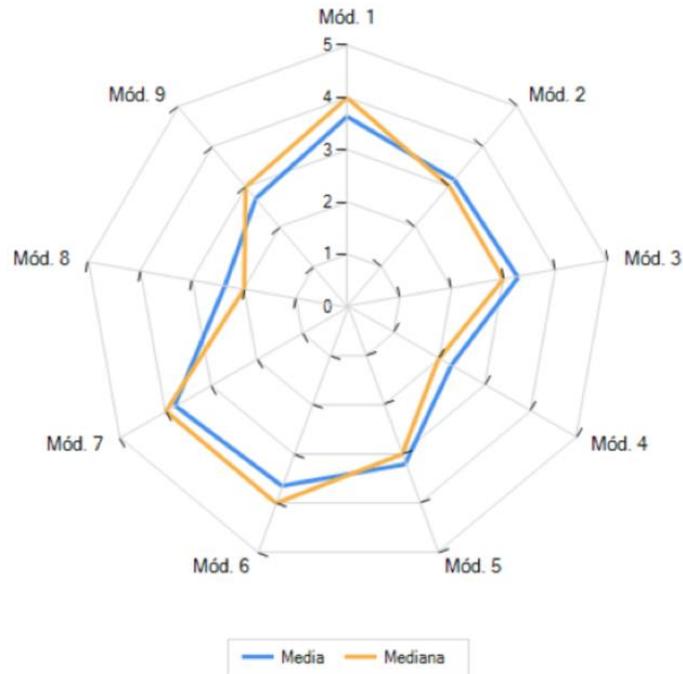


Gráfica de estadísticos por módulo

Mód.1: Contenido educativo | Mód.2: Recursos multimedia | Mód.3: Actividades educativas | Mód.4: Interacción social |
 Mód.5: Personalización | Mód.6: Diseño de la interfaz | Mód.7: Navegación | Mód.8: Customización | Mód.9:
 Retroalimentación



Mód.1: Contenido educativo | Mód.2: Recursos multimedia | Mód.3: Actividades educativas | Mód.4: Interacción social |
 Mód.5: Personalización | Mód.6: Diseño de la interfaz | Mód.7: Navegación | Mód.8: Customización | Mód.9:
 Retroalimentación



Apéndice J. Lista de Acrónimos

ACM	Association for Computing Machinery
AICTL	Advanced ICT Literacy
AML	Advanced Mobile Literacy
AVE	Average Variance Extracted
BI	Behavioural Intention
BICTL	Basic ICT Literacy
BYOT	Bring Your Own Technology
CECAM	Cuestionario para Evaluar la Calidad de las Aplicaciones <i>M-learning</i>
CHI	Computer-Human Interaction
CHICO	Computer-Human Interaction and Collaboration
CIAM	Collaborative Interactive Applications Methodology
CSAM	Collaborative Situated Active M-learning
DBR	Design-Based Research
ECT	Expectation-Confirmation Theory
EE	Effort Expectancy
GQM	Goal-Question-Metric
ICT	Information and Communications Technology
ID	Identificador
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IPO	Interacción Persona-Ordenador
ISO	International Organization for Standardization
LI	Lectures' Influence
MLCI	M-Learning Continuance Intention
MLMS	Mobile Learning Management Systems
MLUAT	Mobile Learning Usability Attribute Testing

MoLEF	MOBILE Learning Evaluation Framework
MOOC	Massively Open Online Courses
MPLIu+a	Modelo de Proceso de la ingeniería de la Usabilidad y de la accesibilidad
PCQ	Perceived Content Quality
PDA	Personal Digital Assistant
PE	Perceived Expectancy
PEOU	Perceived Ease Of Use
PFA	Perceived Flexibility Advantages
PI	Personal Innovativeness
PInn	Personal Innovativeness
PIIT	Personal Innovativeness in Information Technology
PLTU	Perceived Long-Term Usefulness
PNTU	Perceived Near-Term Usefulness
PSQ	Perceived Service Quality
PU	Perceived Usefulness
PUMP	Perceived Usefulness of Mobile Technology
QoS	Quality Of Service
SDOS	Science Direct On Site
SI	Social Influence
SMASH	SMARtphone's uSability Heuristics
SML	Self-Management of Learning
SN	Subjective Norm
TAM	Technology Acceptance Model
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TPB	Theory of Planned Behavior
TRA	Theory of Reasoned Action
UCLM	Universidad de Castilla-La Mancha
UI	User Interface
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology

Referencias Bibliográficas

- Abu-Al-Aish, A., & Love, S. (2013). Factors influencing students' acceptance of m-learning: An investigation in higher education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(5).
- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.
- ADL. (2007). ADL Mobile Learning Handbook. *Accesado en: <http://www.adlnet.org/wp-content/uploads/2011/08/MLHandbook20110809.pdf>*.
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1998). A conceptual and operational definition of personal innovativeness in the domain of information technology. *Information systems research*, 9(2), 204-215.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Al-Hmouz, A., Shen, J., Yan, J., & Al-Hmouz, R. (2010). Enhanced learner model for adaptive mobile learning. In *Proceedings of the 12th international conference on information integration and web-based applications & services* (pp. 783-786): ACM.
- Alegre, J. (2004). La gestión del conocimiento como motor de la innovación: lecciones de la industria de alta tecnología para la empresa. *University of Jaime I, Castellon, Spain*.
- Ally, M. (2005). Using learning theories to design instruction for mobile learning devices. *Mobile learning anytime everywhere*, 5-8.
- Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas profesión*, 5(17), 23-29.
- Baharom, S. (2013). *Designing mobile learning activities in the Malaysian HE context: A social constructivist approach*. University of Salford.
- Barab, S. A., Squire, K. D., & Dueber, W. (2000). A co-evolutionary model for supporting the emergence of authenticity. *Educational Technology Research and Development*, 48(2), 37-62.

- Brereton, P., Kitchenham, B. A., Budgen, D., Turner, M., & Khalil, M. (2007). Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of systems and software*, 80(4), 571-583.
- Burdick, A., & Willis, H. (2011). Digital learning, digital scholarship and design thinking. *Design Studies*, 32(6), 546-556.
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological bulletin*, 56(2), 81.
- Capretz, L. F., Ali, A., & Ouda, A. (2012). A conceptual framework for measuring the quality aspect of mobile learning. *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technologies*, 14(4), 31.
- Casal, S. M. S. (2010). Cuestionario de evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la UNED. *Revista de Educación a Distancia*(25).
- Cataldi, Z. (2000). *Una metodología para el diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Facultad de Informática.
- Çelik, H. E., & Yilmaz, V. (2011). Extending the technology acceptance model for adoption of e-shopping by consumers in Turkey. *Journal of Electronic Commerce Research*, 12(2), 152.
- Cisco. (2012). Costumer case study. University Embraces Bring-Your-Own-Device with Wireless Network.
- Cohen, L., & Manion, L. (2002). *Métodos de Investigación Educativa*. Madrid: La Muralla.
- Collective, T. D.-B. R. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 5-8.
- Conejar, R. J., & Kim, H.-K. (2014). The effect of the future mobile learning: Current state and future opportunities. *Internafional Journal of Software Engineering and Its Applications*, 8(8), 193-200.
- Cook, T. D., Campbell, D. T., & Day, A. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings* (Vol. 351): Houghton Mifflin Boston.
- Crompton, H. (2013). A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. *Handbook of mobile learning*, 3-14.
- Cuadrat Seix, C., Veloso, M. S., & Soler, J. J. R. (2012). Towards the validation of a method for quantitative mobile usability testing based on desktop eyetracking. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador* (pp. 49): ACM.

- Chen, B., Sivo, S., Seilhamer, R., Sugar, A., & Mao, J. (2013). User Acceptance of Mobile Technology: A Campus-Wide Implementation of Blackboard's Mobile™ Learn Application. *Journal of educational computing research*, 49(3), 327-343.
- Chen, J.-L. (2011). The effects of education compatibility and technological expectancy on e-learning acceptance. *Computers & Education*, 57(2), 1501-1511.
- Cheon, J., & Grant, M. M. (2012). The effects of metaphorical interface on germane cognitive load in web-based instruction. *Educational Technology Research and Development*, 60(3), 399-420.
- Cheon, J., Lee, S., Crooks, S. M., & Song, J. (2012). An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior. *Computers & Education*, 59(3), 1054-1064.
- Chittaro, L. (2011). Designing visual user interfaces for mobile applications. In *Proceedings of the 3rd ACM SIGCHI symposium on Engineering interactive computing systems* (pp. 331-332): ACM.
- Chiu, C.-M., & Wang, E. T. (2008). Understanding Web-based learning continuance intention: The role of subjective task value. *Information & Management*, 45(3), 194-201.
- Chong, A. Y.-L. (2013). A two-staged SEM-neural network approach for understanding and predicting the determinants of m-commerce adoption. *Expert Systems with Applications*, 40(4), 1240-1247.
- Chua, S. L., Chen, D.-T., & Wong, A. F. (1999). Computer anxiety and its correlates: a meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 15(5), 609-623.
- da Rocha Seixas, L., Gomes, A. S., & de Melo Filho, I. J. (2016). Effectiveness of gamification in the engagement of students. *Computers in human behavior*, 58, 48-63.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.
- Davis, F. D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International journal of man-machine studies*, 38(3), 475-487.
- Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(1), 19-45.
- Davis Jr, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results*. Massachusetts Institute of Technology.

- de-Marcos, L., Garcia-Lopez, E., & Garcia-Cabot, A. (2016). On the effectiveness of game-like and social approaches in learning: Comparing educational gaming, gamification & social networking. *Computers & Education, 95*, 99-113.
- Díaz, J. V. (1993). *Teoría de los tests*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Dillard, A. (2012). *Mobile instructional design principles for adult learners*. University of Oregon.
- Dirksen, J. (2011). *Design for how people learn: New Riders*.
- Domínguez-Castro, A., & Iñesta-García, A. (2004). Evaluación de la calidad de las webs de centros de farmacoeconomía y economía de la salud en internet mediante un cuestionario validado. *Gaceta Sanitaria, 18*(4), 295-304.
- Duarte Filho, F., & Barbosa, E. F. (2013). A contribution to the quality evaluation of mobile learning environments. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 379-382): IEEE.
- Dünnebeil, S., Sunyaev, A., Blohm, I., Leimeister, J. M., & Krcmar, H. (2012). Determinants of physicians' technology acceptance for e-health in ambulatory care. *International journal of medical informatics, 81*(11), 746-760.
- Durall Gazulla, E., Gros Salvat, B., Maina, M. F., Johnson, L., & Adams, S. (2012). Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica 2012-2017.
- Economides, A. A. (2008). Requirements of mobile learning applications. *International Journal of Innovation and Learning, 5*(5), 457-479.
- Elias, T. (2011). Universal instructional design principles for mobile learning. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 12*(2), 143-156.
- Erdogan, M., Usak, M., & Aydin, H. (2008). Investigating Prospective Teachers' Satisfaction with Social Services and Facilities in Turkish Universities. *Journal of Baltic Science Education, 7*(1).
- Ericsson. (2013). Ericsson Mobility Report: On the pulse of the networked society. In Stockholm, Sweden.
- Faqih, K. M., & Jaradat, M.-I. R. M. (2015). Assessing the moderating effect of gender differences and individualism-collectivism at individual-level on the adoption of mobile commerce technology: TAM3 perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services, 22*, 37-52.
- Ferrerías Remesal, A. (2008). Estrategias de aprendizaje. Construcción y validación de un cuestionario-escala.

- Feser, J. (2014). mLearning Is Not e-Learning on a Mobile Device. *Mastering Mobile Learning*, 35-42.
- Fetaji, B., Ebibi, M., & Fetaji, M. (2011). Assessing Effectiveness in Mobile Learning by Devising MLUAT (Mobile Learning Usability Attribute Testing) Methodology. *International Journal of Computers and Communications*, 5(3), 178-187.
- Fishbein, M. (1975). i Ajzen, I.(1975). Belief, Attitude, Intention, and Behaviour: An Introduction to Theory and Research. In: Addison-Wesley.
- Franklin, T. (2011). Mobile learning: At the tipping point. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(4).
- Futurelab, N., Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G., Sharples, M., & Series, N. F. (2004). Literature review in mobile technologies and learning.
- Gagnon, M.-P., Ghandour, E. K., Talla, P. K., Simonyan, D., Godin, G., Labrecque, M., Ouimet, M., & Rousseau, M. (2014). Electronic health record acceptance by physicians: testing an integrated theoretical model. *Journal of biomedical informatics*, 48, 17-27.
- Gebera, O. W. T. (2012). Criterios de valoración sobre la usabilidad pedagógica en la formación continua docente. *Razón y palabra*(80), 48-22.
- George, D., & Mallery, P. (1994). *SPSS/PC+ step by step: A simple guide and reference*: Wadsworth Publ. Co.
- Granollers i Saltiveri, T. (2004). MPIu+ a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares.
- Gu, X., Gu, F., & Laffey, J. (2011). Designing a mobile system for lifelong learning on the move. *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(3), 204-215.
- Hair, J. F., Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Mena, J. A. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the academy of marketing science*, 40(3), 414-433.
- Hair, J. F., & Suárez, M. G. (1999). *Análisis multivariante* (Vol. 491): Prentice Hall Madrid.
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*: Sage Publications.
- Hayashi, A., Chen, C., Ryan, T., & Wu, J. (2004). The role of social presence and moderating role of computer self efficacy in predicting the continuance usage of e-learning systems. *Journal of Information Systems Education*, 15(2), 139.

- Hu, Z. (2011). Emerging vocabulary learning: From a perspective of activities facilitated by mobile devices. In *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (Vol. 2011, pp. 1334-1340).
- Huang, R.-T., Hsiao, C.-H., Tang, T.-W., & Lien, T.-C. (2014). Exploring the moderating role of perceived flexibility advantages in mobile learning continuance intention (MLCI). *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(3).
- Hyman, J. A., Moser, M. T., & Segala, L. N. (2014). Electronic reading and digital library technologies: understanding learner expectation and usage intent for mobile learning. *Educational Technology Research and Development*, 62(1), 35-52.
- Ibarra, M. P., Otero, N. P., Mendez, S., García, A., Díaz, M. d. P. G., Quincoces, V. E., Liberatori, H., Fiorito, B., & Lasserre, C. M. (2007). Construcción y Validación del cuestionario: Métrica de Calidad de Credibilidad e Interacción de Cursos de Teleformación. *TE & ET: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*(2), 30-38.
- Inostroza, R., Rusu, C., Roncagliolo, S., Rusu, V., & Collazos, C. A. (2016). Developing SMASH: A set of SMARtphone's uSability Heuristics. *Computer Standards & Interfaces*, 43, 40-52.
- ISO, I. (2011). IEC25010: 2011 Systems and software engineering—Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—System and software quality models. *International Organization for Standardization*, 34.
- JISC. (2007). Effective Practice with e-Assessment: An Overview of Technologies,. In A. e. <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/themes/elearning/effpraceassess.pdf> (Ed.).
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Ludgate, H. (2013). Horizon report: 2013 higher education edition.
- Johnson, L., Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). Horizon report: 2014 Higher Education Edition Austin, Texas, Estados Unidos: The New Media Consortium.
- Joo, Y. J., Lee, H. W., & Ham, Y. (2014). Integrating user interface and personal innovativeness into the TAM for mobile learning in Cyber University. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(2), 143-158.
- Kaczynski, D., Wood, L., & Harding, A. (2008). Using radar charts with qualitative evaluation Techniques to assess change in blended learning. *Active Learning in Higher Education*, 9(1), 23-41.
- Kantore, A., & Van Greunen, D. (2010). An evaluation of the usability of an mlearning tool—a case study. In *In Proceedings of the 12 th annual conference on world wide web applications*.

- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in learning technology*, 20.
- Keele, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE*.
- Killilea, J. P. (2012). Leveraging mobile devices for asynchronous learning: Best practices. In *Repéré à:*
http://www.scs.org/upload/documents/conferences/autumnsim/2012/presentations/etms/4_Final_Submission.pdf
- Koole, M. L. (2009). A model for framing mobile learning. *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, 1(2), 25-47.
- Kraut, R. (2013). UNESCO policy guidelines for mobile learning. *France: UNESCO*.
- Kukulska-Hulme, A. (2007). Mobile usability in educational contexts: what have we learnt? *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 8(2).
- Lehmann, D. R., Gupta, S., & Steckel, J. H. (1998). *Marketing research*: Addison-Wesley Reading, MA.
- Li, L., & Leina, L. (2012). Designing principles of mobile learning in ESP course for Chinese students. *IERI Procedia*, 2, 142-148.
- Litwin, M. S. (1995). *How to measure survey reliability and validity* (Vol. 7): Sage Publications.
- Liu, Y., Li, H., & Carlsson, C. (2010). Factors driving the adoption of m-learning: An empirical study. *Computers & Education*, 55(3), 1211-1219.
- Lumsden, J. (2015). Emerging perspectives on the design, use, and evaluation of mobile and handheld devices.
- Mac Callum, K., & Jeffrey, L. (2014). Comparing the role of ICT literacy and anxiety in the adoption of mobile learning. *Computers in Human Behavior*, 39, 8-19.
- Markauskaite, L. (2007). Exploring the structure of trainee teachers' ICT literacy: the main components of, and relationships between, general cognitive and technical capabilities. *Educational Technology Research and Development*, 55(6), 547-572.
- Marqués, P. (1995). Metodología para la elaboración de software educativo. *Barcelona (España). Editor. Estel*.
- Martin, R. (2011). *M-learning and student engagement: Factors that support students' engagement in m-learning*. Murdoch University.

- Martínez-García, J. A., & Martínez-Caro, L. (2009). La validez discriminante como criterio de evaluación de escalas: ¿teoría o estadística. *Universitas Psychologica*, 8(1), 27-36.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational psychologist*, 38(1), 43-52.
- Mayes, J. T., & Fowler, C. J. (1999). Learning technology and usability: a framework for understanding courseware. *Interacting with computers*, 11(5), 485-497.
- McLoughlin, C., & Lee, M. J. (2008). The Three P's of Pedagogy for the Networked Society: Personalization, Participation, and Productivity. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 20(1), 10-27.
- Melas, C. D., Zampetakis, L. A., Dimopoulou, A., & Moustakis, V. (2011). Modeling the acceptance of clinical information systems among hospital medical staff: An extended TAM model. *Journal of biomedical informatics*, 44(4), 553-564.
- Meliá, J. M. J., Such, J. G., & Montolío, M. J. P. (2012). Diseño de cuestionarios de contexto para la evaluación de sistemas educativos: optimización de la medida de constructos complejos. *Bordón. Revista de pedagogía*, 64(2), 89-110.
- Mendoza, A., Carroll, J., & Stern, L. (2008). Influences on Continued Use of an Information System: A Longitudinal Study. In *ECIS* (pp. 985-996).
- Mengual-Andrés, S., Roig-Vila, R., & Catalá, C. L. (2015). Validación del Cuestionario de evaluación de la calidad de cursos virtuales adaptado a MOOC. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2).
- Merhi, M. I. (2015). Factors influencing higher education students to adopt podcast: an empirical study. *Computers & Education*, 83, 32-43.
- Molina, A. I., Redondo, M. A., & Ortega, M. (2006). A conceptual and methodological framework for modeling interactive groupware applications. In *Groupware: Design, Implementation, and Use* (pp. 413-420): Springer.
- Morales, P. (2011). Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes. *Universidad Rafael Landívar*.
- Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., Freire, M., Manero, B., & Fernández-Manjon, B. (2014). Serious games: A journey from research to application. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE* (pp. 1-4): IEEE.
- Navarro, C. X., Molina, A. I., Redondo, M. A., & Juárez-Ramírez, R. (2015). Framework to Evaluate M-learning Systems: A Technological and Pedagogical Approach. *IEEE Journal of Latin-American Learning Technologies (IEEE-RITA)*, PP(99).

- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco, CA. USA.: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to Usability (2012). URL: <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> [accessed 2015-06-03][WebCite Cache].
- Nielsen, J., & Budiu, R. (2013). *Usabilidad en dispositivos móviles*: Anaya Multimedia.
- Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*, 9(2), 178-197.
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J., Taylor, J., Sharples, M., Lefrere, P., Lonsdale, P., Naismith, L., & Waycott, J. (2005). Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment.
- Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of marketing research*, 460-469.
- Parsons, D., & Ryu, H. (2006). A framework for assessing the quality of mobile learning. In *Proceedings of the International Conference for Process Improvement, Research and Education* (pp. 17-27): Citeseer.
- Parsons, D., Ryu, H., & Cranshaw, M. (2007). A design requirements framework for mobile learning environments. *Journal of Computers*, 2(4), 1-8.
- Peinado, S., & Bolivar, J. (2008). Variables tecnológicas y etapas de adopción de la tecnología en docentes de educación media. *Eduweb*, 3(3), 85-97.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. In *12th international conference on evaluation and assessment in software engineering* (Vol. 17, pp. 1-10): sn.
- Phillips, D. (2012). How to Develop a User Interface That Your Real Users Will Love. *Computers in Libraries*, 32(7).
- Power, R. (2013). Collaborative situated active mobile (CSAM) learning strategies: A new perspective on effective mobile learning. *Learning and Teaching in Higher Education: Gulf Perspectives*, 10(2).
- Quinn, C. (1996). Pragmatic evaluation: lessons from usability. In *13th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education* (pp. 15-22).
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning. *LiNE Zine*, 2006.

- Radinsky, J., Bouillion, L., Lento, E. M., & Gomez, L. M. (2001). Mutual benefit partnership: A curricular design for authenticity. *Journal of curriculum studies*, 33(4), 405-430.
- Reeves, T. (1994). Evaluating what really matters in computer-based education. *Computer education: New perspectives*, 219-246.
- Rogers Everett, M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). *New York: Free Press*.
- Ryokai, K., Agogino, A. M., & Oehlberg, L. (2012). Mobile learning with the engineering pathway digital library. *International Journal of Engineering Education*, 28(5), 1119.
- Sakamura, K., & Koshizuka, N. (2005). Ubiquitous computing technologies for ubiquitous learning. In *Wireless and Mobile Technologies in Education, 2005. WMTE 2005. IEEE International Workshop on* (pp. 11-20): IEEE.
- Sánchez, J. L. G. (2010). *Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Universidad de Granada.
- Sharples, M. (2002). Disruptive devices: mobile technology for conversational learning. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 12(5-6), 504-520.
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). Towards a theory of mobile learning. In *Proceedings of mLearn* (Vol. 1, pp. 1-9).
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2010). A theory of learning for the mobile age. In *Medienbildung in neuen Kulturräumen* (pp. 87-99): Springer.
- Shin, D.-H., Shin, Y.-J., Choo, H., & Beom, K. (2011). Smartphones as smart pedagogical tools: Implications for smartphones as u-learning devices. *Computers in Human Behavior*, 27(6), 2207-2214.
- Stanton, G., & Ophoff, J. (2013). Towards a method for mobile learning design. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 10, 501-523.
- Tan, G. W.-H., Ooi, K.-B., Leong, L.-Y., & Lin, B. (2014). Predicting the drivers of behavioral intention to use mobile learning: A hybrid SEM-Neural Networks approach. *Computers in Human Behavior*, 36, 198-213.
- Taylor, J. (2004). A task-centred approach to evaluating a mobile learning environment for pedagogical soundness.
- TechNavio. (2013). Global Game-Based Learning Market 2012–2017 (Ref. IRTNTR2043). In.
- Udell, C. (2012). *Learning everywhere: How mobile content strategies are transforming training*: Float Mobile Learning.

- UNESCO. (2013). The Future of mobile Learning: Implications for Policy Markers and Planners. In: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Valero, C. C., Redondo, M. R., & Palacín, A. S. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educación Digital Magazine*, 147, 1-21.
- Vavoula, G., & Sharples, M. (2009). Meeting the challenges in evaluating mobile learning: a 3-level evaluation framework. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 1, 54-75.
- Venkatesh, V., & Morris, M. G. (2000). Why don't men ever stop to ask for directions? Gender, social influence, and their role in technology acceptance and usage behavior. *MIS quarterly*, 115-139.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Vosloo, S. (2012). Mobile learning and policies: Key issues to consider. In: Paris: UNESCO.
- Wang, Y. S., Wu, M. C., & Wang, H. Y. (2009). Investigating the determinants and age and gender differences in the acceptance of mobile learning. *British Journal of Educational Technology*, 40(1), 92-118.
- Wei, Y., & So, H.-J. (2012). A Three-level Evaluation Framework For a Systematic Review of Contextual Mobile Learning. In *mLearn* (pp. 164-171).
- West, M. (2012). Turning on mobile learning: Global themes. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*.
- West, M., & Ei, C. H. (2014). *Reading in the mobile era: a study of mobile reading in developing countries*: UNESCO.
- Wilson, B. G., & Myers, K. M. (2000). Situated cognition in theoretical and practical context. *Theoretical foundations of learning environments*, 57-88.
- Wong, L.-H., & Looi, C.-K. (2011). What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2364-2381.
- Yen, J.-C., & Lee, C.-Y. (2011). Exploring problem solving patterns and their impact on learning achievement in a blended learning environment. *Computers & Education*, 56(1), 138-145.
- Zhou, X., Huang, S., Chen, Y.-S., & Dai, W. (2015). Emotional intelligence system for smart education in ubiquitous learning. In *Information Technology and Applications: Proceedings of the 2014 International Conference on Information technology and Applications (ITA 2014), Xian, China, 8-9 August 2014* (pp. 167): CRC Press.