



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Propuesta de un conjunto de
herramientas para el análisis y
evaluación de prácticas educativas
innovadoras en el aprendizaje
electrónico móvil

Luis Santiago Criollo Caizaguano



Tesis **Doctorales**

UNIVERSIDAD de ALICANTE

Unitat de Digitalització UA

Unidad de Digitalización UA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN
INFORMÁTICA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

**Propuesta de un conjunto de
herramientas para el análisis y
evaluación de prácticas educativas
innovadoras en el aprendizaje
electrónico móvil**

Luis Santiago Criollo Caizaguano

Tesis presentada para aspirar al grado de

DOCTOR POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

DOCTORADO EN INFORMÁTICA

Dirigida por:

Dr. Sergio Luján Mora

Septiembre 2021

TESIS DOCTORAL EN FORMA DE COMPENDIO DE PUBLICACIONES

Propuesta de un conjunto de herramientas para el análisis y evaluación de prácticas educativas innovadoras en el aprendizaje electrónico móvil

El presente documento contiene una síntesis del trabajo realizado por Luis Santiago Criollo Caizaguano, bajo la dirección del Dr. Sergio Luján Mora, para optar por el grado de Doctor en Informática. Se presenta en la Universidad de Alicante y se estructura según la normativa establecida para la presentación de tesis doctorales en forma de compendio de publicaciones: una primera parte con una síntesis, una segunda parte que reproduce las publicaciones científicas realizadas y una tercera parte con las conclusiones.

Septiembre 2021

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

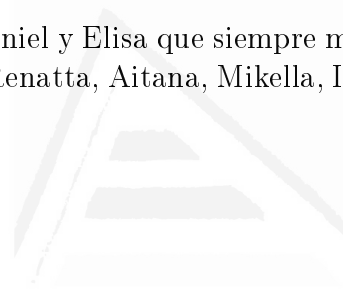
Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dedicado a mi madre Rocio Pilar Caisaguano Valencia quien me enseñó que con la ayuda de Dios, responsabilidad y esfuerzo, todos los sueños se pueden hacer realidad.

A mi esposa Andrea y a mis hijos Felipe y Luciana, quienes me han apoyado en este largo camino, se han alegrado con cada artículo publicado, y han sido mi fortaleza en tiempos difíciles. Ellos me motivan a superarme cada día.

A mi padre Luis Criollo quien ha sido mi mentor y referente de trabajo, responsabilidad y esfuerzo permanente.

A mis hermanos Diego, Daniel y Elisa que siempre me han apoyado en mis proyectos, y a mis sobrinas y sobrinos, Renatta, Aitana, Mikella, Isabela, Lucas, Samuel y Agustín.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Agradecimientos

Porque todas las cosas proceden de Él, y existen por Él y para Él. ¡A Él sea la gloria por siempre! Amén. Rom 11.36

Quiero agradecer primeramente a Dios por el regalo de la vida, por permitirme llegar hasta donde he llegado y por hacer realidad este sueño anhelado.

A mi director de investigación, Sergio Luján Mora, quien con sus conocimientos, visión crítica y apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto de investigación. Los resultados alcanzados no hubiesen sido posibles sin tu gentil ayuda. Muchas gracias Sergio.

También quiero agradecer a la Universidad de las Américas, en particular a la Dirección General de Investigación, por brindarme todos los recursos que fueron necesarios para la publicación de varios artículos.

También quiero agradecer a mis padres, Luis y Rocio, por el apoyo en todo el proceso académico y las estancias de investigación realizadas.

Quiero agradecer también a Andrea, Michelle, Ketty y Patricio, por su ayuda en todo el proceso educativo y en las publicaciones.

A Ángel, William, Mario, Jorge Luis, Iván, Oswaldo, Patricia, Diana, Mayron, David, Marjan, y Andres, por toda la ayuda brindada en el proceso de la investigación.

Quito, 30 de junio de 2021
Luis Santiago Criollo Caizaguano

Resumen

Hasta hace muy poco, los modelos educativos tradicionales fomentaban la memorización como una habilidad esencial para el aprendizaje, esto ha cambiado debido a la llegada y rápida difusión de las tecnologías digitales y el impacto que han tenido en los estudiantes de hoy en día. Esta nueva generación que inunda las aulas no son las personas para la que los modelos educativos de enseñanza y aprendizaje fueron diseñados, ellos nacieron y crecieron junto a la World Wide Web, las redes sociales, los dispositivos móviles y las redes multimedia. Los denominados “nativos digitales” procesan la información y adquieren conocimiento de manera muy diferente a nuestra generación. Incentivar en ellos una metodología educativa tradicional que involucre el aula, la conferencia magistral y la biblioteca es una batalla perdida. Las nuevas generaciones de estudiantes necesitan nuevos modelos educativos, metodologías pedagógicas innovadoras y una plataforma educativa mas natural y eficaz que se acople a sus habilidades y necesidades.

En la última década, las tecnologías de la información (TI) han aumentado a un ritmo nunca antes visto, proporcionando a los alumnos una tecnología digital, accesible, rápida, asequible y portátil. Un claro ejemplo de ello son los dispositivos móviles, los cuales, debido a sus características de movilidad y ubicuidad, se han vuelto muy populares e indispensables en nuestra vida cotidiana. Cisco, en su Informe anual de Internet (2018-2023) publicado en marzo de 2020, pronostica que los teléfonos inteligentes tendrán un crecimiento muy acelerado. Esto significa que más del 70 % de la población mundial tendrá un teléfono celular en 2023. Definitivamente, la penetración de los dispositivos móviles tienen un impacto directo en la forma como los estudiantes actuales acceden a la información.

Hoy en día, el aprendizaje mediante dispositivos móviles está vinculado a casi todas las actividades relacionadas con el conocimiento. En consecuencia, el uso del aprendizaje móvil como estrategia para la innovación educativa está creciendo a un ritmo acelerado. El interés mostrado hacia la tecnología móvil ha aumentado en los últimos años debido a sus características como la movilidad, ubicuidad, accesibilidad, colaboración, utilidad, privacidad, adaptabilidad, portabilidad, flexibilidad y universalidad. Por tanto, la tecnología móvil y sus características tienen el potencial de transformar, mejorar y cambiar el paradigma educativo tradicional de la enseñanza impuesta al aprendizaje cooperativo y colaborativo.

El uso de la tecnología ha cambiado radicalmente la forma de impartir la enseñanza, esto se debe al fácil acceso a la información y el uso de herramientas útiles para encontrar y compartir recursos educativos. Por esta razón se puede mencionar que, las TI, tienen el potencial de innovar la educación, con la creación de nuevas metodologías

y modelos educativos basados en las habilidades tecnológicas que poseen los estudiantes de hoy en día. El mundo actual exige modelos educativos más eficaces que permitan crear en los estudiantes experiencias de aprendizaje, además de invitarlos a desempeñar un papel más activo en su educación. Por esta razón, la implementación de nuevos enfoques y prácticas educativas tienen que ser beneficiosos y generar un impacto en los individuos y en las instituciones académicas.

El uso de las TI en la educación puede influir en el rendimiento académico y en la motivación hacia el aprendizaje debido a las características inherentes de las tecnologías móviles. De esta manera, el uso de la tecnología y los dispositivos móviles como apoyo en la educación, puede ser un factor importante para mejorar la gestión educativa. Además, puede influir en la mejora de las tasas de graduación y disminuir las estadísticas de abandono o deserción estudiantil.

Por este motivo la investigación inició con una búsqueda de información sobre el tema del uso de los dispositivos móviles en la educación. Utilizamos una revisión de literatura para analizar el potencial que tienen los dispositivos móviles en la educación superior. Además, se definieron las ventajas y desventajas que podrían influir en el uso de los dispositivos móviles para el proceso de enseñanza y aprendizaje. También se realizó un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la tecnología móvil con uso en la educación. Se eligió una ventana más amplia de investigación (2010 - 2020), en esta nueva revisión se encontraron y definieron los principales beneficios y problemas que deben ser abordados para el correcto despliegue de la tecnología móvil como parte de un modelo educativo. Finalmente, se realizó un mapeo sistemático para evidenciar como los dispositivos móviles se están utilizando para crear metodologías educativas innovadoras. El mapeo sistemático permitió definir un nuevo modelo para el análisis de innovación académica con el uso de dispositivos móviles. Este modelo define cinco dimensiones útiles para identificar metodologías educativas que sean verdaderamente innovadores y ayuden en el proceso académico.

Una vez concluida la base teórica de la investigación, se procedió con la parte de experimentación. Para ello, se realizó el diseño y construcción de aplicaciones móviles educativas que sirvan de apoyo para la educación formal e informal. La primera aplicación móvil fue diseñada para el aprendizaje de un idioma indígena (Kichwa). El análisis estadístico de los resultados obtenidos en este experimento muestra una gran aceptación de la tecnología móvil por parte de los usuarios. El instrumento utilizado fue el modelo *Unified theory of acceptance and use of technology* (UTAUT) con una escala de Likert de cinco puntos.

El siguiente trabajo involucró la tecnología de realidad aumentada para diseñar una aplicación móvil que pueda ser utilizada como apoyo en la educación formal de ingeniería. Para el análisis estadístico de los resultados en una evaluación entre un grupo experimental y un grupo de control, se utilizó la metodología de *Analysis Of Variance* (ANOVA). Los resultados son alentadores y muestran que los dispositivos móviles pueden ser utilizados como apoyo en la educación formal e informal.

Los resultados de este trabajo permiten evidenciar los principales problemas, desventajas, y desafíos que deben ser afrontados para un correcto despliegue de la tecnología móvil en la educación. De la misma forma, es claro y están definidas las ventajas y los beneficios que el uso de los dispositivos móviles aportan al aprendizaje. Este trabajo

puede influenciar a las instituciones educativas al uso de los dispositivos móviles para utilizarlos como una metodología educativa innovadora, útil para mejorar el aprendizaje.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Abstract

While until recently, traditional educational models encouraged memorization as an essential skill for learning, this has changed due to the arrival and rapid spread of digital technologies and the impact they have had on today's students. The arrival and rapid spread of digital technologies and the impact they have had on today's students. This new generation that floods the classrooms, are not the people for whom the educational models of teaching-learning were designed, they were born and grew up with the World Wide Web. grew up with the World Wide Web, social networks, mobile devices and multimedia networks. The so called digital natives process information and acquire knowledge in a very and acquire knowledge in a very different way than our generation. Encouraging them to use a traditional educational methodology that involves the classroom, the lecture hall and the library is a lecture and the library is a losing battle. The new generations of students need new educational models, innovative pedagogical methodologies, and a more natural and effective educational platform that a more natural and effective educational platform that suits their abilities and needs.

In the last decade, IT has grown at a pace never seen before, providing learners with digital technology that is accessible, fast, affordable and portable. A clear example of this is Mobile devices, which due to their characteristics of mobility and ubiquity, have become very popular and indispensable in our daily lives. Cisco, in its annual Internet Report (2018-2023) published in March 2020, forecasts that smartphones will have a very accelerated growth. This means that more than 70 % of the world's population will have a cell phone by 2023. Definitely, the penetration of mobile devices has a direct impact on how today's learners access information.

Today, mobile learning is linked to almost all knowledge-related activities. Consequently, the use of mobile learning as a strategy for educational innovation is growing at a rapid pace. Interest in mobile technology has increased in recent years due to its characteristics, such as mobility, ubiquity, interactivity, accessibility, interactivity and mobility, ubiquity, interactivity, accessibility, collaboration, usability, privacy, adaptability, portability, flexibility and universality. Therefore, mobile technology and its features have the potential to transform, enhance and change the traditional educational paradigm from imposed teaching to cooperative and collaborative learning.

Use of technology has radically changed the way education is delivered, due to the easy access to information and the use of useful tools to find and share educational resources. Therefore, it can be said that information technologies (IT) have the potential to innovate education, with the creation of new methodologies and educational models based on the technological skills that today's students possess. Nowadays, current world demands more effective demands more effective educational models that create learning

Abstract

experiences for students and invite them to play a more active role in their education. For this reason, the implementation of new educational approaches and practices must be beneficial and have an impact on individuals and academic institutions.

The use of IT in education can influence academic performance and motivation towards learning due to the inherent characteristics of mobile technologies. In this way, the use of technology and mobile devices as support in education can be an important factor to improve educational management. In addition, it can influence the improvement of graduation rates and decrease the statistics of student dropouts or dropouts.

Consequently, the investigation began with a search for information on the topic of the use of mobile devices in education. We used a literature review to analyze the potential of mobile devices in higher education. In addition, we defined the advantages and disadvantages that could influence the use of mobile devices for the teaching and learning process. A Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats and Opportunities (SWOT) analysis of mobile technology for use in education was also conducted. A broader research window was chosen (2010 - 2020), and in this new review the main benefits and problems of mobile technology in education were found and defined the main benefits and problems that must be addressed for the correct deployment of mobile technology as part of an educational model. Finally, a systematic mapping was conducted to demonstrate how mobile devices are being used to create innovative educational methodologies. Systematic mapping allowed the definition of a new model for the analysis of academic innovation with the use of mobile devices. This model defines five useful dimensions to identify educational methodologies that are truly innovative and help in the academic process.

Once the theoretical basis of the research was concluded, we proceeded with the experimental part. For this purpose, design and construction of educational mobile applications to support formal and informal education was carried out. First mobile application was designed for formal and informal learning of a language (Kichwa). Statistical analysis of the results obtained in this experiment shows a high acceptance of mobile technology by users. The instrument used was the Unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT) model with a Likert scale of 5.

In the following work, augmented reality technology was used to design a mobile application that can be used to support formal engineering education. For the statistical analysis, the Analysis Of Variance (ANOVA) of the results in an evaluation between the experimental group and the control group was used. These yielded encouraging results, which indicate that mobile devices can be used as a support in formal and informal education.

The results of this work show the main problems, disadvantages and challenges that must be faced for a correct deployment of mobile technology in education. In the same way, it is clear and defined the advantages and benefits that the use of mobile devices bring to learning. This work can influence educational institutions to use mobile devices as an innovative educational methodology, useful to improve learning.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Resumen	V
Abstract	IX
Índice de figuras	XV
Índice de tablas	XVII

I VISION GENERAL	1
1 Introducción	3
1.1 Motivación	3
1.2 Definición del problema	5
1.3 Objetivos	7
1.4 Método de trabajo	7
1.5 Trabajo desarrollado	9
1.5.1 Definir el aprendizaje basado en dispositivos móviles (<i>mobile learning</i>)	10
1.5.2 Indentificar los problemas y beneficios asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación actual	11
1.5.2.1 Oportunidades, beneficios, características, ventajas y fortalezas asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación actual	12

Índice general

1.5.2.2	Desventajas, problemas, debilidades y amenazas asociadas al uso de los dispositivos móviles en la educación actual	13
1.5.3	Evaluar la percepción del uso de los dispositivos móviles y la aceptación de la tecnología móvil en la educación actual	15
1.5.3.1	Análisis sociodemográfico	17
1.5.3.2	Análisis de la percepción del uso de los dispositivos móviles en la educación	18
1.5.3.3	Aceptación tecnológica utilizando el modelo UTAUT	19
1.5.4	Evidenciar la influencia de los dispositivos móviles en la innovación y el rendimiento estudiantil utilizando aplicaciones móviles académicas	22
1.5.4.1	Modelo de análisis de innovación con el uso de dispositivos móviles en la educación actual	24
1.5.4.2	Análisis de usabilidad de aplicaciones móviles educativas	27
1.5.4.3	Mejora del rendimiento académico influenciado por uso de dispositivos móviles en la educación	30
1.6	Estructura de la tesis	32
1.7	Convenciones de escritura	33
2	Publicaciones y visibilidad	35
2.1	Publicaciones	35
2.1.1	Revistas	35
2.1.2	Congresos	36
2.2	Visibilidad	37
II	TRABAJOS PUBLICADOS	41
3	Publicaciones	43
4	M-Learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review	45
5	Advantages and Disadvantages of M-Learning in Current Education	49
6	A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning	53

7	Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses	57
8	Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues	61
9	Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping	65
10	Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language	69
11	Towards a New Learning Experience Through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education	73
III CONCLUSIONES		77
12	Conclusiones	79
13	Trabajo futuro	83
APÉNDICES		87
A	Otros artículos	87
B	Encouraging Student Motivation Through Gamification in Engineering Education	89
C	Wearable Devices Information Security: An Overview	93
	Referencias	97

Índice de figuras

1.1	Penetración de dispositivos móviles en los años 2018-2023	4
1.2	App Otavalo Rimay: Tiempos verbales y evaluación para el aprendizaje del idioma Kichwa	16
1.3	Respuestas de las tres encuestas (demográfica, aceptación de los dispositivos móviles, y modelo UTAUT)	17
1.4	Respuestas de la segunda encuesta (aceptación del aprendizaje utilizando dispositivos móviles)	19
1.5	Diagrama de bandas sobre las respuestas a la encuesta del modelo UTAUT respecto a la aceptación tecnológica	21
1.6	Respuestas de la aceptación de la tecnología móvil y del modelo UTAUT sobre la aceptación tecnológica	22
1.7	App NetAR: Modelo 3D sobre el modelo OSI y el enrutamiento de paquetes	28
1.8	Promedio, desviación estándar, y media por cada pregunta	29
1.9	Métricas IBM CSUQ	29
1.10	Promedio de resultados obtenidos en los cuestionarios por los dos grupos de participantes	30
1.11	Promedio de resultados obtenidos en el cuestionario por hombres y mujeres	31
1.12	Tiempo de resolución de cuestionarios por parte de los dos grupos	31
2.1	Detalles del autor en Scopus	39
2.2	Detalle del autor ORCID	39
2.3	Detalles del autor en Google Scholar	40
2.4	Detalles del autor en Researchgate	40
3.1	Línea de tiempo del compendio de publicaciones	44

Índice de tablas

1.1	Alineación de objetivos versus publicaciones realizadas	8
1.2	Características positivas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje	13
1.3	Características negativas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje, continua en la siguiente página	14
1.3	Características negativas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje	15
1.4	Dimensiones relacionadas con la innovación educativa utilizando dispositivos móviles	27
2.1	Descripción de las revistas	36
2.2	Descripción de los congresos	37
2.3	Perfiles académicos del autor de la tesis	38

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Parte I
VISIÓN GENERAL



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1 Introducción

1.1. Motivación

Las metodologías educativas como la clase magistral o una conferencia se han utilizado tradicionalmente en contextos universitarios (Law, Chow, y Yuen, 2005). Estas estrategias educativas promueven un aprendizaje basado en la memorización y no aportan con el desarrollo de habilidades como leer, compartir, educar y hacer, las cuales son necesarias en la educación actual (Bleustein-Blanchet, 2016). Por esta razón se espera que la introducción de las tecnologías móviles en la enseñanza, junto con un diseño pedagógico apropiado, promuevan y generen una transformación en el modelo de enseñanza y aprendizaje de la educación superior (Kali, Sagy, Kuffik, Mogilevsky, y Maayan-Fanar, 2015).

Este trabajo de investigación es una respuesta a las exigencias educativas actuales, que necesitan modelos de aprendizaje más eficientes que permitan a los estudiantes desempeñar un papel más activo en su educación (Kearney, Burden, y Schuck, 2018). Además, estos modelos educativos deben llamar la atención de las nuevas generaciones de estudiantes, que crecieron con acceso a Internet, dispositivos móviles y redes sociales. Estos nuevos estudiantes poseen claramente diferentes estilos de aprendizaje y formas preferidas de acceder a la información (Prensky, 2001). Debido a esto, es importante la implementación de nuevos enfoques o prácticas educativas que sean beneficiosas e impacten en las personas y las comunidades académicas (Burden, Kearney, Schuck, y Hall, 2019).

Actualmente, la tecnología digital está teniendo un impacto en cómo se imparte la instrucción y cómo se encuentra y comparte la información (Fountas, Espejo-García, Kasimati, Mylonas, y Darra, 2020). Esto es posible debido a que el conocimiento está en línea, la mayor parte del tiempo es gratuito, y con el uso de dispositivos móviles puede ser accesado desde cualquier lugar y en cualquier momento (Kassab, Defranco, y Voas, 2018). Es por esta razón que los dispositivos móviles se han convertido en un conjunto completo de aplicaciones, soporte y ayuda para las organizaciones educativas (McQuiggan, Kosturko, McQuiggan, y Sabourin, 2014).

Los avances tecnológicos del mundo actual proporcionan a los estudiantes una tecnología digital, nueva, accesible, rápida, asequible y portátil (Traxler, 2016). Todas estas nuevas herramientas y tecnologías permiten a los estudiantes crear, almacenar, compartir, y difundir ideas, opiniones, imágenes e información, todo de manera ubicua (Traxler y Kukulka-Hulme, 2015). Un ejemplo de esto es la penetración de dispositivos móviles, que en la última década ha aumentado a un ritmo nunca antes visto (Tinmaz y Lee, 2019). Cisco, en su Informe Anual de Internet (2018-2023) publicado en marzo

1 Introducción

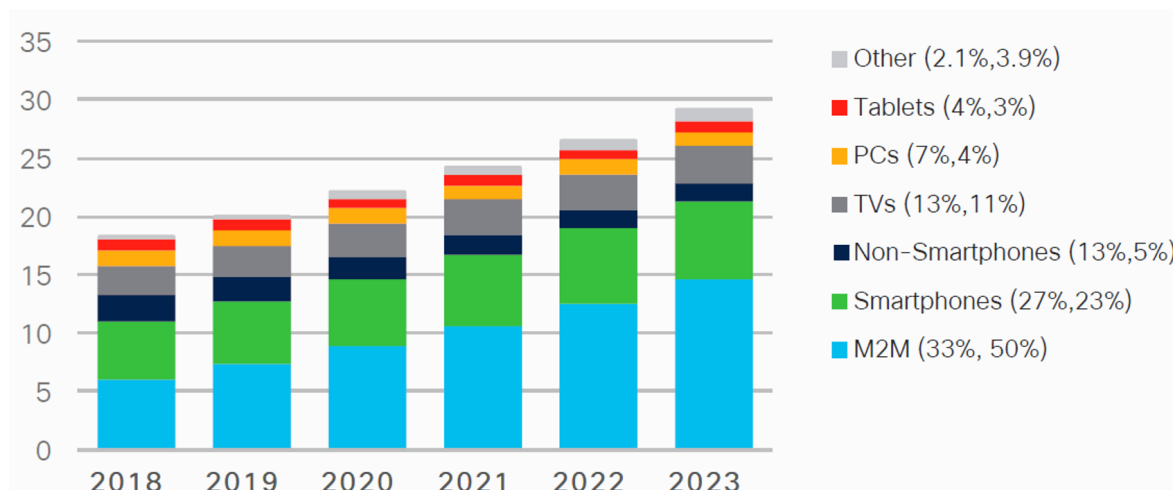


Figura 1.1: Penetración de dispositivos móviles en los años 2018-2023 (Cisco, 2020)

de 2020, pronostica que los teléfonos inteligentes tendrán el segundo crecimiento más rápido para fines de 2023, como se puede observar en la Figura 1.1. Esto significa que más del 70 % de la población mundial tendrá un teléfono móvil en 2023 (Cisco, 2020).

Los dispositivos móviles, por sus características de movilidad y ubicuidad, se han vuelto muy populares e indispensables en nuestra vida diaria (Liu, Li, y Carlsson, 2010). El fácil acceso a esta tecnología digital ha influido y generado un cambio en la forma como las personas se comunican, entretienen, trabajan, socializan, y adquieren conocimiento (Criollo-C y Luján-Mora, 2017; Mesko, 2020). Debido a esta facilidad de acceso y su uso en la educación, las instituciones educativas podrían utilizarlos en la creación de nuevas pedagogías educativas.

Al considerar nuestro mundo en constante cambio, la adopción de esta tecnología permitiría la creación de modelos educativos. Estos modelos de educación podrían beneficiar a la nueva generación de estudiantes con experiencias de aprendizaje (Castro y otros, 2016; Liu y otros, 2010). Asimismo, las instituciones educativas pueden beneficiarse del uso de los dispositivos móviles en todas las actividades del aprendizaje tanto formal como informal, es decir dentro y fuera del aula (Hegarty y Thompson, 2019).

El desarrollo de la tecnología móvil puede considerarse el aporte tecnológico más importante de los últimos años, lo que provoca una revolución social, debido a la omnipresencia de esta tecnología en todos los aspectos de nuestra vida (Briz-Ponce, Pereira, Carvalho, Juanes-Méndez, y García-Peñalvo, 2017; Heflin, Shewmaker, y Nguyen, 2017). Es por esta razón que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) promueve el aprendizaje de habilidades y competencias a través de la tecnología móvil, la cual es considerada una herramienta para la enseñanza y formación de futuros profesionales (UNESCO, 2021). Esta organización afirma que el uso de dispositivos móviles no solo permite un acceso ubicuo al material educativo y de aprendizaje, sino que también puede mejorar los logros de aprendizaje en los estudiantes (UNESCO, 2018).

Debido al desarrollo de nuevas habilidades en las nuevas generaciones, el uso de los

dispositivos móviles en el proceso educativo sería una forma de aprendizaje más natural y mucho más eficaz para los nativos digitales (Dingli y Seychell, 2015). También, se debe tener presente que en muchos lugares, la tecnología móvil puede ser, posiblemente, la única plataforma disponible para acceder a la información educativa (Al-Hunaiyyan, Alhajri, y Al-Sharhan, 2018). Es por esta razón que, recientemente, los sistemas de aprendizaje móvil son muy utilizados ya que permiten a todas las personas, comunidades y grupos vulnerables acceder adecuadamente al conocimiento (UNESCO, 2021).

Un problema actual es la cantidad de material educativo disponible, esto es normal en muchas instituciones educativas, debido a los costos asociados a la posesión de instrumentos como, microscopios o telescopios (Nechypurenko, Starova, Selivanova, Tomilina, y Uchitel, 2018). Además, existen dificultades de organización para que estos elementos puedan ser utilizados por todos o la mayoría de alumnos en sus respectivas aulas de clase. Los dispositivos móviles brindan la posibilidad de realizar actividades en el aula sin necesidad de adquirir instrumentos adicionales o costosos (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021). Es por ello que una de las formas más evidentes de aprendizaje con dispositivos móviles son las aplicaciones educativas, las cuales con los avances tecnológicos se han proliferado y están a disposición de todas las personas que posean un dispositivo móvil (Abugomhar, Yunus, y Rashid, 2019). Por ello, las reglas, políticas y estrategias de las instituciones educativas deben cambiar de perspectiva, y generar oportunidades para la creación de nuevos enfoques educativos utilizando esta tecnología (Kukulka-Hulme y Viberg, 2018).

Además, los modelos educativos que utilicen la tecnología móvil, debido a las características de estos dispositivos, pueden permitir que los profesores controlen a sus alumnos de forma remota lo que permitiría una gestión de actividades de aprendizaje en una forma más eficaz (Fombona, Pascual, y Ferra, 2020). Esto permitiría realizar un análisis del rendimiento académico y hasta en ciertos casos disminuir la deserción académica (Moscoso-Zea, Saa, y Luján-Mora, 2019; Romero-Rodríguez, Aznar-Díaz, Hinojo-Lucena, y Gomez-García, 2020). Además, el uso de la tecnología móvil como apoyo en la educación generaría un impacto positivo en el aprendizaje, debido a que los estudiantes no están limitados por el espacio físico tradicional (aula de clases) (Hashemi, Azizinezhad, Najafi, y Nesari, 2011).

Si bien existen varias iniciativas desarrolladas para el buen uso del aprendizaje móvil como pedagogía educativa, también existen desafíos vinculados a esta tecnología que deben abordarse adecuadamente (Criollo-C, Moscoso-Zea, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcázar, y Luján-Mora, 2021)

1.2. Definición del problema

El modelo educativo actual en varias instituciones de educación superior (IES) no fue diseñado para esta nueva generación de estudiantes (Dingli y Seychell, 2015). Esta generación estudiantil conocida como “nativos digitales” han desarrollado un conjunto de habilidades tecnológicas útiles para su educación (Dingli y Seychell, 2015; Prensky, 2001). Los estudiantes actuales crecieron expuestos a las tecnologías digitales, el acceso a Internet, las redes sociales, los dispositivos móviles y siempre se sintieron atraídos por las tecnologías de vanguardia (Arabacioglu y Unver, 2016). Esta generación tiene

1 Introducción

diferentes formas de descubrir el entretenimiento, la comunicación, la tecnología y el aprendizaje (Gambo, Bahreman, Watties-Daniels, Neal, y Swoboda, 2017). Como resultado, las IES deben generar nuevos espacios de enseñanza y crear entornos de aprendizaje innovadores y adecuados a sus capacidades (Briz-Ponce y otros, 2017).

En los últimos 50 años, se pueden observar cambios en todos los ámbitos de la sociedad, por ejemplo, la cultura, el entretenimiento y la interacción social, sin embargo, el modelo educativo actual es muy similar al de entonces (Bleustein-Blanchet, 2016; Fombona y otros, 2020). Es por esta razón que la revolución digital está transformando los modelos educativos a través de la tecnología, involucrando en este proceso a estudiantes, docentes y las instituciones educativas (McQuiggan y otros, 2014). El uso adecuado de las tecnologías digitales y el diseño pedagógico de modelos para enseñanza podrían generar en los estudiantes motivación, interés, y participación en su aprendizaje (Burden y otros, 2019).

Si bien es cierto que existen varios problemas y desventajas sobre el uso de las tecnologías digitales en la educación actual (Criollo-C, Luján-Mora, y Jaramillo-Alcázar, 2018; Krull y Duarte, 2017), el uso de dispositivos móviles está ganando terreno en el campo educativo (Sobral, 2020). Hoy en día, el aprendizaje utilizando tecnologías móviles se expande a todas las actividades diarias que están relacionadas con la adquisición de conocimientos. Por esta razón, el estudio de las innovaciones metodológicas de enseñanza y aprendizaje se han vuelto cada vez más importante en la investigación educativa (Bleustein-Blanchet, 2016).

El uso de dispositivos móviles puede ser un factor importante para mejorar la gestión educativa, mejorar las tasas de graduación y disminuir las tasas de abandono o deserción estudiantil (Moscoso-Zea y otros, 2019). El uso correcto de los dispositivos móviles en las IES puede mejorar los modelos de enseñanza, mediante la creación de entornos innovadores que impacten en los estudiantes y su aprendizaje (Hsu y Ching, 2013). Estos espacios educativos deben ser diseñados con la intención de involucrar a los estudiantes en su aprendizaje, esto podría dar como resultado una mejora en el rendimiento académico (Choo, Devakaran, Chew, y Zhang, 2019). El aprendizaje de nuevas habilidades a través de la tecnología móvil puede generar confianza, autodeterminación y autoeficacia en los estudiantes (Belle, 2019; Shuja, Qureshi, Schaeffer, y Zareen, 2019). Estas nuevas habilidades fomentan la capacidad de realizar ciertas tareas complejas y lograr metas académicas (Criollo-C y Luján-Mora, 2017).

El acceso a Internet, el uso de dispositivos móviles, redes sociales, junto con otras tecnologías digitales, facilitan la transformación, generación, intercambio, y difusión de información educativa (Traxler, 2016). Esta información se transforma en opiniones y debates que pueden desarrollarse fuera del aula, es decir, fuera del control de las instituciones educativas. Esto puede generar una transformación de las prácticas y estándares educativos establecidos, desafiando viejas nociones de inclusión (Hsu y Ching, 2013; Traxler y Kukulska-Hulme, 2015).

La tecnología móvil permitiría a las IES utilizar un conjunto de características que proporcionan flexibilidad en el aprendizaje y serviría de formación tanto para profesores como para estudiantes en la nueva era digital (Briz-Ponce y otros, 2017). Para aprovechar el interés de los estudiantes y los beneficios del aprendizaje con dispositivos móviles, los profesores deben mejorar sus metodologías y prácticas actuales (Shuja

y otros, 2019). Las IES también deben diseñar una oferta académica que permita la integración de la tecnología como soporte para el aprendizaje (Law y otros, 2005). Sin embargo, el correcto despliegue de esta tecnología sigue siendo un desafío tanto para las instituciones educativas como para los docentes (Castro y otros, 2016; Sarrab, 2013).

Debido a las oportunidades que ofrece esta tecnología, es importante investigar cuáles son los principales desafíos y beneficios asociados a esta tecnología y la manera de utilizarlos y explotarlos en la práctica educativa. Un conjunto de herramientas para el análisis y evaluación de prácticas educativas innovadoras en el aprendizaje electrónico móvil, permitiría promover esta práctica en las IES de manera adecuada. En el proceso de búsqueda de las mejores opciones para utilizar los dispositivos móviles como impulso del modelo educativo, se podrían explorar y combinar otras estrategias de aprendizaje para crear experiencias educativas eficaces para los estudiantes (Heflin y otros, 2017; Valenzuela-Valdés, Pardo, Padilla, y Lozano-Guerrero, 2016). Por esta razón, las tecnologías de aprendizaje móvil tienen la capacidad de transformar el modelo educativo tradicional en uno más flexible, capaz de ofrecer a profesores y estudiantes acceso a múltiples fuentes de información y un cambio en la estructura de la enseñanza y el aprendizaje (Criollo-C y Luján-Mora, 2017; Criollo-C, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcazar, y Luján-Mora, 2021).

1.3. Objetivos

La presente tesis tiene como objetivo general desarrollar la propuesta de un conjunto de herramientas para el análisis y evaluación de prácticas educativas innovadoras en el aprendizaje electrónico móvil. Los objetivos específicos son:

- O1. Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.
- O2. Analizar las principales dimensiones que involucra la innovación educativa utilizando dispositivos móviles en el apoyo al aprendizaje.
- O3. Evaluar la aceptación del uso de dispositivos móviles en la educación por parte de los estudiantes utilizando una aplicación móvil para el aprendizaje.
- O4. Evaluar el rendimiento académico derivado de una propuesta educativa que involucra a los dispositivos móviles como apoyo en el aprendizaje.

1.4. Método de trabajo

El primer objetivo de esta investigación fue identificar los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas, y problemas en el uso de los dispositivos móviles en la educación y como afectan a la adopción de esta tecnología en las IES. Este objetivo pudo realizarse gracias a una revisión de literatura sobre el uso de esta tecnología y su potencial uso en la educación superior (Criollo-C y Luján-Mora, 2017), también

1 Introducción

se analizó las ventajas y desventajas del uso de dispositivos móviles en la educación actual (Criollo-C y otros, 2018). Además, se realizó un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) acerca de la tendencia denominada *Bring Your Own Devices* (BYOD) sobre dispositivos móviles en la educación superior (Criollo-C y Luján-Mora, 2018). Finalmente, este objetivo se completó realizando un mapeo sistemático que identifica los principales beneficios y problemas pendientes derivados del uso de los dispositivos móviles en la educación superior (Criollo-C, Guerrero-Arias, y otros, 2021). La Tabla 1.1 muestra la alineación de cada objetivo con las publicaciones realizadas a lo largo de la investigación.

Objetivo	Publicación asociada
O1.	Advantages and Disadvantages of M-learning in Current Education. A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning. Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses. Mobile Learning Technologies for Education : Benefits and Pending Issues.
O2.	M-learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review. Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation : A Systematic Mapping.
O3.	Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language.
O4.	Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education.

Tabla 1.1: Alineación de objetivos versus publicaciones realizadas

Para cumplir el siguiente objetivo se realizó una búsqueda bibliográfica de las iniciativas que utilicen las tecnologías digitales y los dispositivos móviles como apoyo para generar modelos educativos innovadores (Criollo-C, Moscoso-Zea, y otros, 2021). En base a esta revisión de literatura se encontraron diferentes artículos que describen varias iniciativas para el uso de esta tecnología en el modelo educativo actual (Burden y otros, 2019; Kozma, 2003; Law, 2004; Law y otros, 2005; Mioduser, Nachmias, Tubin, y Forkosh-baruch, 2003).

Debido a las características que la tecnología móvil ofrece es importante investigar cómo y de qué forma se utilizan estos dispositivos para innovar la educación superior. Es por ello que, el segundo objetivo se desarrolló a través de un mapeo sistemático (2015-2020) (Criollo-C, Moscoso-Zea, y otros, 2021) que tuvo como objetivo explorar e identificar las principales dimensiones utilizadas en la innovación educativa con el uso de dispositivos móviles. Además, se propuso un nuevo marco de referencia para el análisis de la innovación basado en cinco dimensiones que deben ser utilizadas para construir metodologías educativas realmente innovadoras.

El tercer y cuarto objetivo cubrieron el análisis, la aceptación y el rendimiento derivado del uso de los dispositivos móviles en el aprendizaje por parte de estudiantes. Esto se lo realizó con la creación de dos aplicaciones móviles educativas (Otavalo Ri-

may y NetAR) que fueron utilizadas como apoyo en una metodología de aprendizaje innovador (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021; Criollo-C, Lema, y otros, 2021). El análisis se complementó utilizando varias encuestas sobre el uso y aceptación de las aplicaciones diseñadas en contextos educativos formales e informales. La primera aplicación móvil, denominada “Otavalo Rimay”, se diseñó y construyó con el objetivo de utilizarla como apoyo en la educación formal e informal para el aprendizaje de un idioma indígena (Criollo-C, Lema, y otros, 2021). En este trabajo se analizó la aceptación de tecnología móvil utilizando la *Unified theory of acceptance and use of technology*, UTAUT (Nitsche, 2013). Para esta investigación se utilizaron tres cuestionarios diseñados con la escala de Likert de cinco valores para analizar la percepción sobre el uso de los dispositivos móviles en los estudiantes. Para el análisis de los resultados se utilizó un método de agrupación jerárquica a través de las distancias de Gower entre todas las respuestas del cuestionario (categóricas y numéricas) (Beckstead, 2002; Gower, 1971). La siguiente aplicación móvil, denominada “NetAR”, fue diseñada y contruida con el objetivo de ser utilizada como apoyo en una metodología educativa innovadora (formal e informal) que utiliza la realidad aumentada para la enseñanza del modelo *Open System Interconnection*, OSI y el enrutamiento estático de paquetes en una red de datos (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021). En este trabajo se analizó la usabilidad de la aplicación construida a través de la herramienta *IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires*, IBM CSUQ (Lewis, 1995). También se analizó el rendimiento académico de los estudiantes utilizando un grupo de control y un cuestionario, el cual fue validado por la fórmula de Kuder Richardson (Yu, 2005). Los resultados del cuestionario fueron sometidos a un análisis de varianza (Kadar, Napitupulu, y Jati, 2017) para evidenciar si el uso de dispositivos móviles como apoyo en el aprendizaje influyó en el rendimiento de los estudiantes (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021).

1.5. Trabajo desarrollado

El trabajo realizado en la presente investigación se enfoca en tres aspectos fundamentales. El primero es la identificación de los problemas y beneficios asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación. El segundo es la evaluación de la aceptación de la tecnología móvil en la educación actual. El tercero es la identificación y aplicación de herramientas para el análisis y evaluación de prácticas educativas innovadoras en el aprendizaje electrónico móvil en las IES.

Hay que recalcar que el objetivo final es evidenciar el uso de la tecnología móvil en la educación actual y cómo esta tecnología puede mejorar el rendimiento académico e innovar la educación superior. Los trabajos incluidos en la investigación realizada se enfocan en una estrategia de cuatro pasos utilizada para cumplir los objetivos.

1. Paso 1. Definir el aprendizaje basado en dispositivos móviles (*mobile learning*).
2. Paso 2. Identificar los problemas y beneficios asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación actual.
3. Paso 3. Evaluar la percepción del uso de los dispositivos móviles y la aceptación de la tecnología móvil en la educación actual.

4. Paso 4. Evidenciar la influencia de los dispositivos móviles en la innovación y el rendimiento académico.

Sobre la base de esta estrategia se cumplió con los objetivos de esta investigación. Además, se pudo evidenciar el uso y la influencia que los dispositivos móviles actualmente tienen en la educación y el aprendizaje.

1.5.1. Definir el aprendizaje basado en dispositivos móviles (*mobile learning*)

Cuando se habla de aprendizaje utilizando dispositivos móviles (*mobile learning*) es importante definirlo. Este no fue un trabajo sencillo debido a que existen diferentes definiciones en la literatura existente. Esto, probablemente, puede deberse a la novedad de este campo de estudio en el campo investigativo. Ejemplos de tales definiciones son:

- El aprendizaje utilizando dispositivos móviles se refiere a la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes aprovechando el uso de la tecnología móvil, en cualquier lugar y en cualquier momento, que producirá cambios en el comportamiento (Geddes, 2004; Hamidi y Chavoshi, 2018).
- El aprendizaje móvil es una tecnología de comunicaciones ubicua con interfaces de usuario inteligentes (Sharma y Kitchens, 2004).
- El aprendizaje móvil es un complemento del aprendizaje electrónico y, en conjunto, permiten que el proceso de enseñanza y aprendizaje se centre en el alumno (Kaiali, Ozkaya, Altun, Haddad, y Alier, 2016).
- El aprendizaje móvil es una tecnología innovadora que puede integrarse en el sistema educativo utilizando diferentes aplicaciones fáciles de usar (Sharma, 2019).
- El aprendizaje móvil se refiere a la tecnología utilizada en el aprendizaje que aprovecha las tecnologías y los dispositivos móviles (Crompton, Burke, Gregory, y Gräbe, 2016).
- El aprendizaje móvil se refiere a la tecnología que se utiliza en el aprendizaje y que aprovecha las tecnologías y los dispositivos móviles (Choo y otros, 2019).

Se puede observar que varios trabajos investigativos han propuesto una definición tecnocéntrica eligiendo un dispositivo en particular y una forma específica de uso. Sin embargo, a pesar de no tener una definición precisa, todos coinciden en que en la actualidad la tecnología móvil en la educación juega un papel importante independientemente del espacio y lugar en el que se desarrolle la actividad de aprendizaje (Criollo-C, Moscoso-Zea, y otros, 2021).

Un aspecto a tomar en consideración para la correcta implementación de los dispositivos móviles para el aprendizaje, es la habilidad que tienen los docentes para la correcta utilización de esta tecnología. El uso pedagógico que esta tecnología puede aportar, no existe por sí solo, esto depende del contexto en el que se desarrolla una asignatura y la propuesta generada por parte de los profesores. Por esta razón, el papel que los

docentes tienen en el despliegue de esta tecnología es indispensable. Son ellos quienes preparan las actividades (que pueden ser abordadas intencionalmente con dispositivos móviles) para lograr el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje específicos de cada asignatura.

1.5.2. Identificar los problemas y beneficios asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación actual

Se puede indicar que existen estudios empíricos que muestran los beneficios (Almaiah, Jalil, y Man, 2016), la motivación (Seprilia, Handayani, y Pinem, 2018) y el impacto (Morris, Lambe, Ciccone, y Swinnerton, 2016) del uso de dispositivos móviles utilizados para el aprendizaje (Bustillo, Rivera, Guzmán, y Ramos Acosta, 2017). La forma más común de tecnología móvil utilizada como apoyo en las metodologías educativas es a través de las aplicaciones móviles existentes (Harfoushi, 2017). Por otro lado, varias investigaciones fomentan el diseño y construcción de aplicaciones móviles propias, diseñadas para su uso en áreas educativas específicas (Gilbert, Wright, y Sukittanon, 2013; Politi y Metafas, 2017; Seprilia y otros, 2018). Las metodologías educativas, que utilizan aplicaciones móviles se enfocan en tres enfoques fundamentales.

- El primer enfoque tiene que ver con los educadores, Gilbert y otros (2013) indican que existen aplicaciones móviles que ayudan en la entrega de información educativa a los estudiantes en tiempo real. Politi y Metafas (2017) informan sobre la construcción de una aplicación móvil para el diseño, evaluación y gestión de proyectos escolares.
- El segundo enfoque es el estudiante, aquí, Madani, Ayed, Jemni, y Sampson (2013) se centran en el diseño de sistemas de aprendizaje móvil personalizados y accesibles para cualquier estudiante con una necesidad educativa específica.
- El tercer enfoque es el aprendizaje, Caballé y Xhafa (2015) definen el prototipo de un sistema de notificación para dispositivos móviles que apoyan el aprendizaje colaborativo y la educación en línea. Harfoushi (2017) define los beneficios de utilizar aplicaciones móviles como una herramienta pedagógica útil para el aprendizaje.

Por otro lado las desventajas, limitaciones y barreras son características que afectan, dificultan o contribuyen negativamente a la adopción de tecnologías móviles en entornos educativos (Criollo-C y otros, 2018). Aunque los dispositivos móviles tienen el potencial de mejorar el rendimiento en el aprendizaje, existe una brecha considerable entre lo que ofrece la tecnología móvil y lo que las instituciones académicas y las personas han podido lograr con él (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021). Las desventajas, limitaciones y barreras se pueden dividir en tres áreas específicas.

- Limitaciones tecnológicas de los dispositivos móviles y tecnologías relacionadas.
- Uso de los dispositivos móviles en la educación por parte de individuos y organizaciones.

1 Introducción

- Aspectos culturales.

Uno de los principales problemas encontrados en el uso de dispositivos móviles como plataforma de aprendizaje es, la presencia de un entorno de red intermitente, debido a una cobertura de red celular insuficiente o falla de enlace en la comunicación inalámbrica (Criollo-C y otros, 2018). Otro de los problemas más frecuentemente discutidos de la tecnología móvil es el tamaño de pantalla relativamente pequeño de muchos dispositivos móviles (Criollo-C, Guerrero-Arias, y otros, 2021). Esto nos lleva a otro concepto, la baja usabilidad de los dispositivos móviles debido a: pequeñas pantallas y teclados, poca cobertura de redes celulares y poca duración de la batería (Criollo-C y Luján-Mora, 2018). Otros problemas relacionados con los dispositivos móviles son, el rendimiento de la red, la heterogeneidad del contenido y la entrega de contenido al usuario (Hamidi y Chavoshi, 2018). Estas características pueden generar problemas con algunos grupos de usuarios que no están muy familiarizados con la tecnología móvil y por lo tanto tienen limitaciones en su interacción y comprensión de las aplicaciones de aprendizaje.

1.5.2.1. Oportunidades, beneficios, características, ventajas y fortalezas asociados al uso de los dispositivos móviles en la educación actual

Últimamente, la tecnología móvil (teléfonos inteligentes y tabletas) ha pasado de ser un distractor en el aula de clases, a una de las herramientas educativas más utilizadas por los docentes, instituciones educativas y alumnos de manera general. No cabe duda que, actualmente, esta tecnología juega un papel fundamental en la educación y el aprendizaje. Esto es posible gracias a las características de los dispositivos móviles y a la metodología utilizada para abordar temáticas educativas.

Existen múltiples ventajas y oportunidades que la tecnología móvil ofrece. Aunque existen desventajas en el uso de los dispositivos móviles en la educación, estos dispositivos se abren camino en la nueva era educativa. Se puede indicar que no existe una metodología educativa única, sino que la tecnología móvil, como cualquier otra pedagogía, puede ser positiva o negativa y esto depende del contexto en el que es utilizada. Por ello es importante tener presente que se puede aprovechar de todas las ventajas y beneficios de esta tecnología. De esta manera los docentes pueden recomendar actividades extracurriculares que pueden ser realizadas utilizando estos dispositivos.

Con base en la investigación realizada se pudo evidenciar todas las ventajas, fortalezas, beneficios y oportunidades que están asociadas al uso de los dispositivos móviles como apoyo en el aprendizaje en los sistemas educativos (Criollo-C y otros, 2018; Criollo-C y Luján-Mora, 2018; Criollo-C, Guerrero-Arias, y otros, 2021). El uso de estas tecnologías móviles permiten por ejemplo, que los estudiantes accedan a múltiples contenidos educativos en cualquier momento y en cualquier lugar. Esto es útil para aprender, interiorizar o reforzar temáticas que fuera de este contexto podrían parecer imposibles de realizar.

los principales resultados de este trabajo se muestran en la Tabla 1.2.

Generalización	Características
Oportunidades	Nuevas formas de aprendizaje, facilidad de acceso, intercambio, y distribución de la información, aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar, aprendizaje autoregulado, aprendizaje informal, mejora del aprendizaje natural de nuevas generaciones, alta penetración de dispositivos móviles, facilidades de acceso a Internet móvil, gran cantidad de aplicaciones móviles educativas, independencia en el aprendizaje, interacción y retroalimentación instantánea, mejora del compromiso y la participación, satisfacción de uso
Beneficios	(Aplicaciones) métodos de aprendizaje, participación, aprendizaje contextual, nuevas oportunidades de aprendizaje, desafío en la educación; (Educadores/profesores) mejora en la retención estudiantil, desempeño mejorado, involucra al alumno, motivación y autonomía, aprendizaje experiencial, autodirigido, participación activa, facilita la coordinación, cooperación, y colaboración; (Tecnología) aprendizaje alineado con los objetivos educativos, aprendizaje estratégico, mejores / innovadores métodos de aprendizaje, portabilidad, ubicuidad, conectividad, aprendizaje en múltiples espacios físicos conceptuales y sociales, aprendizaje a lo largo de la vida; (Estudiantes) Interacción mejorada dentro y fuera del aula, colaboración y comunicación, aprendizaje interactivo y accesible, aprendizaje basado en proyectos, mejor comunicación profesor-alumno y alumno-alumno; (Instituciones educativas) aprendizaje formale e informal, participación, conveniencia y logros, aprendizaje atractivo y autodirigido; (Aprendizaje) aprendizaje adaptado a las necesidades específicas, pedagogías innovadoras para apoyar a los maestros, interfaz natural e intuitiva, entrega inmediata de retroalimentación, trabajo en equipo más fácil, ayuda a los maestros con una nueva alfabetización, nuevas interacciones sociales
Características, ventajas, y fortalezas	Movilidad, ubicuidad, accesibilidad, colaboración, utilidad, privacidad, adaptabilidad, portabilidad, multiplataforma, y flexibilidad

Tabla 1.2: Características positivas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje

1.5.2.2. Desventajas, problemas, debilidades y amenazas asociadas al uso de los dispositivos móviles en la educación actual

La investigación realizada arrojó resultados sobre los efectos negativos que pueden ocurrir al utilizar los dispositivos móviles para generar metodologías educativas. Se identificaron las desventajas, problemas, debilidades y amenazas que están asociadas al uso de los dispositivos móviles como apoyo en el aprendizaje en la educación supe-

1 Introducción

rior (Criollo-C y otros, 2018; Criollo-C y Luján-Mora, 2018; Criollo-C, Guerrero-Arias, y otros, 2021). Además, en la investigación también se pudo encontrar, que uno de los principales métodos para abordar varios de los problemas definidos en la Tabla 1.3 es la computación en nube móvil (*Mobile Cloud Computing*, MCC) (Rimale, Benlahmar, Tragha, y El Guemmat, 2016).

Generalización	Características
Desventajas, limitaciones y barreras	<p>(Tecnológicas) Capacidad de almacenamiento y procesamiento limitada, problemas de usabilidad debidos al tamaño del dispositivo, baja calidad visual de la información suministrada por un móvil, falta de compatibilidad de la tecnología móvil con los estudiantes y profesores, cobertura insuficiente o fallo de enlace en la comunicación inalámbrica, escasos estándares para el diseño y la evaluación de aplicaciones móviles para el aprendizaje, incompatibilidad con algunos enfoques educativos. ancho de banda limitado y bajas tasas de transferencia de información.</p> <p>(Humanas) falta de innovación personal, poca apertura y voluntad de probar algo nuevo, falta de visión para uso de tecnología móvil en la educación, limitada formación del personal de las nuevas tecnologías y sus aplicaciones, poca socialización de la visión organizacional de la institución con el aprendizaje móvil <i>mobile learning</i>, escasa participación de todos los actores, incluidas las autoridades, asignación insuficiente de recursos para la mejora y ampliación de las infraestructuras tecnológicas.</p> <p>(Culturales) los enfoques pedagógicos colaborativos detrás de esta tecnología son escasos, apreciar a la tecnología móvil como un proceso educativo, no como una distracción, cambiar la percepción de realizar esfuerzos adicionales para dominar las habilidades de la tecnología móvil, superar la percepción de profesores e instituciones sobre el uso de los dispositivos móviles, superar las prácticas pedagógicas tradicionales, dominar el uso y funcionamiento del dispositivo móvil.</p>
Debilidades y amenazas	Falta de entrenamiento, número excesivo de solicitudes, obsolescencia tecnológica de la infraestructura móvil institucional, escaso apoyo educativo, pruebas y aplicaciones, baja aceptación de los interesados, factores de política económica, tecnológica e institucional, aplicaciones no compatibles con múltiples dispositivos móviles, usabilidad (pantalla, batería), Seguridad de la información personal e institucional, amplia variedad de dispositivos y plataformas, amenaza a la seguridad del sistema operativo Android, aplicaciones costosas, complejas e incompatibles en algunos dispositivos móviles, cambio cultural de la enseñanza tradicional.

Tabla 1.3: Características negativas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje, continua en la siguiente página

Generalización	Características
Problemas	<p>(Aplicaciones) diseño de contenido móvil, experiencias de aprendizaje reales, diseño pedagógico.</p> <p>(Educadores) dificultad de comprensión, dificultad de uso, incomodidad de uso, cultura de rechazo al cambio, carga de trabajo extra, actualización de conocimientos, esfuerzo extra.</p> <p>(Tecnología) seguridad y privacidad, restricciones de conectividad, costo del equipo, deficiencias técnicas del dispositivo, acceso a Internet o datos móviles, velocidad de acceso a Internet.</p> <p>(Estudiantes) usabilidad de la aplicación, accesibilidad del dispositivo, distracción / condiciones restrictivas, disfrute, costo.</p> <p>(Instituciones educativas) infraestructura tecnológica, estrategias de implementación y despliegue, prohibiciones, seguridad digital para estudiantes, costo.</p> <p>(Aprendizaje) infraestructura tecnológica, estrategias de implementación y despliegue, prohibiciones, seguridad digital para estudiantes, costo.</p>

Tabla 1.3: Características negativas asociadas al uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje

Existe evidencia sólida de que el uso de servicios en la nube permite optimizar el rendimiento y las capacidades de los dispositivos móviles, esto genera intención de uso y motivación en los estudiantes (Velev, 2014). Además, varios problemas pueden evitarse con el correcto diseño de una metodología que involucren a los dispositivos móviles como apoyo en la educación (Passey, 2010). Esto se puede lograr con la implementación de arquitecturas orientadas a servicios para entornos móviles (Romero-Rodriguez y otros, 2020) También es importante tener en cuenta a los docentes e involucrarlos en el diseño y construcción de iniciativas educativas que generen experiencias de aprendizaje (Baran, 2014). Con ello se logrará un acuerdo entre profesores y estudiantes para la adopción de nuevas tecnologías que sirvan en la mejora e innovación de las metodologías educativas (Alrasheedi y Capretz, 2013; Morris y otros, 2016). Los principales resultados de este trabajo se muestran en la Tabla 1.3.

1.5.3. Evaluar la percepción del uso de los dispositivos móviles y la aceptación de la tecnología móvil en la educación actual

El modelo de aceptación tecnológica (*Technology Acceptance Model*, TAM), y sus modelos extendidos, han proporcionado evidencia de características que pueden influir en la adopción de la tecnología móvil por parte de los estudiantes y sistemas educativos (Briz-Ponce y García-Peñalvo, 2015; Briz-Ponce y otros, 2017). La innovación, la influencia externa (recomendaciones), la utilidad percibida, la facilidad de uso percibido, la autoeficacia y la actitud positiva hacia la tecnología pueden llevar a que los estudiantes utilicen dispositivos móviles en su aprendizaje (Park, Nam, y Cha, 2012).

1 Introducción

En este trabajo, el análisis de aceptación de la tecnología móvil por parte de los estudiantes se lo realizó utilizando una aplicación móvil denominada “Otavalo Rimay”. Esta aplicación móvil fue desarrollada con el objetivo de utilizarla como un apoyo para la enseñanza y el aprendizaje, formal e informal, del idioma indígena Kichwa. Esta herramienta fue utilizada en un centro de enseñanza de Kichwa en la provincia de Imbabura en Ecuador. La Figura 1.2 muestra algunas interfaces diseñadas para esta herramienta móvil. En la imagen se puede observar la utilización de material multimedia, un reto asociado al aprendizaje y el uso de palabras de cortesía en los mensajes informativos en la aplicación.



Figura 1.2: App Otavalo Rimay: Tiempos verbales y evaluación para el aprendizaje del idioma Kichwa

La metodología utilizada fue el *Design Science Research*, DSR (Hevner, March, Park, y Ram, 2004), el modelo UTAUT, y el agrupamiento jerárquico utilizando las distancias de Gower (1971), el cual fue útil para el análisis de las respuestas categóricas y numéricas.

Cada participante del centro de enseñanza aceptó un consentimiento informado que fue entregado a través de un formulario web. Cada uno de ellos recibió instrucciones sobre cómo usar la aplicación móvil y respondió a las dos primeras partes de una encuesta (sociodemográfica y aceptación de la tecnología móvil en la educación). Los

participantes pudieron hacer sus preguntas después de usar el prototipo móvil y formularon sus recomendaciones. La experimentación duró unos 25 minutos por cada participante. Posteriormente, los participantes respondieron el cuestionario final (modelo UTAUT). Estos tres cuestionarios fueron diseñados para analizar la percepción del uso de dispositivos móviles para la educación.

Los resultados son alentadores y muestran que a pesar de las limitaciones inherentes en los dispositivos móviles, existe una gran aceptación por parte de los estudiantes. Este análisis fue realizado utilizando encuestas enfocadas a tres temas diferentes. Los resultados de las preguntas de las encuestas se muestran en la Figura 1.3.

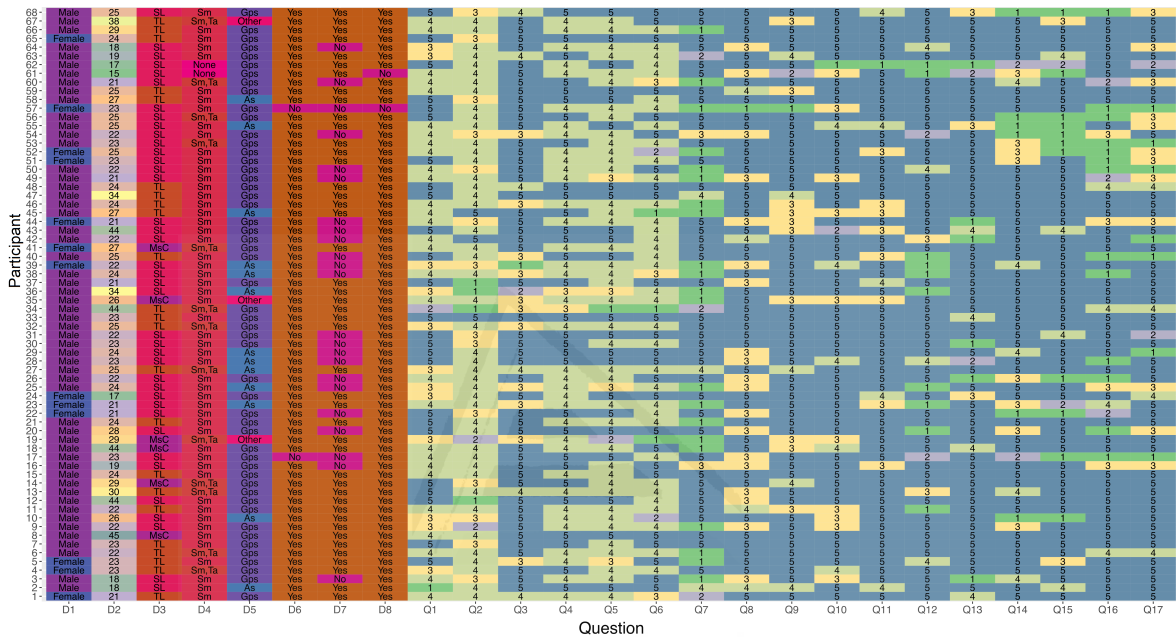


Figura 1.3: Respuestas de las tres encuestas (demográfica, aceptación de los dispositivos móviles, y modelo UTAUT)

1.5.3.1. Análisis sociodemográfico

La primera encuesta formula preguntas del tipo sociodemográfico, las cuales sirvieron para identificar el perfil de cada participante para luego clasificarlos y analizarlos en un agrupamiento jerárquico. Las respuestas a estas preguntas utilizan datos categóricos y se presentan a continuación:

1. Género
2. Edad
3. Nivel educativo
4. Tipo de dispositivo móvil (teléfono inteligente, tableta)
5. ¿De qué plataforma se descarga sus aplicaciones móviles? (Google Play Store, Apple App Store)

1 Introducción

6. ¿Tiene actualmente un dispositivo móvil propio?
7. ¿Tiene un plan de datos móvil?
8. ¿Tiene acceso a Internet en su casa?

Las respuestas del primer cuestionario indican que el número de personas que lo contestaron fue 68, los datos demográficos indican que el 19 % eran mujeres y el 81 % hombres. El rango de edad fue de 15 a 45 años. En cuanto al nivel educativo de los participantes, el 57 % eran egresados de la escuela secundaria (segundo nivel), el 34 % eran egresados universitarios (tercer nivel) y el 9 % tenían un título de posgrado o maestría. Además, de las respuestas a la encuesta se evidenció que el 76 % de los encuestados tenían un dispositivo móvil con el sistema operativo Android y descargaban sus aplicaciones de la Google Play Store. El 19 % tenía un dispositivo con el sistema operativo iOS y descargaba sus aplicaciones de la App Store de Apple. Otro dato interesante fue que el 19 % de los encuestados poseía dos dispositivos, un teléfono inteligente y una tableta, y el 78 % poseía solo teléfonos inteligentes. Solo el 3 % no disponía de un dispositivo móvil propio. De los participantes que tienen su propio dispositivo móvil, solo el 68.18 % tenía un plan de datos móviles para el acceso a Internet. El 97 % tenía acceso a Internet en su casa.

1.5.3.2. Análisis de la percepción del uso de los dispositivos móviles en la educación

La segunda encuesta analiza la percepción del uso de los dispositivos móviles para el aprendizaje por parte de los participantes del centro de enseñanza. Para responder a estas preguntas se utilizó la escala de Likert de cinco valores. Las preguntas de este cuestionario fueron:

1. ¿Qué importancia tiene el uso de dispositivos móviles para el aprendizaje académico?
2. ¿Utiliza o ha utilizado una aplicación móvil para aprender un idioma?
3. ¿Le gustaría aprender un nuevo idioma usando el dispositivo móvil?
4. ¿Crees que el dispositivo móvil es una herramienta que apoya el aprendizaje de asignaturas académicas?
5. ¿Cree que con la ayuda de dispositivos móviles se puede mejorar el rendimiento académico de una persona?
6. ¿Crees que en el futuro, con el avance de la tecnología, los dispositivos móviles serán imprescindibles en las horas de clase?
7. ¿Está de acuerdo en que los dispositivos móviles se utilizan como herramientas de aprendizaje durante las horas de clase?

Los resultados de la segunda encuesta se presentan en el diagrama de bandas que muestra el promedio de las respuestas respecto al cuestionario de aceptación de los dispositivos móviles y su utilidad en la educación, estos datos se los muestra en la Figura 1.4. Los resultados obtenidos indican que existe una valoración positiva por parte de los participantes en cuanto al uso y aceptación de los dispositivos móviles para utilizarlos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

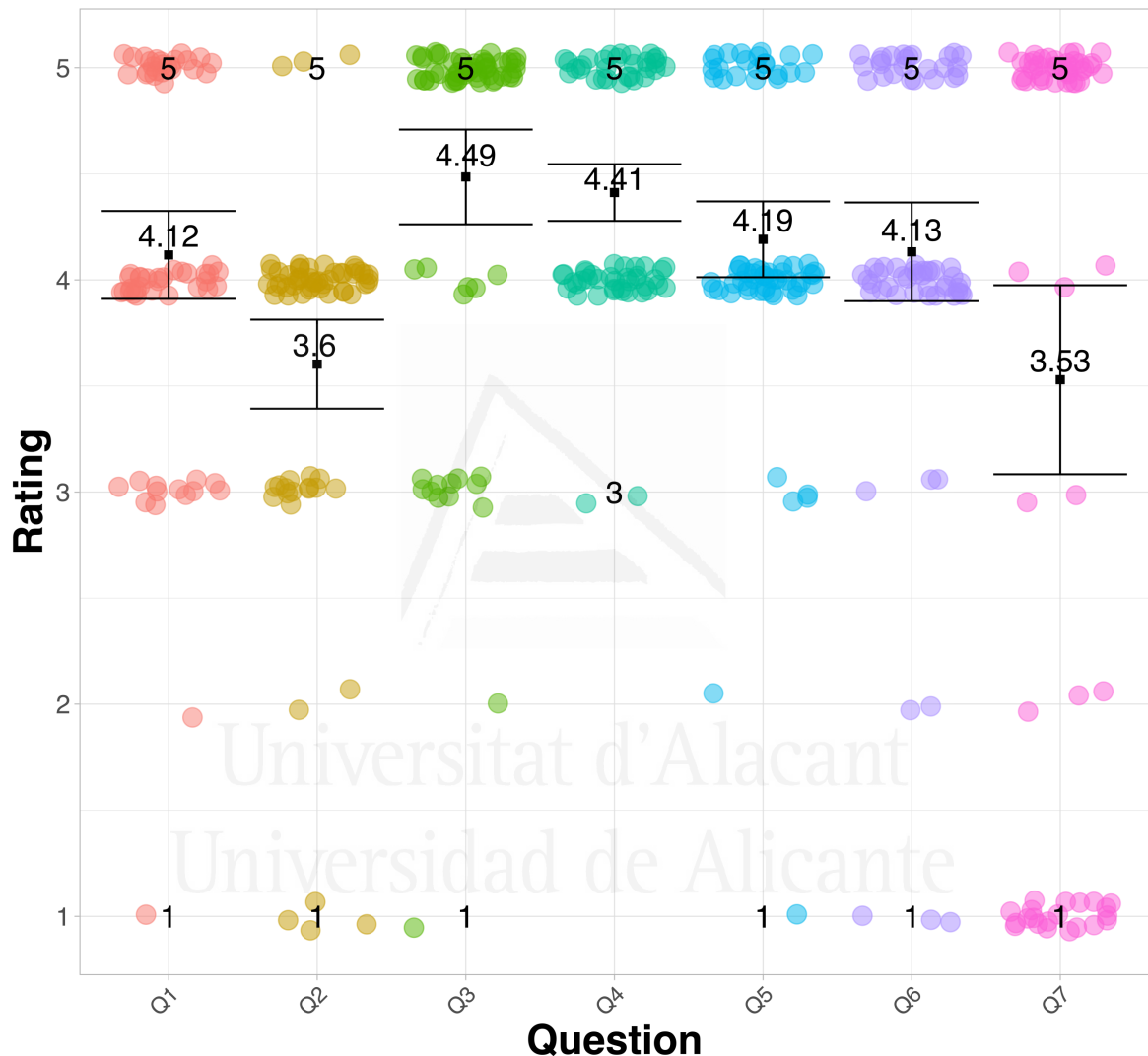


Figura 1.4: Respuestas de la segunda encuesta (aceptación del aprendizaje utilizando dispositivos móviles)

1.5.3.3. Aceptación tecnológica utilizando el modelo UTAUT

La tercera encuesta analiza la aceptación tecnológica con el modelo UTAUT. Para responder a estas preguntas se utilizó la escala de Likert de cinco valores. Las preguntas de este cuestionario fueron:

1 Introducción

1. ¿Crees que el dispositivo móvil es una herramienta que apoya el aprendizaje de idiomas? (UP)
2. ¿Crees que si usas un dispositivo móvil aprenderás un idioma más rápido? (UP)
3. ¿Es fácil utilizar un dispositivo móvil para aprender un idioma? (PEU)
4. ¿Es fácil aprender a utilizar un dispositivo móvil y utilizarlo en la educación? (PEU)
5. ¿Un profesor o una persona con autoridad influyó en su decisión por el uso de dispositivos móviles para aprender un idioma? (SI)
6. ¿Un familiar cercano piensa que se puede aprender un idioma usando dispositivos móviles? (SI)
7. ¿Es fácil descargar documentación y aplicaciones para aprender un idioma?(FC)
8. ¿Es fácil usar aplicaciones para aprender un idioma? (FC)
9. ¿Es divertido usar el dispositivo móvil para aprender un idioma? (PE)
10. ¿Me gusta mucho más aprender un idioma si lo hago usando un dispositivo móvil? (PE)

Los resultados de la tercera encuesta sobre la aceptación tecnológica con dispositivos móviles utilizando el modelo de aceptación UTAUT se presenta en la Figura 1.5.

Además, la Figura 1.6 contiene las respuestas obtenidas del segundo y tercer cuestionario en base a la escala de Likert de 5 valores.

De acuerdo con los resultados observados a lo largo de la investigación, se puede afirmar que los participantes tienen una actitud positiva hacia el uso de los dispositivos móviles utilizados para el aprendizaje. También afirman que la tecnología móvil podría utilizarse como apoyo en el aprendizaje de un idioma. Además, apoyan el uso de aplicaciones móviles como socio estratégico en el proceso educativo. Aunque, este estudio muestra cierta evidencia de oposición al uso de los dispositivos móviles en la educación, la mayoría de los encuestados está de acuerdo en que el uso correcto de estos dispositivos mejoraría el rendimiento académico. Además, creen que los dispositivos móviles son útiles y fáciles de usar, por lo que contribuirían enormemente al modelo educativo actual.

Además, existen trabajos de investigación que determinan que una actitud positiva hacia la tecnología tiene un efecto directamente proporcional con la intención de utilizar y aceptar dicha tecnología, la cual puede ser móvil (Park y otros, 2012). Por ejemplo, Liu y otros (2010) muestran que la utilidad (a corto y largo plazo) y la innovación personal influyen positivamente en la adopción del aprendizaje móvil entre los estudiantes universitarios. Existe otro estudio que involucra estudiantes de pregrado y profesionales médicos, el cual indica que la influencia externa (recomendación de utilizar aprendizaje móvil) y la autoeficacia en la realización de tareas utilizando esta tecnología, son determinantes en la intención de uso por parte de los estudiantes (Briz-Ponce y García-Peñalvo, 2015). Otros factores relacionados con la adopción

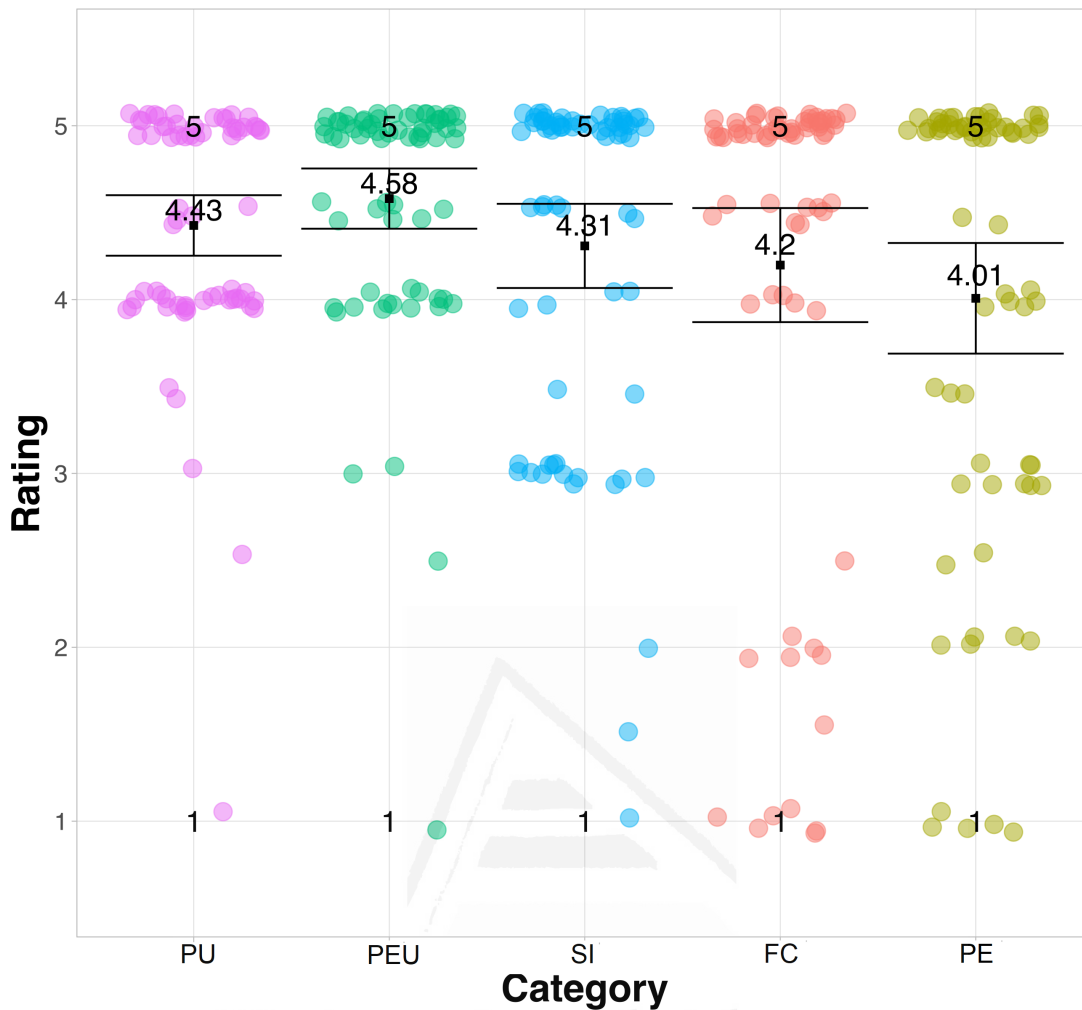


Figura 1.5: Diagrama de bandas sobre las respuestas a la encuesta del modelo UATUT respecto a la aceptación tecnológica

del aprendizaje móvil en la educación superior fueron: confianza, carácter, capacidades personales y el contexto educativo (Hamidi y Chavoshi, 2018).

De acuerdo al uso que los dispositivos móviles están teniendo actualmente en la educación y a la gran aceptación generada, el aprendizaje móvil podría ser una de las estrategias más desarrolladas en los entornos educativos en el futuro (Briz-Ponce y García-Peñalvo, 2015; Hamidi y Chavoshi, 2018). Lugares como el trabajo, el transporte público o el automóvil se han convertido en espacios recurrentes de aprendizaje informal (Valenzuela-Valdés y otros, 2016). El uso de tecnologías móviles facilita el aprendizaje fuera del aula y las características de ubicuidad aseguran el acceso al material educativo cuando y donde el estudiante lo desee (Zheng, Pan, y Peng, 2018). Esta característica de aprovechar el tiempo libre inesperado para aprender, hace de la tecnología móvil una herramienta con un gran potencial que puede ser utilizado por estudiantes de todos los niveles educativos (Valenzuela-Valdés y otros, 2016). El uso de la tecnología móvil crea una oportunidad para que los docentes reinventen sus métodos tradicionales de enseñanza y generen un cambio en la metodología educativa (Fombona

1 Introducción

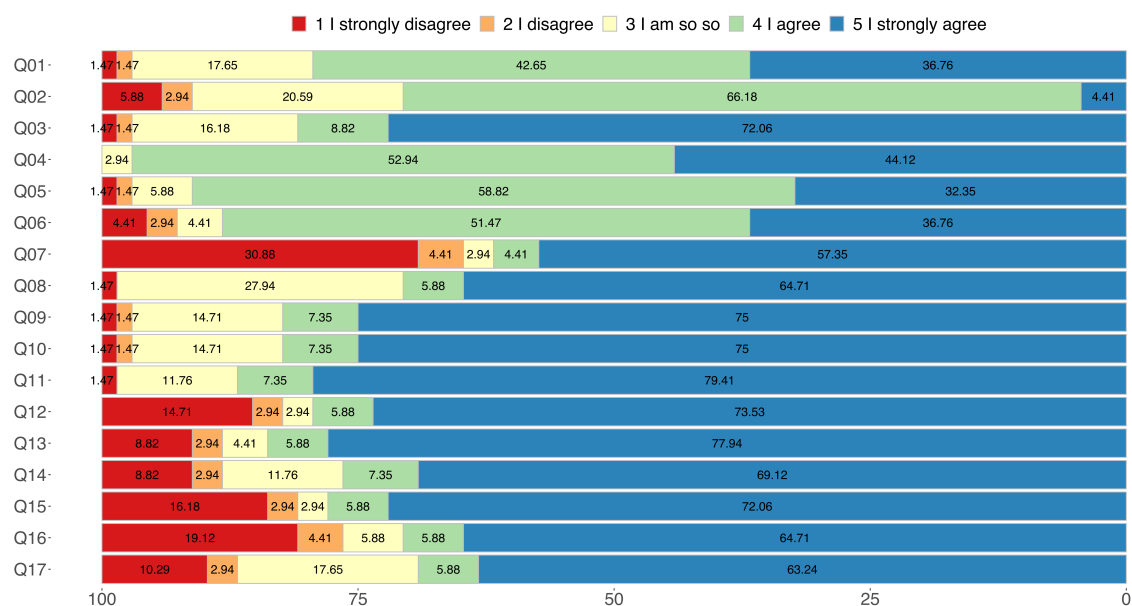


Figura 1.6: Respuestas de la aceptación de la tecnología móvil y del modelo UTAUT sobre la aceptación tecnológica

Cadavieco, Pascual Sevillano, y González Videgaray, 2017).

Con base en los resultados presentados, este estudio proporciona información valiosa sobre los factores clave a considerar en las aplicaciones móviles centradas en la enseñanza. Se evidencia que las observaciones de los estudiantes (utilidad percibida y facilidad de uso percibida) promueven la satisfacción y la intención de utilizar la tecnología móvil. Estos hallazgos refuerzan los resultados de otras investigaciones, por ejemplo (Briz-Ponce y García-Peñalvo, 2015; Briz-Ponce y otros, 2017) indican que la utilidad percibida tiene efectos significativos sobre la satisfacción de los estudiantes y su intención de utilizar el aprendizaje con dispositivos móviles. Otro trabajo indica que la facilidad de uso percibida también afecta indirectamente la intención conductual de utilizar el aprendizaje con dispositivos móviles (Almaiah y otros, 2016). Los resultados de esta investigación aportan evidencia científica a la aceptación tecnológica para el aprendizaje de un idioma, confirmando también que, en la actualidad, el aprendizaje utilizando los dispositivos móviles está ampliamente aceptado para su uso en la educación.

1.5.4. Evidenciar la influencia de los dispositivos móviles en la innovación y el rendimiento estudiantil utilizando aplicaciones móviles académicas

La gran cantidad de información y recursos educativos gratuitos que actualmente ofrece Internet, requiere que las instituciones educativas trabajen con el fin de que sus docentes y estudiantes puedan acceder a ellos (Romero-Rodriguez y otros, 2020). Sin embargo, los actuales recursos informáticos en algunas IES no permiten que esto

sea aprovechado adecuadamente por los docentes ni por los estudiantes (Shuja y otros, 2019). Es por ello que los dispositivos móviles pueden ser la respuesta a estos problemas de movilidad, y acceso a la información (Criollo-C, Moscoso-Zea, y otros, 2021). Con una adecuada conexión, estos dispositivos permiten acceder a los recursos web tanto a docentes como a estudiantes (Baran, 2014). Con ello se garantiza un abanico de posibilidades que pueden enriquecer e innovar todas las actividades del aprendizaje dentro del aula de clases (Criollo-C y Luján-Mora, 2017).

Una ventaja increíble que ofrece el uso de dispositivos móviles son las prácticas educativas capaces de lograr que los estudiantes desarrollen un aprendizaje más personalizado (Heflin y otros, 2017). Según la UNESCO (2018), el uso de dispositivos móviles en la educación ofrece la posibilidad de crear pedagogías educativas para adaptación de necesidades educativas especiales. Por esta razón, las tecnologías móviles utilizadas en el contexto académico pueden utilizarse para personalizar la prácticas educativas en contextos específicos. Algunos ejemplos del uso de la tecnología móvil en la educación son, el programa UNESCO-UNEVOC, el cual promueve el uso de tecnología y dispositivos móviles para mejorar las iniciativas educativas en todo el mundo (UNESCO, 2018). Existen tres ejemplos significativos realizados por la Fundación Paraguay. Esta creó un sistema de enseñanza y aprendizaje móvil que se puede utilizar en línea, incluso en áreas rurales que no tienen acceso a Internet (UNESCO, 2018). El Instituto Federal de Educación y Formación Profesional de Alemania presentó el proyecto de aprendizaje social aumentado, que incluye el uso de dispositivos móviles para la enseñanza y la formación de profesionales (UNESCO, 2018). El Consejo Nacional de la Red Federal de Instituciones de Educación Profesional, Científica y Tecnológica de Brasil desarrolló un programa de aprendizaje móvil que puede utilizarse en la educación formal e informal (UNESCO, 2018).

Además, el uso de dispositivos móviles ha servido para mejorar el logro de competencias clínicas en estudiantes de posgrado en psicología (Choo y otros, 2019). También para mejorar las habilidades de comunicación (escuchar, hablar, leer y escribir) en los estudiantes (Sharma, 2019). Los dispositivos móviles se han utilizado para lograr un aprendizaje mixto (formación, supervisión y tutoría) en trabajadores sanitarios (Bertman y otros, 2019). Además, el diseño de servicios de seguridad y contramedidas a implementar para garantizar un examen seguro se lo ha conseguido utilizando dispositivos móviles (Kaiali y otros, 2016). Otros ejemplos son los programas de aprendizaje para internistas y profesionales de radiología con tiempo limitado para su formación académica (Korbage y Bedi, 2012) y el aprendizaje de diferentes idiomas, especialmente inglés a través de aplicaciones y juegos educativos (Baldauf, Brandner, y Wimmer, 2017; Bustillo y otros, 2017; Karjo y Andreani, 2018).

Por otro lado, Kali y otros (2015) utilizan tecnologías móviles innovadoras y recursos locales con la intención de desarrollar en los estudiantes las habilidades necesarias para analizar obras de arte. Stewart y Choudhury (2014) crearon un libro digital para su uso en un iPad, con el objetivo de mejorar y promover el aprendizaje profundo de los estudiantes. Una de las formas de enseñanza más innovadoras que se han estudiado últimamente son los juegos serios, por ejemplo, Haubruck y otros (2018) diseñó un juego que se puede utilizar con dispositivos móviles y también con una portátil o una PC de escritorio que posea una cámara web. El objetivo de este trabajo fue entrenar

1 Introducción

a los estudiantes para el desarrollo de habilidades necesarias para la inserción de un tubo torácico en un paciente como procedimiento de emergencia.

De la misma forma, el uso de aplicaciones móviles en los teléfonos inteligentes tiene un gran potencial para apoyar el aprendizaje a distancia. Wang, Van Elzaker, y Kraak (2017) muestran un diseño teórico de una aplicación móvil llamada “GeoFARA”, la cual utiliza realidad aumentada para que los estudiantes universitarios puedan obtener una mejor comprensión geográfica de una zona urbana (fuera del aula). Zheng y otros (2018) proponen un modelo para difusión de conocimientos mediante dispositivos móviles y redes wifi para su uso en un campus inteligente. Estas iniciativas trasladan el conocimiento y su transmisión fuera de las aulas y crea la necesidad de tecnologías para acceso a la conectividad móvil dentro de un campus universitario. El trabajo presentado por Valenzuela-Valdés y otros (2016) proporciona a los estudiantes entornos de aprendizaje ubicuos y el material necesario para implementar el aprendizaje libre. Además, permite a los estudiantes aprovechar las capacidades de sus dispositivos móviles.

Cuando se define nuevos modelos de enseñanza y se innova en el aprendizaje es importante evidenciar los resultados que esto provoca en los estudiantes. En este contexto Neufeld y Delcore (2018) presentan los resultados del análisis de encuestas, un diario fotográfico y grupos focales para comprender mejor el fenómeno de aceptación de tecnología móvil en una institución educativa. Para ello se diseñó un programa llamado “DISCOVERe” en 2014 con el objetivo de involucrar dispositivos móviles (tabletas) como una herramienta de enseñanza y aprendizaje. Los resultados son positivos y recomiendan el uso de dispositivos móviles en la educación. Otra investigación muestra que los resultados observables de un modelo de enseñanza son alentadores cuando se utilizan dispositivos móviles y la realidad virtual (RV) como aliados en la innovación educativa (Lee, Hodgson, Chan, Fong, y Cheung, 2020). Por otra parte, Gafni, Achituv, y Rachmani (2017) presentan los resultados del análisis de encuestas a grupos de personas que estudiaban lenguas extranjeras y utilizaban una aplicación móvil de descarga gratuita. Este análisis indica que los usuarios involucrados en este experimento consideran que el uso de dispositivos móviles es útil, accesible, y fácil de usar, además, indican que el uso de tecnología en la educación puede mejorar y estimular el aprendizaje. La evidencia de resultados es importante debido que permiten a los educadores y a sus instituciones reflexionar sobre cómo diseñar nuevas experiencias de aprendizaje a través de dispositivos móviles que permitan una mejor asimilación de contenidos educativos.

1.5.4.1. Modelo de análisis de innovación con el uso de dispositivos móviles en la educación actual

Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre investigaciones que estudiaban la innovación en educación utilizando las tecnologías de la información de manera general y los dispositivos móviles en particular. Esto con el fin de aclarar lo que se entiende por innovación utilizando dispositivos móviles, así como encontrar y definir las dimensiones que deberían abordarse en un análisis de innovación educativa que utilice la tecnología móvil para el aprendizaje.

La innovación educativa a través de dispositivos móviles se refiere al uso de todas las metodologías diseñadas para aprovechar las características de estos dispositivos con

la intención de hacer realidad el aprendizaje (Burden y otros, 2019). Las prácticas innovadoras son muy diferentes a las prácticas normales y tradicionales sumando el uso efectivo de tecnologías móviles, que permiten a los estudiantes crear, transformar, discutir, compartir, almacenar y difundir ideas y opiniones, permitiendo la creación, transformación e innovación del modelo educativo tradicional, todo esto en una forma ubicua (Schuck, Aubusson, Burden, y Brindley, 2018; Traxler, 2016). Otras definiciones se centran en las innovaciones que utilizan las tecnologías de la información de manera general, pero sus resultados pueden ser una ayuda para el trabajo que se está realizando. Por ejemplo, una investigación define la innovación como nuevas ideas o prácticas que son beneficiosas y dejan un impacto en las personas o las comunidades (Kearney y otros, 2018). La innovación en educación utilizando tecnologías de la información se ha estudiado en varios trabajos de investigación. Por ejemplo, un artículo señala que hay cuatro dimensiones para evidenciar las innovaciones basadas en TI (Kozma, 2003):

- Prácticas de enseñanza (incluidos métodos, roles y colaboraciones).
- Prácticas de los estudiantes (incluidas actividades y roles).
- Prácticas de TI (los roles y funciones desempeñados por TI en el estudio de caso).
- Tipos de tecnologías de la información que se utilizan en las escuelas.

Otro trabajo propone cuatro dimensiones para la selección de prácticas innovadoras en educación utilizando tecnología (Law y otros, 2005):

- Hubo evidencia de cambios significativos en los roles de los maestros y estudiantes, los objetivos del plan de estudios, las prácticas de evaluación y / o los materiales o la infraestructura de instrucción.
- La tecnología jugó un papel sustancial en la práctica / naturaleza de las tecnologías involucradas.
- Hubo evidencia de resultados estudiantiles positivos medibles.
- La práctica fue sostenible y transferible.

En una comparación de varias prácticas innovadoras, se agregaron enfoques pedagógicos sobre la naturaleza de las actividades de enseñanza y aprendizaje (Law y otros, 2005). Los resultados identificaron seis dimensiones como los aspectos más importantes de cualquier implementación académica que utilice TI:

- Objetivos académicos previstos de las prácticas innovadoras.
- Rol pedagógico del profesor.
- Rol de los estudiantes.
- Naturaleza y sofisticación de las tecnologías de la información utilizadas.
- Resultados de aprendizaje multidimensionales exhibidos.

1 Introducción

- Conectividad en el aula.

Una iniciativa de investigación propone cuatro dimensiones para la innovación utilizando dispositivos móviles (Mioduser y otros, 2003):

- Configuración de dominio y espacio.
- Roles de los estudiantes.
- Roles de los profesores.
- Plan de estudios.

Otra investigación estudió sistemáticamente los procesos de transformación en las escuelas que adoptaron ampliamente el uso de las TI. Se definieron cuatro dominios de innovación para el análisis, uno para cada una de las áreas principales de impacto que la TI ha creado en el entorno escolar (Burden y otros, 2019):

- El propósito de aprender.
- El contexto del aprendizaje.
- El papel del profesor.
- El papel del aprendiz.

Los artículos presentados anteriormente difieren en las perspectivas que adoptaron al estudiar las innovaciones educativas apoyadas en TI. Cada artículo resuelve una hipótesis diferente, algunos se centran en el impacto de las TI en algunos aspectos del aprendizaje y la enseñanza, otros en el cambio académico y pocas dimensiones se vincularon explícitamente al uso de la tecnología y solo una se relacionó con el uso de dispositivos móviles (Burden y otros, 2019; Law, 2004; Mioduser y otros, 2003). La innovación en la educación a través de la tecnología y los dispositivos móviles va mucho más allá del acceso ubicuo al material educativo. Es necesario que a través de todas las características que ofrece esta tecnología, se diseñen métodos de enseñanza innovadores como el aprendizaje cooperativo / colaborativo (Lan, Sung, y Chang, 2007; Sarrab, 2013), exploratorio (fuera del aula) (Liu, Lin, Tsai, y Paas, 2012), basado en juegos (Cai, Chi, y Leung, 2017), conductual (Pimmer, Mateescu, y Gröhbiel, 2016), cognitivo (Koç, Turan, y Okursoy, 2016), constructivista (Shin y Kang, 2015), conversacional (Dold, 2016), permanente (Gao, 2011) e informal (Mou, Shin, y Cohen, 2014).

Analizando las dimensiones revisadas en trabajos anteriores, esta investigación propone las cinco dimensiones que se muestran en la Tabla 1.4. Estas dimensiones engloban las principales características necesarias para la innovación en las prácticas de educación superior utilizando dispositivos móviles.

Dimensión	Detalles
Propósito del aprendizaje	Esta dimensión contiene el currículo académico que incluye los objetivos de aprendizaje y los desafíos a alcanzar mediante prácticas innovadoras, y la naturaleza de la tarea o actividad vinculando e integrando dispositivos móviles
Contexto del aprendizaje	Esta dimensión contiene todo lo relacionado con el lugar o tiempo en el que se desarrolla el aprendizaje, las prácticas pedagógicas, la deslocalización espacial y la conectividad del aula
Rol del profesor	Esta dimensión contiene a los educadores y su relación con los estudiantes, roles pedagógicos del docente
Rol del estudiante	Esta dimensión contiene el papel del alumno como agente activo o pasivo
Evidencia de resultados	Esta dimensión contiene evidencia de resultados de aprendizaje medibles

Tabla 1.4: Dimensiones relacionadas con la innovación educativa utilizando dispositivos móviles

1.5.4.2. Análisis de usabilidad de aplicaciones móviles educativas

El análisis de usabilidad de la aplicación móvil denominada “NetAR” se realizó utilizando la herramienta IBM-CSUQ (Lewis, 1995). Esta herramienta móvil fue diseñada para el aprendizaje formal e informal del funcionamiento del modelo de referencia de OSI y el enrutamiento estático de paquetes en una red de datos. La herramienta móvil fue utilizada en un centro de educación superior con el objetivo de analizar la usabilidad y la influencia en el aprendizaje de los estudiantes. La Figura 1.7 muestra el modelo en 3D de las interfaces diseñadas para la aplicación móvil.

Aquí se puede observar el uso de la realidad aumentada para generar un ejemplo dinámico de cómo un paquete se traslada de un sitio a otro utilizando una tabla de enrutamiento. De la misma forma se puede observar el funcionamiento del modelo OSI. Esta aplicación fue diseñada para que el estudiante controle la animación, es por ello que tiene los controles de iniciar y parar la misma, así como regresar al menú principal. Además cuenta audio y subtítulos explicativos para mejorar la experiencia del usuario.

Cada participante aceptó un consentimiento informado que fue entregado a través de un formulario web, luego de lo cual realizó una encuesta demográfica. Después de esto, cada participante recibió capacitación en el uso de la aplicación “NetAR”. Los participantes pudieron hacer preguntas luego de utilizar la aplicación. Después de aclarar sus dudas y estar seguros de que dominaban la aplicación, realizaron las tareas solicitadas. La experimentación duró unos 25 minutos; después de completar las tareas, se les pidió que completaran la encuesta IBM CSUQ. Este análisis está relacionado con la medición de la usabilidad y la satisfacción del uso que los participantes perciben.

La Figura 1.8 muestra las medidas de desviación estándar (σ), mediana (M) y media (μ) agregadas por las cuatro categorías de preguntas usadas en el modelo IBM

1 Introducción

CSUQ. La Figura 1.9 muestra el resultado del análisis de las respuestas del cuestionario IBM CSUQ.

Se observa un resultado positivo, dado que la mayoría de los participantes respondieron los niveles de preguntas más aceptables como “Estoy de acuerdo” y “Estoy totalmente de acuerdo”.

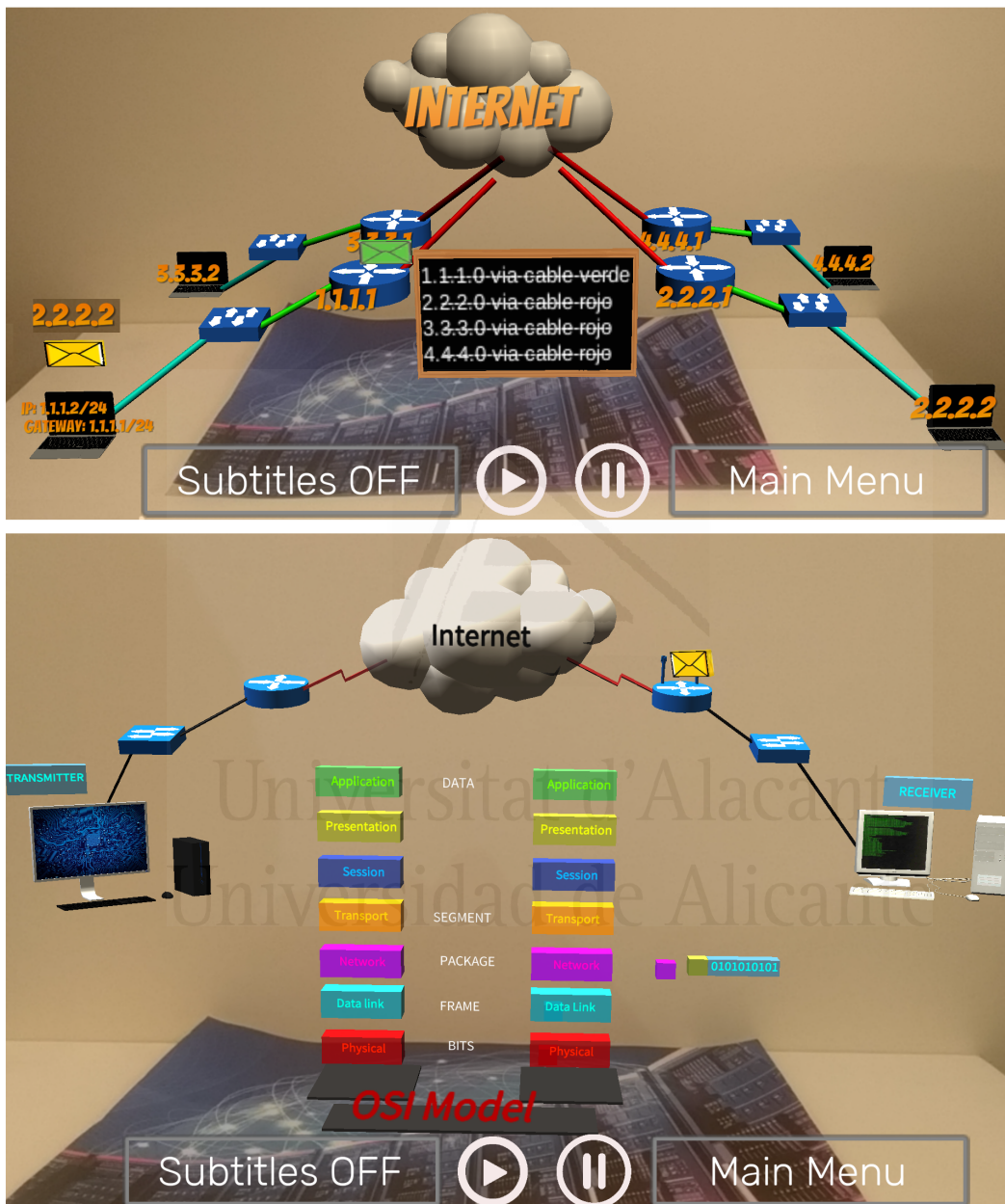


Figura 1.7: App NetAR: Modelo 3D sobre el modelo OSI y el enrutamiento de paquetes

Al observar los resultados, el estudio sugiere que la satisfacción general del usuario sigue una tendencia positiva con un resultado que tiene un promedio de $\mu = 5.91$ de un máximo de 7 y una desviación estándar de $\sigma = 1.08$. En cuanto a la usabilidad del sistema (SYSUSE), existe una tendencia similar, con un valor promedio ($\mu = 5.93$)

superior al resto de factores de análisis tanto en el valor mínimo como en el promedio, mostrando que la usabilidad es satisfactoria para Los usuarios. La calidad de la información (INFOQUAL) tiene los resultados más bajos, con un valor promedio ($\mu = 5.84$) los que indica que se puede mejorar; por lo tanto, hemos considerado que las mejoras futuras deberían apuntar a una descripción más precisa de las escenas creadas en la aplicación, modelos más relevantes y un manual de usuario detallado. Por otro lado, la calidad de la interfaz (INTERQUAL) muestra los valores más altos ($\mu = 5.94$), lo que denota que la interfaz fue apreciada por los usuarios y consideran que el sistema es fácil de utilizar.

IBM CSUQ	Question	μ	σ	M
SYSUSE	1. Overall, I am satisfied with how easy it is to use this system.	5.96	0.99	6
	2. It is simple to use this system.	6.03	0.98	6
	3. I can effectively complete my work using this system.	5.88	1.09	6
	4. I am able to complete my work quickly using this system.	5.89	1.08	6
	5. I am able to efficiently complete my work using this system.	5.94	1.06	6
	6. I feel comfortable using this system.	5.96	1.13	6
	7. It was easy to learn to use this system.	5.96	1.13	6
	8. I believe I became productive quickly using this system.	5.85	1.08	6
INFOQUAL	9. The system gives error messages that clearly tell me how to fix problems.	5.56	1.31	6
	10. Whenever I make a mistake using the system, I recover easily and quickly.	5.73	1.18	6
	11. The information (on-screen messages and guidance or other documentation) provided with this system is clear.	5.80	1.02	6
	12. It is easy to find the information I need.	6.03	0.98	6
	13. The information provided with the system is easy to understand.	5.89	0.99	6
	14. The information is effective in helping me complete my work.	5.90	1.00	6
INTERQUAL	15. The organization of information on the system screens is clear.	6.00	0.96	6
	16. The interface of this system is pleasant.	5.90	1.12	6
	17. I like using the interface of this system.	5.99	1.18	6
OVERALL	18. This system has all the functions and capabilities I expect it to have.	5.94	1.01	6
	19. Overall, I am satisfied with this system	5.91	1.09	6

Figura 1.8: Promedio, desviación estándar, y media por cada pregunta

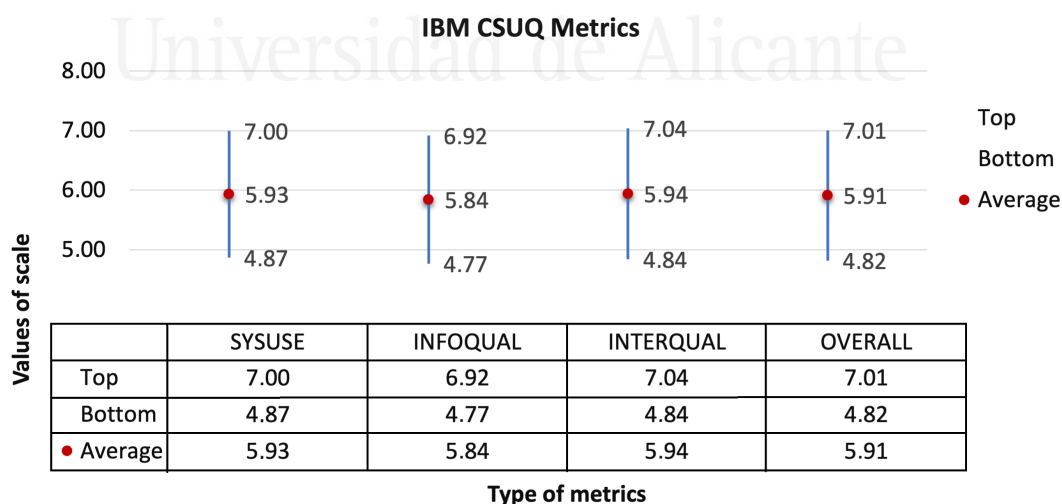


Figura 1.9: Métricas IBM CSUQ

1.5.4.3. Mejora del rendimiento académico influenciado por uso de dispositivos móviles en la educación

Para el análisis de rendimiento se utilizó la aplicación “NetAR” en un grupo de estudiantes. Esta etapa experimental duró tres semanas con tres horas diarias. Se utilizó un grupo de control y uno experimental, el total de participantes fue 80, divididos de la siguiente forma, 40 con conocimientos básicos (grupo de control = 20; grupo experimental = 20) y 40 con conocimientos avanzados (grupo de control = 20; grupo experimental = 20). La investigación se la realizó utilizando dos cuestionarios en cada grupo de participantes, los resultados evidencian que la influencia del uso de la aplicación “NetAR” tuvo un impacto significativo en el rendimiento de los participantes del grupo experimental. El promedio de los cuestionarios se puede apreciar en la Figura 1.10

Para comenzar el análisis de los resultados, se debe tener en cuenta que el grupo de estudiantes con conocimientos básicos era completamente diferente al grupo con conocimiento avanzado. Además, los cuestionarios fueron diferentes para cada grupo de participantes. La Figura 1.11 muestra los resultados evaluados según el sexo de los participantes. Hubo una diferencia significativa en ambos grupos. Los resultados indican que en el grupo con conocimientos básicos, los hombres tenían una mejor comprensión de los temas tratados. Por otro lado, en el grupo con conocimiento avanzado, las mujeres sobresalieron en los temas propuestos. Este resultado se debe a que el promedio se vio muy afectado por el número de participantes. Dado que hay menos mujeres que hombres, unas pocas calificaciones altas podrían elevar considerablemente el promedio, mientras que unas pocas calificaciones bajas harían que el promedio cayera considerablemente.

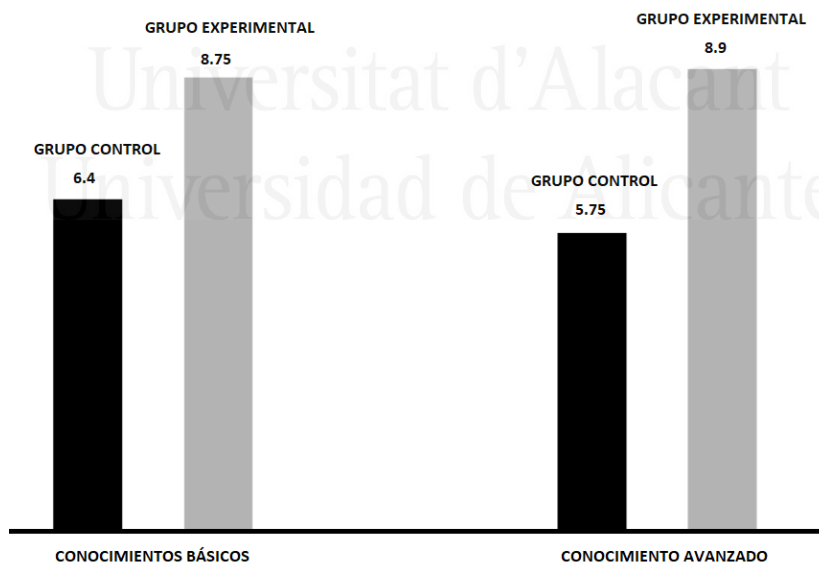


Figura 1.10: Promedio de resultados obtenidos en los cuestionarios por los dos grupos de participantes

El cuestionario para ambos grupos comenzó a la misma hora, además, se registró el tiempo de respuesta de cada participante. La Figura 1.12 muestra que los dos grupos

tuvieron una diferencia estadísticamente significativa en el tiempo para completar el cuestionario. En el grupo de conocimientos básicos, los participantes del grupo experimental tuvieron un promedio de 14.93 minutos para completar los cuestionarios y los participantes del grupo de control tuvieron un promedio de 17.45 minutos. Por otro lado, en el grupo con conocimiento avanzado, los participantes del grupo experimental tardaron en promedio 15.47 minutos en completar los cuestionarios, y los del grupo de control tardaron en promedio 19.78 minutos.

A partir del análisis de los resultados en cada cuestionario, se corrobora que ambos grupos de participantes disfrutaron de la experiencia que ofrece “NetAR” en comparación con el método tradicional de enseñanza. Los participantes indicaron que la aplicación les ayudó a comprender mejor los temas ya que les ayudó a generar interés y motivación en su aprendizaje. Además, la tipografía y el tamaño de las letras mostradas en los títulos y textos de cada escena fueron fáciles de leer para los usuarios. Los hallazgos de la investigación presentaron que el uso de la aplicación móvil mejoró la capacidad de aprendizaje de los participantes que usaron la aplicación; pudieron comprender de manera efectiva los conceptos validados por los resultados de la prueba.

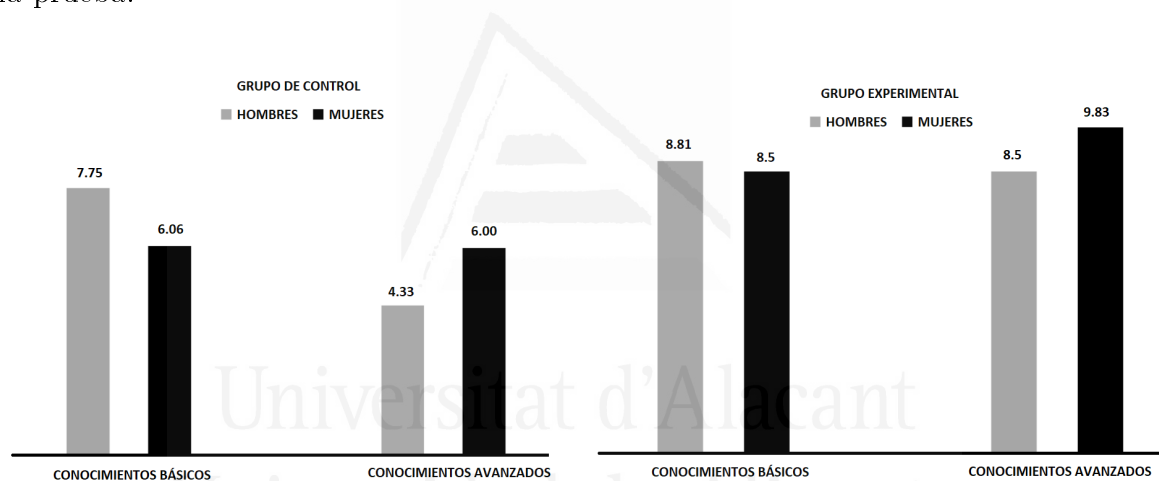


Figura 1.11: Promedio de resultados obtenidos en el cuestionario por hombres y mujeres

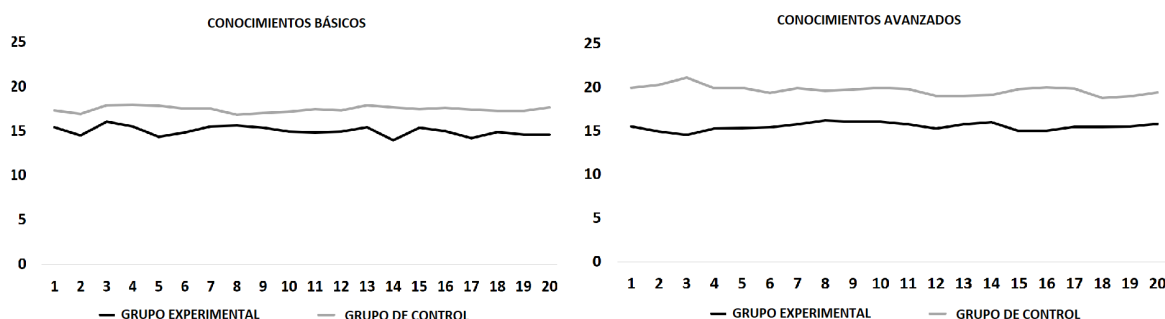


Figura 1.12: Tiempo de resolución de cuestionarios por parte de los dos grupos

La aplicación móvil “NetAR” es un medio para garantizar el aprendizaje dinámico de

los conceptos de redes (modelo OSI y enrutamiento). Aunque muchos de los participantes no estaban familiarizados con las aplicaciones educativas de realidad aumentada, no tuvieron ningún problema para utilizar la tecnología. La aplicación resultó ser muy intuitiva. Esto significó que, con una simple demostración, la mayoría de los participantes pudieron utilizar la aplicación correctamente. Todos los participantes completaron las actividades propuestas sin problemas y no hubo contratiempos técnicos lo suficientemente relevantes como para reducir el entusiasmo de los estudiantes por completar las actividades.

1.6. Estructura de la tesis

El trabajo de investigación contenido en esta tesis se estructura en tres partes: la parte I esta compuesta por la síntesis de la investigación; la parte II contiene los trabajos que han sido publicados y que contribuyen al compendio de publicaciones de esta tesis; en la Parte III se redactan las conclusiones de esta disertación y se discuten los posibles trabajos futuros derivados de esta investigación.

La tesis consta de los siguientes capítulos:

Capítulo 1 Introducción, este capítulo incluye la motivación, los objetivos, el método utilizado, los resultados, la estructura de la tesis y las convenciones de escritura.

Capítulo 2 Publicaciones y visibilidad, este capítulo incluye todas las publicaciones en revistas, congresos y otras publicaciones.

Capítulo 3 Publicaciones, este capítulo presenta las publicaciones más importantes de la investigación realizada en orden cronológico.

Capítulo 4 M-Learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review, es un artículo publicado en los *Proceedings of the International Conference on Information Systems and Computer Science*, “INCISCOS” que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 5 Advantages and Disadvantages of M-Learning in Current Education, es un artículo publicado en los *Proceedings of the IEEE World Engineering Education Conference*, “EDUNINE” que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 6 A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning, es un artículo publicado en los *Proceedings of the International Conference on Mobile Learning*, “MOBILE LEARNING” que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 7 Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses, es un artículo publicado en la *Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao (RISTI)*, que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 8 Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues, es un artículo publicado en la revista *Applied Sciences*, que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 9 Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping, es un artículo publicado en la revista *IEEE Access*, que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 10 Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language, es un artículo publicado en la revista *PeerJ Computer Science*, que incluye referencia, y la contribución.

Capítulo 11 Towards a New Learning Experience Through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education, es un artículo publicado en la revista *Applied Sciences*, que incluye referencia, y la contribución.

1.7. Convenciones de escritura

Durante el desarrollo de este trabajo se definieron todos los acrónimos ya que no son muy conocidos por el público. Además, los acrónimos y sus definiciones fueron descritos en inglés. Por ejemplo, *Unified theory of acceptance and use of technology* (UTAUT).

Las figuras y cuadros son de elaboración propia del autor, a menos que se indique lo contrario en el título. Algunas figuras que se incluyen provienen de las publicaciones que conforman el compendio. Por esta razón, varias de las figuras se presentan en inglés.

Las palabras en un idioma que no sea el castellano se presentan en letra cursiva. Por ejemplo, *English, francais*.

Debido al origen del autor, cuando existan sinónimos se prefieren los vocablos más utilizados en Sudamérica. Por ejemplo, computador por ordenador.

Las cifras numéricas de miles están separadas por coma y las cifras decimales están separadas por punto, siguiendo las normas internacionales.

2 Publicaciones y visibilidad

2.1. Publicaciones

A lo largo del desarrollo de esta tesis doctoral, y como resultado de la investigación realizada, se han publicado diferentes artículos en congresos y varios artículos en revistas. Todas las publicaciones presentan los resultados y las contribuciones hechas a la comunidad científica. Algunos de estos artículos se desarrollaron para lograr los objetivos de esta disertación, mientras que otras publicaciones fueron escritas en colaboración con otros autores para alcanzar objetivos de investigaciones paralelas. El total de artículos publicados durante el período de doctorado fue de diez, que incluyen cinco artículos de revista, tres artículos de congresos (estos fueron presentados en el compendio), y dos artículos de congreso que se presenta en el apéndice B. Las siguientes secciones enumeran estos trabajos.

2.1.1. Revistas

Esta subsección describe las publicaciones en revistas científicas. Estas publicaciones representan el contenido principal de este trabajo investigativo. Por lo tanto, fueron incluidos en el compendio de publicaciones de esta tesis. Los detalles de las publicaciones se muestran en la Tabla 2.1, en la cual la primera columna muestra la identificación de la revista; la segunda columna muestra el nombre de la revista con su ISSN; la tercera columna muestra el factor de impacto del *Journal Citations Report*, JCR; la cuarta columna describe el factor de impacto del *Scimago Journal Ranking*, SJR; la última columna presenta la indexación de la revista, ya sea que el artículo haya sido indexado en *Scopus* (SCO), *Web of Science* (WOS) o en el Directorio de revistas de acceso abierto (DOAJ).

1. “Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses” (Suarez, Criollo-C, Jaramillo-Alcázar, y Luján-Mora, 2019). Este artículo fue publicado en la revista J1. En el capítulo 7 se detalla lo presentado en este artículo.
2. “Mobile Learning Technologies for Education : Benefits and Pending Issues” (Criollo-C, Guerrero-Arias, y otros, 2021). Este artículo fue publicado en la revista J2. En el capítulo 8 se detalla lo presentado en este artículo.
3. “Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation : A Systematic Mapping” (Criollo-C, Moscoso-Zea, y otros, 2021) Este artículo fue publicado en

2 Publicaciones y visibilidad

la revista J3. En el capítulo 9 se detalla lo presentado en este artículo.

4. “Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language” (Criollo-C, Lema, y otros, 2021). Este artículo fue publicado en la revista J4. En el capítulo 10 se detalla lo presentado en este artículo.
5. “Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education” (Criollo-C, Abad-Vásquez, y otros, 2021). Este artículo fue publicado en la revista J5. En el capítulo 11 se detalla lo presentado en este artículo.

Id.	Revista	JCR IF	SJR	Indexado
J1	Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao. ISSN: 20763417. Brasil	S/N	0.14	DOAJ, SCO
J2	Applied Sciences. ISSN: 20763417. Suiza	2.474	0.44	DOAJ, WOS, SCO
J3	IEEE Access. ISSN: 21693536. EE.UU	3.745	0.78	DOAJ, WOS, SCO
J4	PeerJ Computer Science. ISSN: 23765992. EE.UU	3.091	0.81	DOAJ, WOS, SCO
J5	Applied Sciences. ISSN: 20763417. Suiza	2.474	0.44	DOAJ, WOS, SCO

Tabla 2.1: Descripción de las revistas

2.1.2. Congresos

Los artículos publicados en memorias de congresos se detallan en la Tabla 2.2. Este cuadro incluye la identificación del congreso, nombre, indexación en Scopus, país, ciudad y fechas de realización del congreso. Todos los congresos en los que se ha publicado tienen procesos de revisión por pares y han sido un punto clave en el proceso de investigación. Estos trabajos han permitido establecer los lineamientos y relaciones existentes entre las tecnologías móviles, sus principales ventajas y desventajas, y su utilización en la innovación educativa. Por esta razón varias de estas publicaciones se han considerado como apoyo fundamental al compendio aquí presentado.

1. “M-learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review” (Criollo-C y Luján-Mora, 2017). Este artículo fue publicado en el congreso C1. En el capítulo 4 se detalla lo presentado en este artículo.
2. “Advantages and Disadvantages of M-learning in Current Education” (Criollo-C y otros, 2018) Este artículo fue publicado en el congreso C2. En el capítulo 5 se detalla lo presentado en este artículo.

3. “A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning” (Criollo-C y Luján-Mora, 2018) Este artículo fue publicado en el congreso C3. En el capítulo 6 se detalla lo presentado en este artículo.
4. “Encouraging Student Motivation Through Gamification in Engineering Education” (Criollo-C y Luján-Mora, 2019). Este artículo fue publicado en el congreso C4. En el apendice B se detalla lo presentado en este artículo.
5. “Wearable Devices Information Security: An Overview” (Brichetto, Criollo-C, Jaramillo-Alcázar, y Luján-Mora, 2021) Este artículo fue publicado en el congreso C5. En el apendice C se detalla lo presentado en este artículo.

Id.	Congreso	Indexado	País/Ciudad	Fecha
C1	International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS 2018).	SCO, WOS	Ecuador / Quito	Noviembre 23-25, 2017
C2	IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE 2018).	SCO, WOS	Argentina / Buenos Aires	Marzo 11-14, 2018
C3	International Conference on Mobile Learning (ML 2018).	SCO	Portugal / Lisboa	Abril 14-16, 2018
C4	Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning (IMCL 2018).	SCO, WOS	Canada / Ontario	Octubre 11-12, 2018
C5	Multidisciplinary International Congress on Science and Technology (CIT 2020).	SCO, WOS	Ecuador / Quito	Octubre 26-30, 2020

Tabla 2.2: Descripción de los congresos

2.2. Visibilidad

La visibilidad científica es imprescindible para mostrar los resultados obtenidos en la investigación realizada. Esto permite que se reciban comentarios, críticas y se intercambien ideas entre colegas, también permite que el trabajo sea citado por varios investigadores. Por lo tanto, durante el período de duración del programa de doctorado, se tomaron algunas capacitaciones sobre este tema y se crearon diferentes perfiles académicos para aumentar el impacto de la investigación realizada. En la Tabla 2.3 se muestra los perfiles académicos del autor de este trabajo investigativo. Además, una de las estrategias utilizadas para ganar mayor visibilidad en la investigación realizada

2 Publicaciones y visibilidad

fue el envío a revistas de acceso abierto (*open access*). Estas revistas son una excelente opción para interesados en obtener trabajos investigativos sin costo alguno, ya que el costo lo asume el autor de la publicación. Por este motivo, cinco artículos del compendio se publicaron como documentos de acceso abierto, estos fueron:

- Suarez, Criollo-C, Jaramillo-Alcazar, y Luján-Mora
- Criollo-C, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcazar, y Luján-Mora, 2021.
- Criollo-C, Moscoso-Zea, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcazar, Luján-Mora, 2021.
- Criollo-C, Lema, Gonzalez, Jaramillo-Alcázar, Guerrero-Arias, Luján-Mora, 2021.
- Criollo-C, Abad-Vásquez, Martic-Nieto, Velasquéz-G, Pérez-Medina, Luján-Mora, 2021.

Id.	Perfil Académico	URL
P1	ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7212-5513
P2	Google Scholar	https://scholar.google.com/citations?user=Ws4v740AAAAJ&hl=es
P3	ResearchGate	https://www.researchgate.net/profile/Santiago-Criollo-C
P4	Scopus	https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57203221763

Tabla 2.3: Perfiles académicos del autor de la tesis

En la Figura 2.1 se muestran los trabajos del autor de esta investigación indexados en Scopus. Los 12 trabajos indexados han recibido 15 citas desde el año 2019, además, en estos trabajos se ha colaborado con 11 coautores.

En la Figura 2.2 se muestra el perfil del autor en el ORCID. Este perfil tiene por objetivo proporcionar un identificador único y permanente para cada investigador, para evitar errores y confusiones en los nombres de los autores, en el momento de identificar su producción científica y poder distinguir claramente sus publicaciones, ayudando al mismo tiempo a su divulgación.

En la Figura 2.3 se muestra el perfil del autor en el Google Scholar. En este perfil académico los trabajos publicados han recibido citas desde al año 2017. En la actualidad se han recibido 43 citas de la investigación publicada en este perfil académico.

En la Figura 2.4 se muestra el perfil del autor en el Researchgate. En este perfil académico los trabajos publicados han recibido citas desde al año 2018. En la actualidad se han recibido 30 citas de la investigación publicada en este perfil académico.

Criollo-C, Santiago

Universidad de las Americas - Ecuador, Quito, Ecuador Show all author info

57203221763 <https://orcid.org/0000-0001-7212-5513>

[Edit profile](#)
[Set alert](#)
[Save to list](#)
[Potential author matches](#)
[Export to SciVal](#)
[Export to FECYT CVN](#)

Metrics overview

12 Documents by author
15 Citations by **11** documents
2 h-index: [View h-graph](#)

Document & citation trends

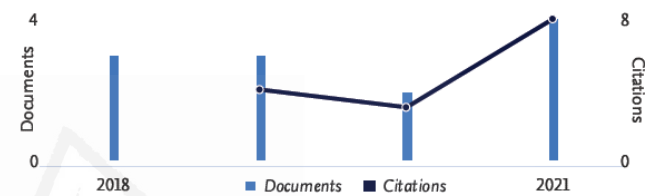


Figura 2.1: Detalles del autor en Scopus

ORCID
Connecting Research and Researchers

Search

[ABOUT](#)
[FOR RESEARCHERS](#)
[MEMBERSHIP](#)
[DOCUMENTATION](#)
[RESOURCES](#)
[NEWS & EVENTS](#)

Santiago Criollo-C

ORCID iD
<https://orcid.org/0000-0001-7212-5513>

[Print view](#)

Country
Ecuador
Sources:
Santiago Criollo-C 2020-01-06

Other IDs
Scopus Author ID: 57203221763

Email
luis.criollo@udla.edu.ec
Sources:
Santiago Criollo-C 2017-09-07

Biography
Santiago Criollo-C, was born in Quito, Ecuador in 1984. He received the B.S. degree in electronics and information networks engineering from National Polytechnic School in Quito, in 2010 and the M.S. degree in communication networks from Pontificia Universidad Católica del Ecuador, in 2015. He is currently pursuing the Ph.D. degree in computer science at University of Alicante in Alicante, Spain, where he has oriented his research to the use of mobile devices as support in higher education. Since 2013, he has been professor of information technology in Universidad de Las Américas in Quito, Ecuador

Employment (1)

Universidad de Las Américas: Quito, Pichincha, EC
2015-02-01 to present | Profesor (Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas)
Employment
Source: Santiago Criollo-C ★ Preferred source

Education and qualifications (3)

University of Alicante: Alicante, ES
2015 to present | Computer Science PhD (Informatic)
Education
Source: Santiago Criollo-C ★ Preferred source

Figura 2.2: Detalle del autor ORCID

2 Publicaciones y visibilidad

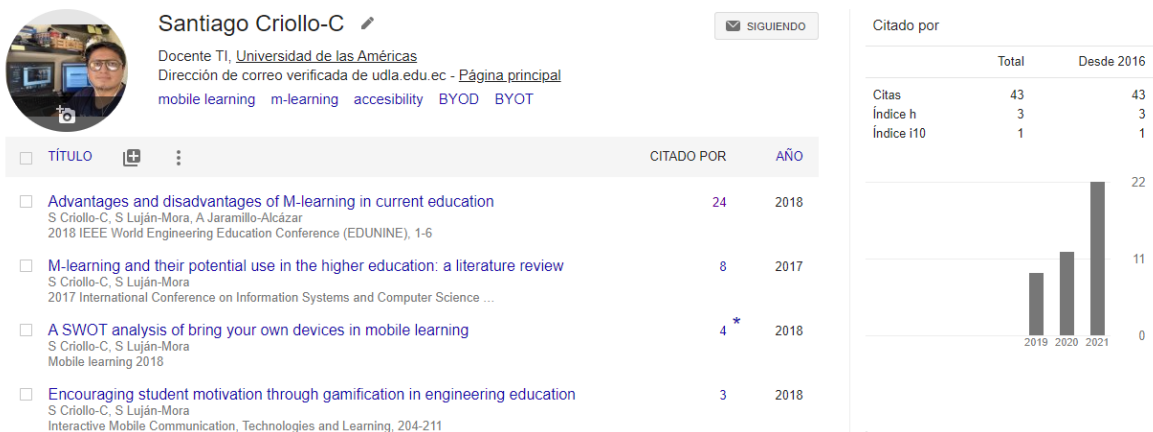


Figura 2.3: Detalles del autor en Google Scholar

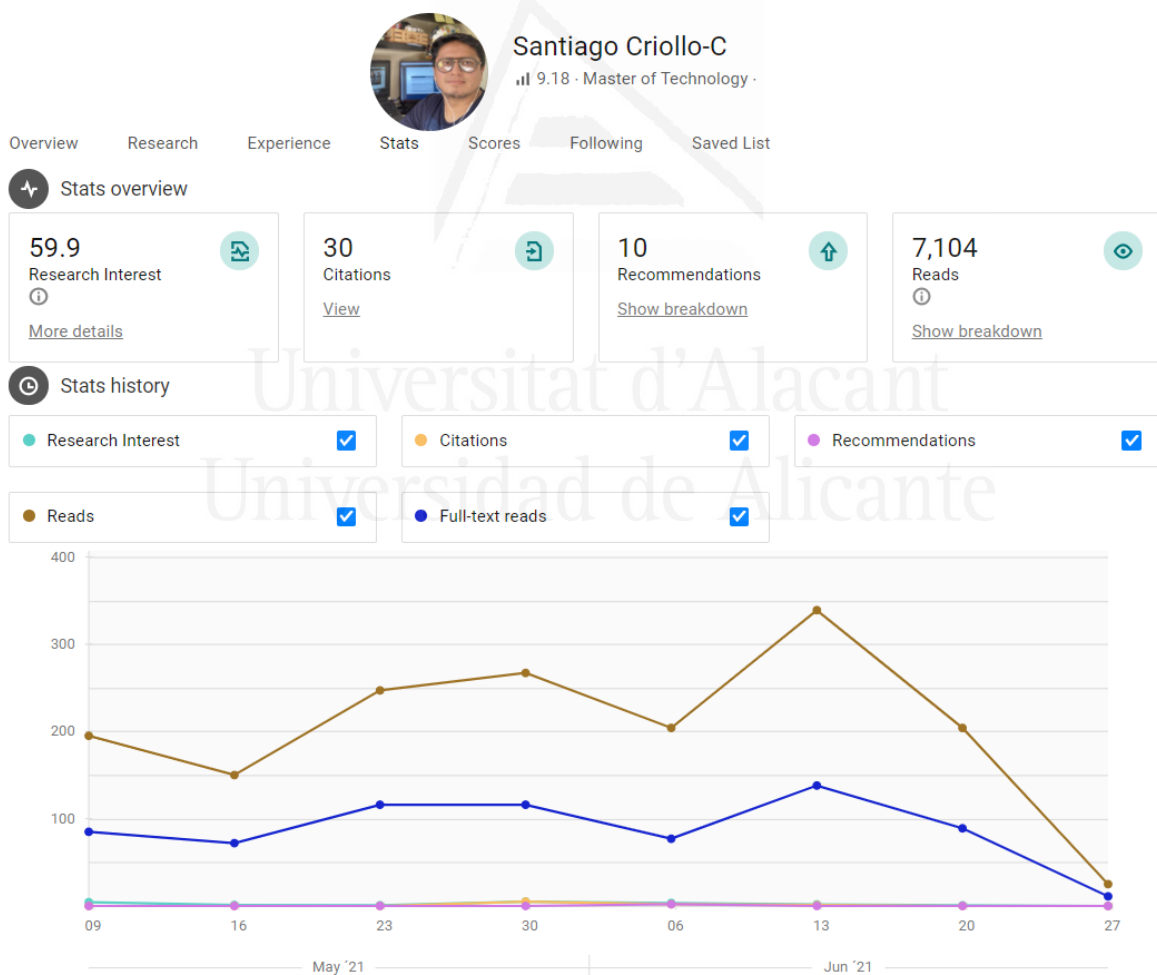


Figura 2.4: Detalles del autor en Researchgate

Parte II

TRABAJOS PUBLICADOS



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

3 Publicaciones

Este capítulo presenta en orden cronológico las publicaciones más importantes fruto de la investigación realizada. Cinco de las publicaciones incluidas en el compendio son artículos de revistas que fueron publicados en revistas de alto impacto ubicadas en diferentes cuartiles del JCR y SJR .

Dos de ellas fueron indexadas en revistas clasificadas en el primer cuartil JCR (Q1):

- Criollo-C, Moscoso-Zea, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcazar, Luján-Mora, 2021.
- Criollo-C, Lema, Gonzalez, Jaramillo-Alcázar, Guerrero-Arias, Luján-Mora, 2021.

Las otras dos fueron indexadas en una revista clasificada en el segundo cuartil JCR (Q2):

- Criollo-C, Guerrero-Arias, Jaramillo-Alcazar, y Luján-Mora, 2021.
- Criollo-C, Abad-Vásquez, Martic-Nieto, Velasquéz-G, Pérez-Medina, Luján-Mora, 2021.

Una publicación fue indexada en el cuarto cuartil SJR (Q4):

- Suarez, Criollo-C, Jaramillo-Alcázar, Luján-Mora, 2019.

Además, tres publicaciones son artículos publicados en congresos:

- Criollo-C, Lujan-Mora, 2017.
- Criollo-C, Lujan-Mora, Jaramillo-Alcazar, 2018.
- Criollo-C, Lujan-Mora, 2018.

Los detalles de las publicaciones se muestran en la Figura 3.1. Aquí se han considerado todos los artículos que son parte del compendio. El período establecido para este trabajo va desde el año 2017 hasta 2021, considerando que en estos años se produjeron todos los trabajos que formaron parte del compendio de publicaciones. Además, la Figura 3.1 tiene el detalle del objetivo al que aporta cada publicación, el año en el que se publicó, el nombre y el cuartil al que pertenece la revista.

3 Publicaciones

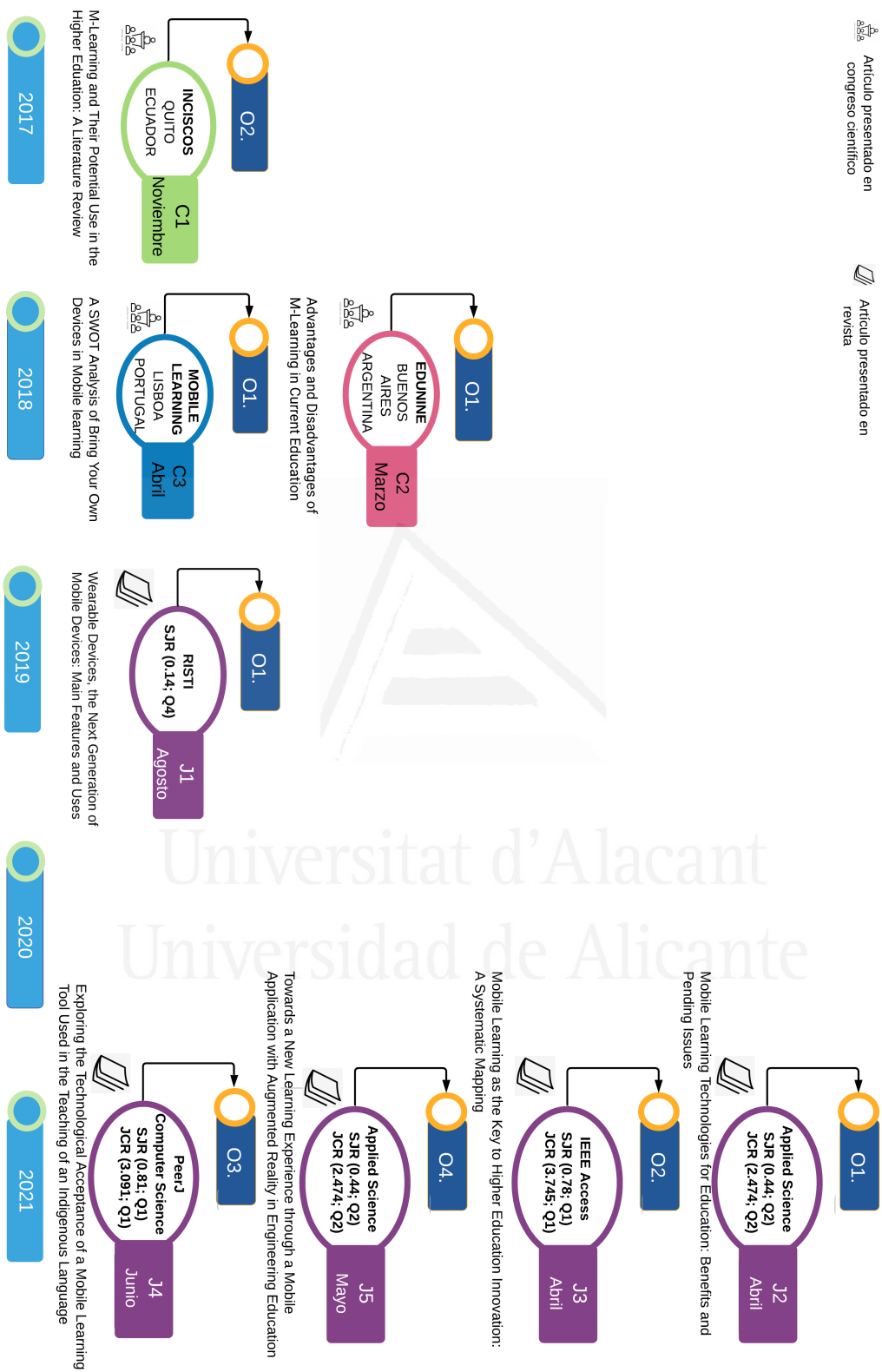


Figura 3.1: Línea de tiempo del compendio de publicaciones

4 M-Learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review

Referencia:

Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2017). M-learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review. En *Proceedings International Conference on Information Systems and Computer Science, INCISCOS* (pp. 268-273).

Disponible en:

- <http://ieeexplore.ieee.org/document/8328118>
- <https://doi.org/10.1109/INCISCOS.2017.43>

Temas a los que aporta:

- O2. Analizar las principales dimensiones que involucra la innovación educativa utilizando dispositivos móviles en el apoyo al aprendizaje.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

M-learning and their potential use in the higher education: a literature review

Santiago Criollo-C

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Universidad de las Américas
Quito, Ecuador
luis.criollo@udla.edu.ec

Sergio Luján-Mora

Department of Software and Computing Systems
University of Alicante
Alicante, Spain
sergio.lujan@ua.es

Abstract— *Nowadays, technology is fundamental part of the teaching-learning process and shows plenty of benefits to the current education. For this reason, the use of technological means in this process is increasingly common and constitutes the support of both face-to-face and virtual education. M-learning is a teaching-learning methodology that uses mobile and portable devices that have some form of wireless connectivity. The use of them offers the opportunity to learn anytime and anywhere; the only requirement is to have access to Internet. This technology is strongly influencing the educational world, in particular, in the students training. Based on a literature review, this article discusses how mobile devices help the teaching and learning process. The analysis of the literature detected five relevant topics on how mobile technologies are being used in today's education: ubiquity, portability, mobility, usefulness, collaboration, perception and acceptance of m-learning.*

Keyword— *devices; education, higher education; mobile learning; m-learning; mobile devices.*

I. INTRODUCCIÓN

These days, the great technological advances and the easy access to Internet have influenced the daily life of people. This has produced a change in the way people communicate, entertain, work, socialize, play, have fun and learn. These changes generate different social patterns, so it can be said that information technologies and mobile communication are the pillars of a new social structure [1]. The use of laptops and the increasing penetration of mobile devices with Internet access in the population have changed the perspective of education since a decade ago. In 2015 the use of the Internet was quantified by Datanalisis Company, which held more than ten thousand interviews in 15 countries in Latin America. The countries that participated were: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Mexico, Panama, Peru, Puerto Rico, Dominican Republic, Uruguay and Venezuela.

The results indicated that the Latin American region surpassed 300 million Internet users, which shows 52% of penetration of the Internet population. These data place Latin America within the regions of the world with greater growth of Internet in the last ten years [2]. Other study revealed by the end of 2015 the penetration of mobile phones in the world amounted to 97%, the number of mobile devices globally reached 7.9 billion, this is bigger than people on our planet. Only four regions in the world have a mobile penetration of less than 100%, in Europe 78 out of 100 inhabitants have a

smart mobile phone. Global mobile traffic will grow about 8 times between 2015 and 2020, by 2019 mobile video will account for 72% of all global mobile data traffic [3].

The increase of these devices and the potential of mobility that they offer can be seen as tools of collaboration, particularly in the educational process. The learning advantages offered by teaching with mobile devices compared to traditional teaching include: Flexibility, collaboration, motivation, accessibility and portability. The capabilities created by mobile technologies are revolutionizing today's society by reducing reliance on fixed places to work, study, and many other activities [4]. The high penetration of mobile devices can offer potential uses of this technology in the educational field. Many countries currently have programs or initiatives for integrating mobile technology into their education systems. Examples of this are: PSU Mobil (Chile), cell phones for supervisors (Argentina), evaluation of learning through cell phones (Paraguay), Bridge IT and Seeds of Empowerment (Chile, Argentina, México and El Salvador) [5].

The statistics show the high demand that the mobile devices have today; however, these devices can be used to improve the current education. The objective of this paper is to provide an overview of the advantages, disadvantages and the current use of mobile devices as support for learning through m-learning. The first part begins with a description of the mobile technology, its main characteristics and the initiatives that have been carried out in the educational field. We continue with a brief review of the scientific literature and a content analysis of the selected articles, this selection focuses on the scientific documentation of previous work evidencing the use of m-learning in the educational process. The result of the analysis is synthesized in a conceptual matrix; to finally analyze the results obtained and provide the conclusions of the research.

II. M-LEARNING IN HIGHER EDUCATION

Nowadays, the use of mobile devices, such as smart phones, tablets and PDAs, is so common that they are used in different fields such as education, health, trade, etc. The high demand for telephony and mobile data reduce costs and allow more people to access them. For this reason, it can be said that m-learning introduces us to the first generation of information and communication technologies totally portable [6]. E-learning technology has been developed and used for the large-scale implementation of computer networks since the Internet

5 Advantages and Disadvantages of M-Learning in Current Education

Referencia:

Criollo-C, S., Luján-Mora, S., y Jaramillo-Alcázar, n. (2018). Advantages and Disadvantages of M-learning in Current Education. En *Proceedings IEEE World Engineering Education Conference, EDUNINE*.

Disponible en:

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8450979>
- <https://doi.org/10.1109/EDUNINE.2018.8450979>

Temas a los que aporta:

- O1. Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Advantages and disadvantages of m-learning in current education

Santiago Criollo-C

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Universidad de las Américas
Quito, Ecuador
luis.criollo@udla.edu.ec

Sergio Luján-Mora

Department of Software and Computing Systems
University of Alicante
Alicante, Spain
sergio.lujan@ua.es

Angel Jaramillo-Alcázar

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Universidad de las Américas
Quito, Ecuador
angel.jaramillo@udla.edu.ec

Abstract— M-learning is a teaching and learning methodology that uses mobile devices that have wireless connectivity, the use of these devices offers the opportunity to learn anytime, anywhere. Several studies reveal the high penetration of mobile devices in recent years, for example, by the end of 2015 the penetration of mobile phones in the world amounted to 97%. Nowadays the number of mobile devices globally reached 7.9 billion, more than the people on our planet. Although several researchers demonstrate the importance of m-learning in the learning process, there is a certain limitation in the use of the mobile device and the barriers in the acceptance of this technology. Since the use of technological means in the teaching-learning process is increasingly common, this article based on a review of the literature aims to present the advantages and disadvantages of the use of mobile technology and the impact it is producing in the current education.

Keywords— advantages; disadvantages; higher education; mobile learning; mobile devices; teaching-learning.

I. INTRODUCTION

Currently, the high penetration of mobile devices can offer potential uses of this technology in the field of education. Statistics show that this year, the number of mobile users in the world amounts to 4.9 billion, which means that 66% of the world's population already has a mobile. In Europe 78 out of every 100 inhabitants have a smartphone, the world is eminently mobile and the trend continues. Global mobile traffic is expected to grow about 8 times between 2015 and 2020. In 2016, 61% of users said that they watched their mobile device in the first 5 minutes after waking up. In the world, a mobile user spends an average of 170 minutes a day using his device. 99% of the millennium generation accesses the Internet daily from their mobile, they dedicate an exorbitant time to the use of their applications (93.5 hours a month), is the device in which they spend most of their time [1].

There are several definitions of m-learning, one of which says it is the point of intersection, where mobile computing goes through eLearning to provide a learning experience

anytime and anywhere [2]. Another indicates that m-learning can be considered simply as the natural evolution of e-learning with more effective communication and personalized mechanisms or a powerful platform for distance learning [3]. Regardless of the definitions, we can say that mobile technology makes it easy for all students, independently of their age, to study and access learning material anytime, anywhere. Modern technologies, such as m-learning, give students the opportunity to learn more within a shorter time span. Recently, mobile technology has been used successfully in various sectors, including the education sector. Mobile learning is a new research trend in this field and addresses mobility in different dimensions: mobility of technology, mobility of students, mobility of educators and mobility of learning [3].

The technological advances and popularity of mobile devices have come to open up new ways of communication, education and collaboration. Education through mobile devices compared to traditional teaching includes advantages such as: flexibility, collaboration, motivation, accessibility and portability [4]. The results of a research [5] indicates that the future of learning is defined by four axes around which technological and methodological efforts revolve: mobility, interaction, artificial intelligence and technology-based resources. These axes coupled with increasing penetration and access to mobile devices can be harnessed to create diverse educational resources that could include augmented reality and games applied to learning. This will serve to enrich and extend traditional forms of higher education.

These days, many educators use mobile technologies, thereby seeking to facilitate the learning process by creating optimized versions for mobile devices of websites or the creation of independent mobile applications. Although there is a problem, students are rarely asked to perform tasks using their mobile devices. In fact, most educators explicitly prohibit the use of mobile devices in classrooms. A Research shows a clear understanding of the bring your own devices (BYOD)

6 A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning

Referencia:

Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2018). A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning. En *Proceedings of International Conference on Mobile Learning*(pp. 148-152).

Disponible en:

- <http://www.iadisportal.org/digital-library/a-swot-analysis-of-bring-your-own-devices-in-mobile-learning>

Temas a los que aporta:

- O1. Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

A SWOT ANALYSIS OF BRING YOUR OWN DEVICES IN MOBILE LEARNING

Santiago Criollo-C¹ and Sergio Luján-Mora²

¹*Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, Universidad de las Américas
Av. de los Granados E12-41y Colimes esq.*

²*Department of Software and Computing Systems, University of Alicante
Carretera San Vicente del Raspeig s/n 03690*

ABSTRACT

In current education there is a trend called bring your own devices (BYOD), this refers to the policy of use of resources that allows students to bring their own mobile device to use in the classroom. BYOD allows students and educators to take advantage of technological tools to improve learning and instruction. Mobile devices in a BYOD environment provide educational experiences beyond the boundaries of a classroom. This trend was born in companies, where their employees are allowed to take to their workplaces personal property devices such as: laptops, tablets and smartphones. This generated several disadvantages and problems related to the security of the information. In education, many teachers and parents consider that mobile devices are a tool only for communication and entertainment and would become a distraction in the classroom. As noted, although technology and especially mobile devices have enormous potential to be used in education, there are also several factors that could limit their adoption. This article makes use of the literature review to perform a SWOT analysis of the use of BYOD in m-learning.

KEYWORDS

BYOD, Learning, m-Learning, Mobile Devices, SWOT

1. INTRODUCTION

Nowadays, the use of mobile devices is relevant in all aspects of life, especially in the educational field. This mobile technology creates new opportunities and improved learning experiences for all students, regardless of the level of education (Sanusi and Oyelere, 2017). Learning with the help of mobile devices is becoming an integral component of the modern education system. Two of the most important characteristics of m-learning are ubiquity and portability which, allow mobile users to access learning resources from anywhere and at any time (Khan et al., 2016).

Mobile technologies achieved amazing improvements for both devices and wireless networks, so today, smartphones and tablets are considered the main representatives of this category (Zappatore et al., 2015). Mobile devices in bring your own devices (BYOD) environment are gaining popularity in education due to the following reasons: most students are familiar with a mobile device they are more economical and portable compared to a laptop; portability and ubiquity make them suitable for use in the classroom. In addition, students are eager to use technology today, especially mobile devices and interactive tools (Giannakas, et al., 2015).

These new mobile technologies can play an important role in current education, informs (Mahalingam and Rajan, 2013). However, many of the teachers do not possess the necessary skills to implement a pedagogical approach supported by technology. For this reason students do not develop skills or meet the anticipated learning challenges as they gain limited support from their teachers.

This article is structured in four sections. The first section provides a brief description of the BYOD trend and defines several studies in which it is evident that BYOD is being used as a support in learning. In addition, the hypothesis and the problem are established which, deals with the investigation. The second section indicates the method used to perform the SWOT analysis and summarizes the strengths, opportunities, weaknesses and threats of BYOD in m-learning. The third section discusses of the results

7 Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses

Referencia:

Suarez, D., Criollo-C, S., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2019). Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 200-214.

Disponible en:

- <http://www.risti.xyz/issues/ristie22.pdf>

Temas a los que aporta:

- O1. Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Wearable devices, the next generation of mobile devices: Main features and uses

Darwin Suarez¹, Santiago Criollo-C², Ángel Jaramillo-Alcázar³, Sergio Luján-Mora⁴

darwin.suarez@udla.edu.ec, luis.criollo@udla.edu.ec, angel.jaramillo@udla.edu.ec, sergio.lujan@ua.es

^{1,2,3} Facultad de Ingenierías y Ciencias Aplicadas-Universidad de Las Américas, Redondel del Ciclista, Antigua Vía a Nayón, EC170124, Quito, Ecuador.

⁴ Department of Software and Computing Systems-University of Alicante, Carretera San Vicente del Raspeig s/n 03690, Alicante, Spain.

Pages: 200–214

Abstract: In a world in which students are exposed to all kinds of digital stimuli, the traditional educational, in which a teacher gives a lesson in front of a class full of students who listen attentively, may not be very motivating. That is why, in addition to offering new pedagogical possibilities, and helping teachers to nurture their students with new skills and competences, technology plays a key role in the classroom when it comes to generating motivation. In that sense, wearable devices can be a powerful ally. For this reason, in this article, we will show a classification of these devices and the analysis of the main parameters of each of them. Several bibliographical sources were used for this work, such as: research documents, technical articles and official websites of the wearable devices investigated. Seven parameters were obtained to analyze by rating scales to optimize the decision of its possible use.

Keywords: Accessories; devices; e-patches; e-textiles; wearables.

1. Introduction

The growth of wearable technology is increasing considerably as the years go by. The main reasons for the use of wearable technology in the current technological market tend to be the problems related to the health and well-being of people. These are wearable devices that are used in wireless body area network (WBAN), which work in applications not only related to health, but also in the areas of research, communication, entertainment, tourism and education. Wearable technology does not focus on the characteristics of smartphones, although it is true that both have similar functions for the user, the difference is that wearable devices have as their main objective to make the user and the device one, with their own characteristics such as their weight, their comfort and that they can work and provide information even when the user is not active with the device (Çiçek, 2015). Wearable technology works through WBANs, that are networks created by mini sensors connected to the human body and that work wirelessly to provide information.

8 Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues

Referencia:

Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcazar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11 (9), 4111.

Disponible en:

- <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/4111>
- <https://doi.org/10.3390/app11094111>

Temas a los que aporta:

- O1. Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

Review

Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues

Santiago Criollo-C^{1,*}, Andrea Guerrero-Arias², Ángel Jaramillo-Alcázar¹ and Sergio Luján-Mora³

¹ Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información, FICA, Universidad de Las Américas, Quito 170125, Ecuador; angel.jaramillo@udla.edu.ec

² Departamento EGB/BGU, Jezreel International Christian Academy, Quito 170520, Ecuador; andrea.guerrero@jezreelacademy.edu.ec

³ Departamento de Lenguaje y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, Spain; sergio.lujan@ua.es

* Correspondence: luis.criollo@udla.edu.ec; Tel.: +59-398-471-1052

Abstract: Today's world demands more efficient learning models that allow students to play a more active role in their education. Technology is having an impact on how instruction is delivered and how information is found and share. Until very recently, the educational models encouraged memorization as an essential learning skill. These days, technologies have changed the educational model and access to information. Knowledge is available online, mostly free, and easily accessible. Reading, sharing, listening and, doing are currently necessary skills for education. Mobile devices have become a complete set of applications, support, and help for educational organizations. By conducting an analysis of the behavior and use of mobile devices on current students, efficient educational applications can be developed. Although there are several initiatives for the use of mobile learning in education, there are also issues linked to this technology that must be addressed. In this work, we present the results of a literature review of mobile learning; the findings described are the result of the analysis of several articles obtained in three scientific repositories. This work also lists certain issues that, if properly addressed, can avoid possible complications to the implementation of this technology in education.

Keywords: mobile learning; learning; education; mobile education; technologies



Citation: Criollo-C, S.; Guerrero-Arias, A.; Jaramillo-Alcázar, Á.; Luján-Mora, S. Mobile Learning Technologies for Education: Benefits and Pending Issues. *Appl. Sci.* **2021**, *11*, 4111. <https://doi.org/10.3390/app11094111>

Academic Editor:
Carlos Alario-Hoyos

Received: 26 March 2021
Accepted: 16 April 2021
Published: 30 April 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

The digital revolution is transforming education by using information and communication technologies (ICTs) to improve students' learning outcomes. In the last 50 years, changes can be seen in every area of society, such as culture, entertainment, and social interaction. However, the current educational model is very similar to how it was back then [1].

Although there is evidence of the negative impact Internet access, social networks, and the use of mobile devices could cause in current education [2], the use of mobile technologies is gaining ground in education [3]. Due to the characteristics of mobile devices, and the inexperience of teachers and educational institutions, students may experience distractions in their learning and may be involved in inefficient educational methodologies [4]. Digital revolution is transforming these educational models, involving students, teachers, and educational institutions in this process [5]. The appropriate use of digital technologies and a pedagogical approach in the design of learning models could generate an improvement in the learning results of the students [6].

Nowadays, learning using portable digital devices, such as mobile learning (m-learning), expands into all daily activities that are related to acquiring knowledge. The study of educational innovations has become increasingly important in educational research [7]. Mobile devices, clearly, are growing faster than the world's population. Cisco,

9 Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping

Referencia:

Criollo-C, S., Moscoso-Zea, O., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping. *IEEE Access*, 9, 66462-66476.

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9417168>
- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076148>

Temas a los que aporta:

- O2. Analizar las principales dimensiones que involucra la innovación educativa utilizando dispositivos móviles en el apoyo al aprendizaje.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping

SANTIAGO CRIOLLO-C¹, OSWALDO MOSCOSO-ZEA², ANDREA GUERRERO-ARIAS³,
ÁNGEL JARAMILLO-ALCAZAR¹, AND SERGIO LUJÁN-MORA⁴

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de Las Américas, Quito 170125, Ecuador
²Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito 170509, Ecuador
³Departamento EGB/BGU, Jezreel International Christian Academy, Quito 170520, Ecuador
⁴Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, Spain

Corresponding author: Santiago Criollo-C (luis.criollo@udla.edu.ec)

This work was supported by the Universidad de Las Américas.

ABSTRACT The study of educational innovations has attracted increasing attention from academics and researchers around the world. Educational innovation proposes the implementation of new approaches or practices that are beneficial and make an impact on individuals or academic communities. The current educational model of many higher education institutions (HEIs) was not designed for this generation of “digital natives”. For this reason, HEIs face the challenge of building teaching strategies that generate meaningful educational experiences. This research seeks to address this issue through a systematic mapping that includes empirical research papers from 2015 to 2020 that study innovations in educational practices using mobile devices. A qualitative and quantitative approach was applied using a four-stage research methodology to evidence innovation in higher education. After employing the selected methodology and applying all the exclusion criteria, 27 papers related to the research topic were identified. Mapping was also performed between the corpus of papers and five dimensions on educational innovation (the purpose of learning, the context of learning, the role of the teacher, the role of the learner, and the evidence of the outcome). The findings reveal that the role of the teacher is the dimension that is least analyzed in innovation initiatives, whereas the most analyzed dimension is the purpose of learning. The goal of this work was to explore and identify educational innovations and unveil uncovered fields of research to generate opportunities for new lines of research in educational innovation.

INDEX TERMS Innovation learning, higher education, m-learning, innovation, systematic mapping.

I. INTRODUCTION

Technological advances of today’s world provide inexpensive, fast, new, accessible, portable and digital technology for learners [1]. All these tools, widgets and new technology allow students to create, own, transform, discuss, discard, share, store, and disseminate ideas, opinions, images, and information, and to create and transform identities and communities, all ubiquitously [1]. In the last decade, information and communication technologies have increased at a rate never seen before [2]. Mobile devices, due to their characteristics of mobility and ubiquity, have become very popular and indispensable in our daily lives [3]. Cisco, in its annual Internet Report (2018-2023) published in March 2020,

forecasts that smartphones will have very accelerated growth. This means that more than 70 % of the world’s population will have a cell phone by 2023 [4]. Mobile technology, in education, has the potential to change the traditional educational paradigm from imposed teaching to cooperative learning [5]. Therefore, the use of mobile devices and their features are transforming and improving current education [6].

Nowadays, learning using mobile devices is linked to almost all knowledge-related activities. Consequently, the use of mobile learning as a strategy for educational innovation is growing at an accelerated rate [7], [8]. The interest shown towards mobile learning has increased in the last years due to the intrinsic characteristics of mobile technology, which are: mobility, ubiquity, interactivity, accessibility, collaboration, utility, privacy, adaptability, portability, multi-platform, flexibility, and universality [9]. Nevertheless, the

The associate editor coordinating the review of this manuscript and approving it for publication was Laxmisha Rai.

10 Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language

Referencia:

Criollo-C, S., Lema, M., Gonzalez, M. S., Jaramillo-Alcázar, A., Guerrero-Arias, A., y Luján-Mora, S. (2021). Exploring the Technological Acceptance of a Mobile Learning Tool Used in the Teaching of an Indigenous Language. *PeerJ Computer Science*, 7, e550.

Disponible en:

- <https://peerj.com/articles/cs-550/>
- <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.550>

Temas a los que aporta:

- O3. Analizar la aceptación del uso de dispositivos móviles en la educación por parte de los estudiantes.



Exploring the technological acceptance of a mobile learning tool used in the teaching of an indigenous language

Santiago Criollo-C¹, Mayron Lema¹, Mario Salvador Gonzalez¹,
Angel Jaramillo-Alcázar¹, Andrea Guerrero-Arias² and Sergio Luján-Mora³

¹ Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad de Las Américas, Quito, Pichincha, Ecuador

² Department EGB/BGU, Jezreel International Christian Academy, Quito, Pichincha, Ecuador

³ Department of Software and Computing Systems, Universidad de Alicante, Alicante, Spain

ABSTRACT

Language is the primordial element for cultural transfer in indigenous communities; if it is not practiced, there is a risk of losing it and with it, a large part of the history of a community. Ecuador is a multicultural and multiethnic country with 18 indigenous peoples. Currently, in this country, some native languages are at risk of disappearing due to factors such as racial discrimination, underestimation of the language, and, above all, the lack of interest and motivation of the new generations to learn this language. Information technologies have made it possible to create mobile applications such as games, dictionaries, and translators that promote the learning of the Kichwa language. However, the acceptance of technology has not been evaluated, nor the intention to involve mobile devices in the process of teaching this language. Subsequently the objective of this work is to explore the acceptance of technology and the use of mobile devices to motivate the learning of the Kichwa language. For this purpose, the mobile application “Otavalo Rimay” was used with several students of a Kichwa language learning center. The methodology used to verify the hypothesis of this work was Design Sciences Research (DSR) together with the theory of acceptance and use of technology (UTAUT). The instrument used for this evaluation was a survey carried out after the use of the mobile application. The statistical analysis of the results obtained indicates characteristics such as the utility and perceived ease of use, positively influence students to motivate the use of mobile devices in learning a language. The results also show the great technological acceptance by students for learning and confirm that currently, mobile learning is accepted for use in education.

Submitted 25 February 2021

Accepted 27 April 2021

Published 3 June 2021

Corresponding author

Santiago Criollo-C,
luis.criollo@udla.edu.ec

Academic editor

Shadi Aljawarneh

Additional Information and
Declarations can be found on
page 23

DOI 10.7717/peerj-cs.550

© Copyright
2021 Criollo-C et al.

Distributed under
Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Subjects Computer Education, Emerging Technologies, Mobile and Ubiquitous Computing

Keywords Mobile learning, m-learning, Mobile applications, Mobile devices, Kichwa, Learning, Education, Mobile app, DSR, UTAUT Model

INTRODUCTION

Indigenous peoples live in all regions of the world and occupy approximately 22% of Earth's surface (Unesco, 2018). In Ecuador, 18 indigenous peoples live together with different traditions and worldviews. However, at present, due to various social, cultural and economic factors, cultural heritage of these peoples is slowly disappearing (Robles-Bykbaev et al., 2018). Kichwa is one of the 14 ancestral languages spoken in Ecuador, and

How to cite this article Criollo-C S, Lema M, Gonzalez MS, Jaramillo-Alcázar A, Guerrero-Arias A, Luján-Mora S. 2021. Exploring the technological acceptance of a mobile learning tool used in the teaching of an indigenous language. *PeerJ Comput. Sci.* 7:e550 <http://doi.org/10.7717/peerj-cs.550>

11 Towards a New Learning Experience Through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education

Referencia:

Criollo-C, S., Abad-Vásquez, D., Martic-Nieto, M., Velasqu ez-G, F. A., Pérez-Medina, J.-L., y Luján-Mora, S. (2021). Towards a New Learning Experience Through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11), 4921.

Disponible en:

- <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/11/4921>
- <https://doi.org/10.3390/app11114921>

Temas a los que aporta:

- O4. Analizar el rendimiento académico derivado del aprendizaje utilizando una metodología con tecnología móvil.

Article

Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education

Santiago Criollo-C ^{1,*}, David Abad-Vásquez ¹, Marjan Martic-Nieto ¹, Fausto Andrés Velásquez-G ¹,
Jorge-Luis Pérez-Medina ¹ and Sergio Luján-Mora ²

¹ Escuela de Ingeniería en Tecnologías de la Información, FICA, Universidad de Las Américas, Quito 170125, Ecuador; david.abad@udla.edu.ec (D.A.-V.); marjan.martic@udla.edu.ec (M.M.-N.); fausto.velasquez@udla.edu.ec (F.A.V.-G.); jorge.perez.medina@udla.edu.ec (J.-L.P.-M.)

² Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, 03690 Alicante, Spain; sergio.lujan@ua.es

* Correspondence: luis.criollo@udla.edu.ec; Tel.: +593-98-471-1052

Abstract: With the rise of information technology and digitization, education has been faced with the need to adopt new learning models using technology to create innovative educational methodologies. In addition, due to pandemic restrictions and in order to help contain the spread of the virus (COVID-19), all educational institutions have been forced to switch immediately to online education. The application of augmented reality (AR) in education provides important benefits, such as increased engagement and interactivity, and can help to minimize the negative effects of the disruption of face-to-face education. Therefore, this paper focuses on describing the effect of an augmented reality mobile application (NetAR) that was developed for engineering students as a complement to traditional education. To achieve this objective, an experimental group and a control group were established to work with the application for three weeks for three hours a day. Moreover, there are a number of usability issues with AR that may impact learning effectiveness and motivation. Therefore, the usability of the application was evaluated with the IBM Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) tool. The usability results show that users are satisfied with NetAR, and the statistical data from the control group indicate that the application positively affects learning.

Keywords: mobile applications; augmented reality; education; mobile learning; m-learning; innovative learning; learning models; usability



Citation: Criollo-C, S.; Abad-Vásquez, D.; Martic-Nieto, M.; Velásquez-G, F.A.; Pérez-Medina, J.-L.; Luján-Mora, S. Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education. *Appl. Sci.* **2021**, *11*, 4921. <https://doi.org/10.3390/app11114921>

Academic Editor:
Carlos Alario-Hoyos

Received: 30 March 2021
Accepted: 24 May 2021
Published: 27 May 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

Currently, the development of technology and the computational capacity of devices has allowed the creation of innovative technological tools such as augmented reality (AR) and virtual reality (VR) [1]. AR is a concept that has been developing since the beginning of the 1900s and is defined as the superimposition of virtual elements in a real environment [2]. AR systems superimpose on the real world other meaningful 3D virtual elements so that the user can interact with them [3]. When using AR, one never loses contact with the real world and, at the same time, one can interact with all the overlapped virtual information [4,5].

In recent years, there has been a proliferation of information technologies, which contribute to society's efficient use of natural resources, ensuring more sustainable lifestyles and educational models [6]. Current learning processes should be supported by these educational models, which should promote the delivery of digitized educational information [7]. AR together with mobile learning can be the answer to this new educational model and, due to its characteristics, can facilitate understanding of educational content and increase students' motivation and interest [8].

This technology has three main characteristics: it combines the real and the virtual, it interacts in real time, and it can be executed in three dimensions [9]. AR has been used in a

Parte III
CONCLUSIONES



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

12 Conclusiones

Las características más importantes que proporcionan los dispositivos móviles y que pueden usarse para apoyar el aprendizaje son: portabilidad, colaboración, ubicuidad, utilidad y percepción y aceptación. Cada una de estas características y sus aplicaciones son el marco de referencia para futuras investigaciones en el tema del aprendizaje a través de estos dispositivos. Si bien las ventajas de utilizar el m-learning en la educación superior son claras, existen ciertos factores que inciden directamente en la adopción y uso de dispositivos móviles. Por ejemplo, la usabilidad, el tamaño de la pantalla, la potencia de procesamiento limitada y la capacidad de entrada reducida son algunas de las barreras para la aceptación de la tecnología móvil. Algunas instituciones educativas prohíben el uso del dispositivo móvil, ya que las redes sociales pueden crear distracciones dentro del aula o los profesores no están familiarizados con las nuevas tendencias tecnológicas en educación. Otras limitaciones que deben superarse son los costos asociados a los dispositivos móviles y la incompatibilidad de sistemas operativos entre varios dispositivos. Tanto las ventajas como las limitaciones de los dispositivos móviles han generado un debate en los últimos años sobre la tecnología móvil y la posibilidad de utilizarla en el ámbito educativo.

Uno de los principales problemas de los dispositivos móviles es su pequeño tamaño (pequeñas interfaces de entrada y salida). Pero estas características de portabilidad hacen que los dispositivos móviles sean muy utilizados en entornos educativos prácticos, donde los alumnos los eligen debido a su fácil adaptación a su bolsillo. Aunque los dispositivos móviles brindan comodidades a la vida diaria de las personas, también asocian, en ciertos casos, un patrón de uso adictivo que implica resultados negativos (pérdida de control, relevancia cognitiva, regulación del estado de ánimo). Mucho más, el uso de dispositivos móviles puede resultar en experiencias negativas para los estudiantes, debido a las características de usabilidad de las herramientas tecnológicas. Es importante tener capacitación en el uso adecuado de la TI y los dispositivos móviles para mejorar las competencias de los profesores y los alumnos y evitar estas malas experiencias.

A pesar de las limitaciones, desventajas, problemas y barreras detalladas a lo largo de esta investigación, las iniciativas para promover el aprendizaje utilizando dispositivos móviles en todos los niveles educativos aumentan día a día. La tecnología de vanguardia y la penetración actual de los dispositivos móviles indican que en el futuro, el aprendizaje utilizando dispositivos móviles ya no será una opción. El uso de estas tecnologías para apoyar el aprendizaje será una necesidad en un sistema educativo moderno. Actualmente, los dispositivos móviles juegan un papel cada vez más importante en el desarrollo de métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior.

12 Conclusiones

Mediante el uso de la tecnología móvil, los estudiantes pueden acceder y utilizar fácil y rápidamente los recursos de aprendizaje en cualquier momento y lugar. Si analizamos las desventajas, limitaciones, problemas y barreras, en un entorno de educación móvil, debe entenderse que un despliegue de esta tecnología no puede limitarse a comprar y operar dispositivos móviles. Es necesario tener en cuenta los factores críticos para abordar un correcto diseño y despliegue de la tecnología móvil. Este desafío debe abordarse con la colaboración de todas las partes interesadas y comprometidas con el desarrollo de una nueva forma de transmitir y adquirir conocimiento. La retroalimentación, el aprendizaje y la mejora continua son esenciales para enfrentar los desafíos que nos permiten implementar tecnología móvil que respalde la educación superior. El desafío no es solo desarrollar nuevas tecnologías innovadoras con dispositivos móviles, sino también crear una nueva cultura de aprendizaje y transmisión de información.

Además, la investigación generó indicadores que muestran la importancia de medir el impacto del uso en los docentes y estudiantes al abordar los nuevos enfoques pedagógicos necesarios, debido a la variedad de dispositivos, funcionalidad, sistemas operativos y acceso a herramientas digitales. El uso de dispositivos móviles y las nuevas tecnologías de la información y comunicación, tanto por parte de estudiantes como de profesores, genera cambios significativos y nuevas formas de generar conocimiento. Las IES deben transformar marcos que permitan a los alumnos, así como a los profesores, asimilar el aprendizaje móvil como un mecanismo de compartir conocimientos teóricos y prácticos para la entrega de conocimientos y la búsqueda de resultados académicos.

Las generaciones actuales de estudiantes han cambiado radicalmente, estos ya no son las personas para las que se diseñaron los sistemas educativos. El uso de estas tecnologías móviles debe ser posible para los usuarios sin necesidad de leer ningún tipo de manual, es decir, debería ser fácil. Además, la experiencia adquirida en el uso de estos dispositivos debería ser enriquecedora y muy interesante. La función de movilidad puede orientar y apoyar a los actores clave de la educación (estudiantes y profesores) en situaciones de aprendizaje nuevas y desafiantes, cuando y donde sea necesario.

El uso de tecnologías móviles coloca al alumno en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, por lo que el docente es solo el mediador entre contenidos y conocimientos. Evidentemente, la tecnología móvil permite la inclusión de múltiples modelos de aprendizaje, logrando así involucrar a los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje. El uso adecuado de la tecnología móvil en la innovación educativa podría transformar el mundo académico. Esta práctica innovadora y en muchos escenarios disruptiva puede cambiar la práctica tradicional y restringir el control a las instituciones educativas para involucrar al estudiante en su proceso de formación académica. Está comprobado que estos escenarios generan compromiso y motivación en los estudiantes, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico y resultados de aprendizaje.

A pesar de todos los beneficios que ofrecen los dispositivos móviles en la educación actual, éstos pueden causar dificultades en el momento de utilizarlos en el aula de clase, debido a la distracción por la inmediatez de acceso a la web y a redes sociales. Por esta razón es importante que los docentes planifiquen su hora de clase de manera anticipada, y si en algún momento no es necesaria la utilización de los dispositivos, estos deben ser apagados o guardados. De esta manera se evita la distracción por cualquier actividad que no este relacionada con el contexto académico. Hay que tener en consideración que

las fuentes de información que se encuentran en la web son muy extensas. Esto puede causar confusión en los alumnos, debido a cantidad inútil de información (términos, definiciones y conceptos) a la que se ven expuestos. Para evitar este problema, el docente debería presentar fuentes de acceso a información que este relacionada con la actividad a ser desarrollada para lograr los retos u objetivos de aprendizaje en las diferentes asignaturas. Además, la seguridad de la información perteneciente a los alumnos debe tomarse con responsabilidad, para ello se deben crear políticas que garanticen la privacidad de los datos sensibles a accesos no autorizados.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Trabajo futuro

Que el conocimiento está en continuo desarrollo no es ningún secreto. Tampoco lo es que las tecnologías digitales están transformando todos los procesos de aprendizaje existentes. Los dispositivos móviles eliminan las limitaciones existentes de tiempo o espacio para la adquisición de nuevos conocimientos. Es por ello que el trabajo futuro debería centrarse en crear iniciativas de generación de contenido que sean verdaderamente educativas y que realmente apoyen la educación. Por estas razones, deben realizarse esfuerzos para integrar adecuadamente el aprendizaje con los dispositivos móviles en la educación formal. En este contexto, los hallazgos de este estudio pueden ayudar a investigadores y profesionales a diseñar mejores experiencias educativas basadas en las características individuales de cada dispositivo portátil.

Además, la educación basada en dispositivos móviles está centrada en el estudiante, eso quiere decir que el aprendizaje puede personalizarse de acuerdo a las necesidades educativas existentes. Esto abre un abanico de posibilidades para futuras investigaciones en el aprendizaje personalizado y el aprendizaje a lo largo de la vida (*lifelong learning*). Es por esta razón que la versatilidad de esta tecnología móvil puede ser explotada en varios contextos académicos formales o informales. Además, sería muy enriquecedor que futuros investigadores tomen en cuenta, no solo la innovación en la educación superior, sino también en la educación básica e intermedia.

Es de vital importancia que en futuras investigaciones se incluya el tema de la accesibilidad y la usabilidad en la creación de aplicaciones educativas para dispositivos móviles. A pesar de la cantidad de soluciones y aplicaciones de aprendizaje con dispositivos móviles, muchas de ellas solo funcionan en dispositivos portátiles específicos. Esto puede aumentar las barreras en la adopción de la tecnología móvil en las instituciones educativas. Lo dicho anteriormente abre nuevos paradigmas emergentes que deben tenerse en cuenta para futuras investigaciones, en las cuales los estudiantes puedan elegir una aplicación independientemente del dispositivo móvil o su sistema operativo.

Además, un nuevo campo de investigación podría estar basado en definir nuevas metodologías para el diseño y creación de recursos educativos abiertos (REA) y su integración con los recursos educativos móviles. Esto permitiría enriquecer el conocimiento que tiene el campo de la tecnología educativa, y del uso que tiene el Internet como una herramienta de búsqueda que facilite y apoye el acceso a los REA y los recursos móviles.

Existen posibilidades futuras para el análisis avanzado del uso de dispositivos móviles a través de técnicas cuantitativas que involucran análisis estadístico descriptivo, correlacional y multivariado. También se debería examinar el impacto de los factores situacionales que podría impactar en la eficacia del aprendizaje efectivo con dispositivos

móviles en los estudiantes.

Otro tema de investigación futura sería analizar la efectividad del rendimiento en el aprendizaje de los estudiantes a través del uso de dispositivos móviles. Para ello se puede utilizar una fuente de información permanente, es decir, analizar el rendimiento y sus calificaciones en un período académico completo (un semestre o un año). Además, sería de gran interés analizar cuantitativamente la dinámica del aprendizaje utilizando dispositivos móviles y el impacto en los resultados de aprendizaje de los alumnos en un contexto local y comparar estos resultados con las prácticas globales existentes.

Las futuras investigaciones deberían identificar las razones de la resistencia al uso de los dispositivos móviles en la educación actual. Esto debería enfocarse desde el punto de vista de los involucrados, maestros, instituciones educativas y estudiantes. Este trabajo serviría como una guía y apoyo para la construcción de pedagogías educativas bien diseñadas y fáciles de utilizar. Además, los resultados podrían aumentar la confianza, junto con oportunidades adicionales que involucren a los dispositivos móviles en los contextos educativos actuales.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

APÉNDICES



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

A Otros artículos

Este apéndice presenta los trabajos realizados durante el transcurso del doctorado, estos trabajos también apoyan la investigación y guardan una línea específica en relación al tema. En el primer trabajo se exploró la aceptación que tienen los estudiantes respecto la gamificación de la educación utilizando una herramienta móvil gratuita. Este trabajo fue presentado en un congreso científico y es un capítulo del libro “Mobile Technologies and Applications for the Internet of Things”.

En el segundo trabajo se analizó los dispositivos portátiles/vestibles utilizando dos modelos de seguridad (DREAD, STRIDE). Los dispositivos móviles utilizan cada vez más otros dispositivos denominados vestibles para crear un entorno de red colaborativo. Es por esta razón que se analizó las posibles vulnerabilidades y amenazas que pueden materializarse en estas redes colaborativas. Este trabajo fue presentado en un congreso científico y es un capítulo del libro “Artificial Intelligence, Computer and Software Engineering Advances”.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

B Encouraging Student Motivation Through Gamification in Engineering Education

Cita:

Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2019). Encouraging Student Motivation Through Gamification in Engineering Education. En *Proceedings Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 909, pp. 204-211).

Disponible en:

- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-11434-3_24
- https://doi.org/10.1007/978-3-030-11434-3_24

Temas a los que aporta:

- O2. Analizar las principales dimensiones que involucra la innovación educativa utilizando dispositivos móviles en el apoyo al aprendizaje.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Encouraging Student Motivation Through Gamification in Engineering Education

Santiago Criollo-C¹(✉) and Sergio Luján-Mora²(✉)

¹ Universidad de las Américas, Quito, Ecuador
Luis.criollo@udla.edu.ec

² University of Alicante, Alicante, Spain
sergio.lujan@ua.es

Abstract. At present, there is a wide variety of teaching methods and educational strategies mediated by technology: e-learning, m-learning, b-learning, gamification, flipped classroom, bring your own devices (BYOD), etc. This methodological variety creates an important student-participation space where challenges, problem solving and collaboration are put to the testing. Due to the need for communication, portability and ubiquity, several of these methods use mobile devices to achieve their goal. Laptops, smartphones and tablets, with access to wireless networks, can be used to improve teacher–student interaction and thereby stimulate students’ motivation, participation and active learning. Gamification is a teaching-learning strategy, which incorporates knowledge based on games that can support and mostly motivate the work of students and teachers. This document presents the results of a study using the Kahoot Platform, which is a web service of social and gamified education learning, in order to create evaluations changed into games of knowledge and competition among students. When it is used as a questionnaire, it challenges users to answer the questions posed, with a controlled response time, accumulated points, badges and a podium with the first five places. This leads to an active and dynamic learning due to the strong playful component, competitive and teamwork. The results of the research indicate that students improved participation and motivation in classes, besides checking that they had better results when working with mobile devices. These data will allow to analyze future perspectives about the use of the learning platform based on games as an assistance in the teaching-learning process.

Keywords: Active learning · Dynamic learning · Gamification · Games · M-learning · Mobile learning

1 Introduction

Currently, information and communication technologies have produced significant changes in society, which must adapt to new ways of doing things. These changes affect the daily life of people, transform society, commerce, entertainment, communications, etc. Education systems are not unresponsive to the technological changes that happen every day and they must also respond with new teaching strategies. Students of the current generation are very passive since they are mostly accustomed to receiving

C Wearable Devices Information Security: An Overview

Cita:

Brichetto, A., Criollo-C, S., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). Wearable Devices Information Security: An Overview (Vol. 1326). Disponible en:

- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-68080-0_24
- https://doi.org/10.1007/978-3-030-68080-0_24

Temas a los que aporta:

- O.1 Realizar una revisión de literatura que identifique los principales beneficios, ventajas, barreras, desventajas y problemas derivados del uso de dispositivos móviles en la educación actual.
- O2. Analizar las principales dimensiones que involucra la innovación educativa utilizando dispositivos móviles en el apoyo al aprendizaje.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Wearable Devices Information Security: An Overview

Angelo Brichetto¹, Santiago Criollo-C¹(✉), Ángel Jaramillo-Alcázar¹,
and Sergio Luján-Mora²

¹ Facultad de Ingeniería Y Ciencias Aplicadas, Universidad de Las Américas,
Quito 170125, Ecuador

`luis.criollo@springer.com`

² Department of Software and Computing Systems, University of Alicante,
03690 Alicante, Spain

Abstract. Wearable technology has become a subject of research and analysis. However, the importance of the information carried across these devices incentivizes malicious individuals to look for ways to attack them and intercept such information for various illicit purposes, it makes information security a major concern for users and manufacturers. The purpose of this research is to analyze wearable devices security through different parameters centered on two different models found after a thorough research based on scientific articles, where the authors demonstrate their importance and effectiveness in the analysis of computer security. The first model selected was the DREAD model, which analyzes the Damage, Reproducibility, Exploitability, Affectability, and Discoverability of each attack examined. The second model chosen is the STRIDE model, this one allows to classify attacks within the main categories of threats, which are: denial of services, elevation of privileges, repudiation, among others. The analysis performed shows the injection of code attack as the one that represents a higher level of risk for wearable devices. On the other hand, the threat of information disclosure ends up being to which these devices are most susceptible because it houses the most attacks analyzed.

Keywords: Wearable technology · Information security

1 Introduction

Wearable technology provides the user with friendly and personalized services with multiple information sensors. However, they handle personal and sensitive information. If this data is used by malicious users, it could cause a lot of social problems. Within the security aspect, previous analysis has been conducted on real examples of wearable devices such as Google Glasses, Fitbit devices and Samsung smartwatches. The Google Glasses were the first wearable devices to start the growth of wearable technology. However, there is concern about the vulnerability to privacy of the person who uses them [1]. About Fitbit devices, whose best-known device is the Smart fitness band used on the wrist, it provides measurements of human activity such as number of steps

© The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2021

M. Botto-Tobar et al. (Eds.): CIT 2020, AISC 1326, pp. 316–327, 2021.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-68080-0_24

Referencias

- Abugomhar, M. A., Yunus, K., y Rashid, R. A. (2019). Smartphone Applications as a Teaching Technique for Enhancing Tertiary Learners' Speaking Skills: Perceptions and Practices. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(9), 74–92. doi: 10.3991/ijet.v14i09.10375 (citado en 5)
- Al-Hunaiyyan, A., Alhajri, R. A., y Al-Sharhan, S. (2018). Perceptions and Challenges of Mobile Learning in Kuwait. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30(2), 279–289. doi: 10.1016/j.jksuci.2016.12.001 (citado en 5)
- Almaiah, M. A., Jalil, M. M. A., y Man, M. (2016). Empirical Investigation to Explore Factors that Achieve High Quality of Mobile Learning System Based on Students' Perspectives. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 19(3), 1314–1320. doi: 10.1016/j.jestch.2016.03.004 (citado en 11, 22)
- Alrasheedi, M., y Capretz, L. F. (2013). A Meta-Analysis of Critical Success Factors Affecting Mobile Learning. En *Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering* (pp. 262–267). doi: 10.1109/TALE.2013.6654443 (citado en 15)
- Arabacioglu, S., y Unver, A. O. (2016). Supporting Inquiry Based with Mobile Learning to Enhance Students' Process Skills in Science Education. *Journal Of Baltic Science Education*, 216–231. (citado en 5)
- Baldauf, M., Brandner, A., y Wimmer, C. (2017). Mobile and Gamified Blended Learning for Language Teaching – Studying Requirements and Acceptance by Students, Parents and Teachers in the Wild. En *Proceedings on International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia* (pp. 13–24). doi: 10.1145/3152832.3152842 (citado en 23)
- Baran, E. (2014). A Review of Research on Mobile Learning in Teacher Education. *Educational Technology and Society*, 17(4), 17–32. (citado en 15, 23)
- Beckstead, J. W. (2002). Using Hierarchical Cluster Analysis in Nursing Research. *Western Journal of Nursing Research*, 24(3), 307–319. doi: 10.1177/01939450222045923 (citado en 9)
- Belle, L. J. (2019). An Evaluation of a Key Innovation: Mobile Learning. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 8(2), 39–45. doi: 10.2478/ajis-2019-0014 (citado en 6)
- Bertman, V., Petracca, F., Makunike-Chikwinya, B., Jonga, A., Dupwa, B., Jenami, N., ... Downer, A. (2019). Health Worker Text Messaging for Blended Learning, Peer Support, and Mentoring in Pediatric and Adolescent HIV/AIDS Care: A Case Study in Zimbabwe. *Human Resources for Health*, 17(1), 1–8. doi: 10.1186/

Referencias

- s12960-019-0364-6 (citado en 23)
- Bleustein-Blanchet, M. (2016). Lead the Change. *Training Industry Magazine*, 16 – 41. Descargado de https://www.nxtbook.com/nxtbooks/trainingindustry/tiq_2016spring/index.php#/p/Intro (citado en 3, 6)
- Brichetto, A., Criollo-C, S., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). *Wearable Devices Information Security: An Overview* (Vol. 1326). doi: 10.1007/978-3-030-68080-0_24 (citado en 37)
- Briz-Ponce, L., y García-Peñalvo, F. J. (2015). An Empirical Assessment of a Technology Acceptance Model for Apps in Medical Education. *Journal of Medical Systems*, 39, 176. doi: 10.1007/s10916-015-0352-x (citado en 15, 20, 21, 22)
- Briz-Ponce, L., Pereira, A., Carvalho, L., Juanes-Méndez, J. A., y García-Peñalvo, F. J. (2017). Learning with Mobile Technologies – Students’ Behavior. *Computers in Human Behavior*, 72, 612–620. doi: 10.1016/j.chb.2016.05.027 (citado en 4, 6, 15, 22)
- Burden, K., Kearney, M., Schuck, S., y Hall, T. (2019). Investigating the Use of Innovative Mobile Pedagogies for School-Aged Students: A Systematic Literature Review. *Computers and Education*, 138, 83–100. doi: 10.1016/j.compedu.2019.04.008 (citado en 3, 6, 8, 25, 26)
- Bustillo, J., Rivera, C., Guzmán, J. G., y Ramos Acosta, L. (2017). Benefits of Using a Mobile Application in Learning a Foreign Language. *Sistemas y Telemática*, 15(40), 55–68. doi: 10.18046/syt.v15i40.2391 (citado en 11, 23)
- Caballé, S., y Xhafa, F. (2015). Towards a Notification System for Mobile Devices to Support Collaborative Learning. En *Proceedings International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing* (pp. 70–76). doi: 10.1109/3PGCIC.2015.8 (citado en 11)
- Cai, W., Chi, Y., y Leung, V. C. (2017). Cognitive Gaming. *IT Professional*, 19(4), 55–62. doi: 10.1109/MITP.2017.3051324 (citado en 26)
- Castro, G. G., Domínguez, E. L., Velázquez, Y. H., Matla, M. Y. R., Toledo, C. B. E., y Hernández, S. E. P. (2016). MobiLearn : Context-Aware Mobile Learning System. *IEEE Latin America Transaction*, 14(2), 958–964. (citado en 4, 7)
- Choo, C. C., Devakaran, B., Chew, P. K., y Zhang, M. W. (2019). Smartphone Application in Postgraduate Clinical Psychology Training: Trainees’ Perspectives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 1–11. doi: 10.3390/ijerph16214206 (citado en 6, 10, 23)
- Cisco. (2020). *Annual Internet Report (2018–2023)* (Inf. Téc.). Descargado de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html> (citado en 4)
- Criollo-C, S., Abad-Vásquez, D., Martic-Nieto, M., Velasquez-G, F. A., Pérez-Medina, J.-L., y Luján-Mora, S. (2021). Towards a New Learning Experience through a Mobile Application with Augmented Reality in Engineering Education. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11), 4921. doi: 10.3390/app11114921 (citado en 5, 9, 11, 36)
- Criollo-C, S., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcazar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). Mobile Learning Technologies for Education : Benefits and Pending Issues. *Applied*

- Sciences (Switzerland)*, 11(9), 4111. doi: 0.3390/app11094111 (citado en 7, 8, 12, 14, 35)
- Criollo-C, S., Lema, M., Gonzalez, M. S., Jaramillo-Alcázar, A., Guerrero-Arias, A., y Luján-Mora, S. (2021). Exploring the technological acceptance of a mobile learning tool used in the teaching of an indigenous language. *PeerJ Computer Science*, 7, e550. doi: 10.7717/peerj-cs.550 (citado en 9, 36)
- Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2018). A SWOT Analysis of Bring Your Own Devices in Mobile Learning. En *Proceedings of International Conference on Mobile Learning* (pp. 148–152). (citado en 8, 12, 14, 37)
- Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2019). Encouraging student motivation through gamification in engineering education. En *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 909, pp. 204–211). doi: 10.1007/978-3-030-11434-3_24 (citado en 37)
- Criollo-C, S., y Luján-Mora, S. (2017). M-learning and Their Potential Use in the Higher Education: A Literature Review. En *Proceedings International Conference on Information Systems and Computer Science, INCISCOS* (pp. 268–273). doi: 10.1109/INCISCOS.2017.43 (citado en 4, 6, 7, 23, 36)
- Criollo-C, S., Luján-Mora, S., y Jaramillo-Alcázar, n. (2018). Advantages and disadvantages of m-learning in current education. En *Proceedings IEEE World Engineering Education Conference, EDUNINE*. doi: 10.1109/EDUNINE.2018.8450979 (citado en 6, 8, 11, 12, 14, 36)
- Criollo-C, S., Moscoso-Zea, O., Guerrero-Arias, A., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2021). Mobile Learning as the Key to Higher Education Innovation: A Systematic Mapping. *IEEE Access*, 9, 66462–66476. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3076148 (citado en 5, 8, 10, 23, 35)
- Crompton, H., Burke, D., Gregory, K. H., y Gräbe, C. (2016). The Use of Mobile Learning in Science: A Systematic Review. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 149–160. doi: 10.1007/s10956-015-9597-x (citado en 10)
- Dingli, A., y Seychell, D. (2015). *The new digital natives*. Springer. (citado en 5)
- Dold, C. J. (2016). Rethinking Mobile Learning in Light of Current Theories and Studies. *Journal of Academic Librarianship*, 42(6), 679–686. doi: 10.1016/j.acalib.2016.08.004 (citado en 26)
- Fombona, J., Pascual, M. A., y Ferra, M. P. (2020). Analysis of the Educational Impact of M-learning and Related Scientific Research. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 9(2), 167–180. doi: 10.7821/naer.2020.7.470 (citado en 5, 6)
- Fombona Cadavieco, A., Pascual Sevillano, M., y González Videgaray, M. (2017). M-learning y Realidad Aumentada : Revisión de Literatura Científica en el Repositorio WOS. *Comunicar : revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, XXV(52), 63–72. doi: 10.3916/C52-2017-06 (citado en 21, 22)
- Fountas, S., Espejo-Garcia, B., Kasimati, A., Mylonas, N., y Darra, N. (2020). The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities. *IT Professional*, 22(1), 24–28. doi: 10.1109/MITP.2019.2963412 (citado en 3)
- Gafni, R., Achituv, D. B., y Rachmani, G. J. (2017). Learning Foreign Languages Using Mobile Applications. *Journal of Information Technology Education: Research*,

Referencias

- 16(1), 301–317. doi: 10.28945/3855 (citado en 24)
- Gambo, J. M., Bahreman, N. T., Watties-Daniels, D., Neal, M., y Swoboda, S. M. (2017). Can Mobile Technology Enhance Learning and Change Educational Practice? , *35*(8), 375–380. doi: 10.1097/CIN.0000000000000380 (citado en 6)
- Gao, S. (2011). *High Level Modeling and Evaluation of Multi-channel Services* (Tesis Doctoral, Norwegian University of Science and Technology). Descargado de <http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/phd/gao-phd-2011.pdf> (citado en 26)
- Geddes, S. (2004). Mobile Learning in the 21st Century: Benefit for Learners. En *Knowledge Tree: An E-journal of Flexible Learning in VET* (Vol. 16). (citado en 10)
- Gilbert, B., Wright, B., y Sukittanon, S. (2013). Mobile Authoring and Sharing System for Creating Learning Materials. En *Proceedings IEEE Southeastcon* (pp. 0–3). doi: 10.1109/SECON.2013.6567478 (citado en 11)
- Gower, J. C. (1971). A General Coefficient of Similarity and some of its Properties. *International Biometric Society*, *27*(4), 857–871. (citado en 9, 16)
- Hamidi, H., y Chavoshi, A. (2018). Analysis of the Essential Factors for the Adoption of Mobile Learning in Higher Education: A Case Study of Students of the University of Technology. *Telematics and Informatics*, *35*(4), 1053–1070. doi: 10.1016/j.tele.2017.09.016 (citado en 10, 12, 21)
- Harfoushi, O. (2017). Influence of Cloud Based Mobile Learning Applications on User Experiences: A Review Study in the Context of Jordan. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *11*(4), 202–211. doi: 10.3991/ijim.v11i4.6938 (citado en 11)
- Hashemi, M., Azizinezhad, M., Najafi, V., y Nesari, A. J. (2011). What is Mobile Learning? Challenges and Capabilities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *30*, 2477–2481. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.10.483 (citado en 5)
- Haubruck, P., Nickel, F., Ober, J., Walker, T., Bergdolt, C., Friedrich, M., ... Tanner, M. C. (2018). Evaluation of App-Based Serious Gaming as a Training Method in Teaching Chest Tube Insertion to Medical Students: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, *20*(5), 1–16. doi: 10.2196/jmir.9956 (citado en 23)
- Heflin, H., Shewmaker, J., y Nguyen, J. (2017). Impact of Mobile Technology on Student Attitudes, Engagement, and Learning. *Computers and Education*, 91–99. (citado en 4, 7, 23)
- Hegarty, B., y Thompson, M. (2019). A Teacher’s Influence on Student Engagement: Using Smartphones for Creating Vocational Assessment ePortfolios. *Journal of Information Technology Education: Research*, *18*, 113–159. doi: 10.28945/4244 (citado en 4)
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., y Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *Management Information Systems*, *28*, 75–105. doi: 10.2307/25148625 (citado en 16)
- Hsu, Y. C., y Ching, Y. H. (2013). Mobile COmputer-Supported Collaborative Learning: A Review of Experimental Research. *British Journal of Educational Technology*, *44*(5), 2011–2014. doi: 10.1111/bjet.12002 (citado en 6)

- Kadar, J. A., Napitupulu, D., y Jati, R. K. (2017). Analysis of Factors Influencing the Quality of Intranet Website Based on WebQual Approach Case Study in Agency X. En *Proceedings on International Conference on Science in Information Technology, ICSITech* (pp. 526–532). doi: 10.1109/ICSITech.2017.8257169 (citado en 9)
- Kaiiali, M., Ozkaya, A., Altun, H., Haddad, H., y Alier, M. (2016). Designing a Secure Exam Management System (SEMS) for M-Learning Environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(3), 258–271. doi: 10.1109/TLT.2016.2524570 (citado en 10, 23)
- Kali, Y., Sagy, O., Kuflik, T., Mogilevsky, O., y Maayan-Fanar, E. (2015). Harnessing technology for Promoting Undergraduate Art Education: A Novel Model that Streamlines Learning Between Classroom, Museum, and Home. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1), 5–17. doi: 10.1109/TLT.2014.2365810 (citado en 3, 23)
- Karjo, C. H., y Andreani, W. (2018). Learning Foreign Languages With Duolingo and Memrise. En *Proceedings on International Conference on Distance Education and Learning* (pp. 109–112). doi: 10.1145/3231848.3231871 (citado en 23)
- Kassab, M., Defranco, J. F., y Voas, J. (2018). Smarter Education. *IT Professional*, 20(5), 20–24. doi: 10.1109/MITP.2018.053891333 (citado en 3)
- Kearney, M., Burden, K., y Schuck, S. (2018). Disrupting Education Using Smart Mobile Pedagogies. *Didactics of Smart Pedagogy: Smart Pedagogy for Technology Enhanced Learning*, 139–157. doi: 10.1007/978-3-030-01551-0_7 (citado en 3, 25)
- Koç, T., Turan, A. H., y Okursoy, A. (2016). Acceptance and Usage of a Mobile Information System in Higher Education: An Empirical Study with Structural Equation Modeling. *International Journal of Management Education*, 14(3), 286–300. doi: 10.1016/j.ijme.2016.06.001 (citado en 26)
- Korbage, A. C., y Bedi, H. S. (2012). Mobile Technology in Radiology Resident Education. *Journal of the American College of Radiology*, 9(6), 426–429. doi: 10.1016/j.jacr.2012.02.008 (citado en 23)
- Kozma, R. B. (2003). A Framework for ICT Policies to Transform Education. En *Transforming Education: The Power of ICT Policies*. the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (citado en 8, 25)
- Krull, G., y Duarte, J. M. (2017). Research Trends in Mobile Learning in Higher Education: A Systematic Review of Articles (2011 - 2015). *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 18(7), 1–23. doi: 10.19173/irrodl.v18i7.2893 (citado en 6)
- Kukulka-Hulme, A., y Viberg, O. (2018). Mobile Collaborative Language Learning: State of the Art. *British Journal of Educational Technology*, 49(2), 207–218. doi: 10.1111/bjet.12580 (citado en 5)
- Lan, Y. J., Sung, Y. T., y Chang, K. E. (2007). A Mobile-Device-Supported Peer-Assisted Learning System for Collaborative Early EFL Reading. *Language Learning and Technology*, 11(3), 130–151. (citado en 26)
- Law, N. (2004). Teachers and Teaching Innovations in a Connected World. En *World Yearbook of Education 2004* (p. 19). Routledge. (citado en 8, 26)

Referencias

- Law, N., Chow, A., y Yuen, A. H. K. (2005). Methodological Approaches to Comparing Pedagogical Innovations Using Technology. *Education and Information Technologies*, 10(1-2), 7–20. doi: 10.1007/s10639-005-6744-7 (citado en 3, 7, 8, 25)
- Lee, V. W., Hodgson, P., Chan, C. S., Fong, A., y Cheung, S. W. (2020). Optimising the Learning Process with Immersive Virtual Reality and Non-Immersive Virtual Reality in an Educational Environment. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*(1), 21–35. doi: 10.1504/IJMLO.2020.103908 (citado en 24)
- Lewis, J. R. (1995). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57–78. doi: 10.1080/10447319509526110 (citado en 9, 27)
- Liu, Li, H., y Carlsson, C. (2010). Factors Driving the Adoption of M-learning: An Empirical Study. *Computers and Education*, 55(3), 1211–1219. doi: 10.1016/j.compedu.2010.05.018 (citado en 4, 20)
- Liu, Lin, Y. C., Tsai, M. J., y Paas, F. (2012). Split-Attention and Redundancy Effects on Mobile Learning in Physical Environments. *Computers and Education*, 58(1), 172–180. doi: 10.1016/j.compedu.2011.08.007 (citado en 26)
- Madani, H. H., Ayed, L. J. B., Jemni, M., y Sampson, D. G. (2013). Towards Accessible and Personalized Mobile Learning for Learners with Disabilities. En *International Conference on Information and Communication Technology and Accessibility*. doi: 10.1109/ICTA.2013.6815319 (citado en 11)
- McQuiggan, S., Kosturko, L., McQuiggan, J., y Sabourin, J. (2014). *Mobile learning*. John Wiley & Sons. doi: 10.1017/CBO9781139519526.030 (citado en 3, 6)
- Mesko, B. (2020). Digital Health Technologies and Well-Being in the Future. *IT Professional*, 22(1), 20–23. doi: 10.1109/MITP.2019.2963121 (citado en 4)
- Mioduser, D., Nachmias, R., Tubin, D., y Forkosh-baruch, A. (2003). Analysis Schema for the Study of Domains and Levels of Pedagogical Innovation in Schools Using ICT. *Education and Information Technologies*, 8((1)), 22–36. doi: 0.1023/A:1023922207476 (citado en 8, 26)
- Morris, N. P., Lambe, J., Ciccone, J., y Swinnerton, B. (2016). Mobile Technology: Students Perceived Benefits of Apps for Learning Neuroanatomy. *Journal of Computer Assisted Learning*(5), 430–442. doi: 10.1111/jcal.12144 (citado en 11, 15)
- Moscoso-Zea, O., Saa, P., y Luján-Mora, S. (2019). Evaluation of ALgorithms to Predict Graduation Rate in Higher Education Institutions by Applying Educational Data Mining. *Australasian Journal of Engineering Education*, 24(1), 4–13. doi: 10.1080/22054952.2019.1601063 (citado en 5, 6)
- Mou, J., Shin, D. H., y Cohen, J. (2014). A Longitudinal Study of Trust and Perceived Usefulness in Consumer Acceptance of an Service: the Case of Online Health Services. En *PACIS*. doi: 10.1080/0144929X.2016.1203024 (citado en 26)
- Nechypurenko, P. P., Starova, T. V., Selivanova, T. V., Tomilina, A. O., y Uchitel, A. D. (2018). Use of Augmented Reality in Chemistry Education. En *Augmented reality in education* (Vol. 2257, pp. 15–23). (citado en 5)
- Neufeld, P. G., y Delcore, H. D. (2018). Situatedness and Variations in Student.

- Journal of Information Technology Education: Research*, 17(17), 1–38. (citado en 24)
- Nitsche, K. (2013). Acceptance of Mobile, Classroom-Bound E-Learning Systems from the Perspective of Students and Lectures. En *Proceedings IEEE 13th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 508–509). IEEE. doi: 10.1109/ICALT.2013.166 (citado en 9)
- Park, S. Y., Nam, M. W., y Cha, S. B. (2012). University Students' Behavioral Intention to Use Mobile Learning: Evaluating the Technology Acceptance Model. *British Journal of Educational Technology*, 43(4), 592–605. doi: 10.1111/j.1467-8535.2011.01229.x (citado en 15, 20)
- Passey, D. (2010). Mobile Learning in School Contexts: Can Teachers Alone Make it Happen? *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 68–81. doi: 10.1109/TLT.2009.47 (citado en 15)
- Pimmer, C., Mateescu, M., y Gröhbiel, U. (2016). Mobile and Ubiquitous Learning in Higher Education Settings. A Systematic Review of Empirical Studies. *Computers in Human Behavior*, 63, 490–501. doi: 10.1016/j.chb.2016.05.057 (citado en 26)
- Politi, A., y Metafas, D. (2017). Mobile-Assisted Learning: Designing Class Project Assistant, a Research-Based Educational App for Project Based Learning. En *IEEE Global Engineering Education Conference* (pp. 667–675). doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942918 (citado en 11)
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. (citado en 3, 5)
- Rimale, Z., Benlahmar, E. H., Tragha, A., y El Guemmat, K. (2016). Survey on the use of the mobile learning based on mobile cloud computing. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 10(3), 35–41. doi: 10.3991/ijim.v10i3.5672 (citado en 14)
- Romero-Rodriguez, J. M., Aznar-Diaz, I., Hinojo-Lucena, F. J., y Gomez-Garcia, G. (2020). Mobile Learning in Higher Education: Structural Equation Model for Good Teaching Practices. *IEEE Access*, 8, 91761–91769. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2994967 (citado en 5, 15, 22)
- Sarrab, M. (2013). Exploring Major Challenges and Benefits of M-learning Adoption. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(4), 826–839. doi: 10.9734/bjast/2013/3766 (citado en 7, 26)
- Schuck, S., Aubusson, P., Burden, K., y Brindley, S. (2018). *Uncertainty in Teacher Education Futures*. Springer Nature Singapore. doi: 10.1007/978-981-10-8246-7 (citado en 25)
- Seprilia, D., Handayani, P. W., y Pinem, A. A. (2018). User Acceptance Factors Affecting the Usage of Mobile Learning in Enriching Outside Classroom Learning at High School Level. En *Proceedings International Conference on Informatics and Computing* (pp. 1–6). doi: 10.1109/IAC.2017.8280629 (citado en 11)
- Sharma, S. (2019). Smartphone Based Language Learning Through Mobile Apps. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(4), 8040–8043. doi: 10.35940/ijrte.D6783.118419 (citado en 10, 23)
- Sharma, S., y Kitchens, F. L. (2004). Web Services Architecture for M-Learning.

Referencias

- Electronic Journal on e-Learning*, 2(1), 203–216. (citado en 10)
- Shin, W. S., y Kang, M. (2015). The Use of a Mobile Learning Management System at an Online University and Its Effect on Learning Satisfaction and Achievement. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(3), 110–130. doi: 10.1016/j.compedu.2016.07.003 (citado en 26)
- Shuja, A., Qureshi, I. A., Schaeffer, D. M., y Zareen, M. (2019). Effect of M-learning on Students' Academic Performance Mediated by Facilitation Discourse and Flexibility. *Knowledge Management and E-Learning*, 11(2), 158–200. doi: 10.34105/j.kmel.2019.11.009 (citado en 6, 7, 23)
- Sobral, S. R. (2020). Mobile Learning in Higher Education: A Bibliometric Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(11), 153–170. (citado en 6)
- Stewart, S., y Choudhury, B. (2014). Mobile Technology: Creation and use of an iBook to Teach the Anatomy of the Brachial Plexus. *Anatomical Sciences Education*, 8(5), 429–437. doi: 10.1002/ase.1501 (citado en 23)
- Suarez, D., Criollo-C, S., Jaramillo-Alcázar, Á., y Luján-Mora, S. (2019). Wearable Devices, the Next Generation of Mobile Devices: Main Features and Uses. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, 200–214. (citado en 35)
- Tinmaz, H., y Lee, J. H. (2019). A Perceptual Analysis of BYOD (Bring Your Own Device) for Educational or Workplace Implementations in a South Korean Case. *Participatory Educational Research*, 6(2), 51–64. (citado en 3)
- Traxler, J. (2016). Inclusion in an Age of Mobility. *Research in Learning Technology*, 24. doi: 10.3402/rlt.v24.31372 (citado en 3, 6, 25)
- Traxler, J., y Kukulska-Hulme, A. (2015). *Mobile Learning The Next Generation*. Routledge. doi: 10.4324/9780203076095 (citado en 3, 6)
- UNESCO. (2018). *Skills for a Connected World: Mobile Learning Week* (Inf. Téc.). Descargado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265893> (citado en 4, 23)
- UNESCO. (2021). *World Conference on Higher Education*. Descargado de <https://en.unesco.org/news/world-higher-education-conference-2021> (citado en 4, 5)
- Valenzuela-Valdés, J. F., Pardo, P. J., Padilla, P., y Lozano-Guerrero, A. J. (2016). Low Cost Ubiquitous Context-Aware Wireless Communications Laboratory for Undergraduate Students. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1), 31–36. doi: 10.1109/TLT.2015.2438864 (citado en 7, 21, 24)
- Velev, D. G. (2014). Challenges and Opportunities of Cloud-Based Mobile Learning. *International Journal of Information and Education Technology*, 4(1), 49–53. doi: 10.7763/ijiet.2014.v4.367 (citado en 15)
- Wang, X., Van Elzaker, C. P., y Kraak, M. J. (2017). Conceptual Design of a Mobile Application for Geography Fieldwork Learning. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11), 17. doi: 10.3390/ijgi6110355 (citado en 24)
- Yu, C. H. (2005). Test–Retest Reliability. En K. Kempf-Leonard (Ed.), *Encyclopedia of social measurement* (pp. 777–784). New York: Elsevier. doi: 10.1016/B0-12-369398-5/00094-3 (citado en 9)

Zheng, W., Pan, H., y Peng, Y. S. (2018). Explore the Ubiquitous Learning on Campus: A Friendship-Based Knowledge Diffusion Approach. *IEEE Access*, 6. doi: 10.1109/ACCESS.2018.2872785 (citado en 21, 24)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante