

Overview of U-Learning. Concepts, Characteristics, Uses, Application Scenarios and Topics for Research

G.A. Moreno, J. A. Jiménez and S.C. Bernal

Abstract— The Information and Communication Technology (ICT) has generated important changes in the education process. This paper presents an overview of u-learning as a paradigm that enriches the teaching and learning process at anytime, anywhere, and with any device. It proposes a new concept, characteristics, uses and application scenarios, and possible topics for research, looking for more reflection and projection in the theme.

Keywords— ubiquitous learning, concept, characteristics, uses, scenarios, research.

I. INTRODUCCIÓN

LAS TECNOLOGÍAS de la información y la comunicación (TIC) tienen un rol importante en contribuir al sistema de educación y las nuevas tecnologías tienen el potencial para transformar como y que aprendemos a través de nuestras vidas. Las nuevas tecnologías digitales hacen posible una “revolución en el aprendizaje” en la educación [1].

A medida que ha evolucionado las TIC, como los sistemas de cómputo, el internet, los sistemas celulares, la web, la televisión interactiva, el incremento de procesamiento y ancho de banda, las redes y sistemas de comunicaciones, la inteligencia artificial, la computación en la nube, entre otros, se han desarrollado diversos modelos para soportar el proceso de enseñanza y aprendizaje, entre ellos entrenamiento basado en computador o *computer-based training* (CBT), e-learning, b-learning, m-learning, y u-learning. La tabla I ilustra un resumen de estos.

TABLA I
RESUMEN MODELOS EDUCATIVOS CON USO DE TIC

MODELO EDUCACIÓN USANDO TIC	RECURSO PRINCIPALMENTE EMPLEADO
CBT	PC + CD-MEDIA
E-LEARNING	PC + INTERNET
M-LEARNING	DISPOSITIVO MÓVIL + INTERNET
T-LEARNING	TV + OPCIONES DE INTERNET
B-LEARNING	ONLINE + INSTRUCCIÓN PRESENCIAL
U-LEARNING	CUALQUIER DISPOSITIVO + INTERNET + CUALQUIER ESCENARIO

El *computer-based training* (CBT), entrenamiento basado en computador, se popularizó en la década de los 80s, con la

revolución de los computadores personales, el uso de aplicaciones de software educativas, y en formato multimedia para uso en CD-ROM [2]. Luego en los 90s, específicamente con el internet, se abre la opción del entrenamiento basado en la web, el e-learning como una alternativa para la formación a distancia, desde un computador fijo, para acceder a contenidos en la red [3]. Diversos sistemas de e-learning se han desarrollado, basado generalmente de arquitecturas cliente-servidor y usando como dispositivo principal un PC [4], [5]. En el e-learning se utiliza y aprovecha internet para desarrollar proyectos formativos [6], e integra avances en el campo de la tecnología y la pedagogía [7].

Con el despliegue de las redes inalámbricas y sistemas celulares, aparece el m-learning enfocado principalmente al aprendizaje mediado por dispositivos portables y móviles, como los tablet, PDA, teléfonos móviles [8], [9]. Como se plantea en [6], el concepto de “aprendizaje móvil” tiene varios significados según el contexto, aprendizaje usando tecnologías portátiles, y aprendizaje para estudiantes y sociedades móviles. Se propicia la implementación de nuevas estrategias didácticas en general basadas en Internet y dispositivos móviles [3]. Al ser soportado por tecnologías móviles, se posibilita estilos de aprendizaje modernos, en el cual hay una movilidad del aprendiz y de su autonomía [10]. Los usuarios aceptan usar el móvil para adquirir un aprendizaje [11]

Con la masificación y posibilidades de la TV digital, surge el T-learning, referida a un proceso de enseñanza y aprendizaje apoyado con la televisión digital. Es la convergencia de las tecnologías de TV con las telecomunicaciones y los sistemas (computación), y en concordancia con los sectores educativos, audiovisual, entre otros [12]. Otra definición es el acceso interactivo a contenidos educativos ricos en video principalmente en el hogar, a través de un televisor [13]. En t-learning se pueden definir objetos de aprendizaje adaptativos [14].

Al combinar los momentos de presencialidad con el docente con los cursos basados en web, surge el blended learning o b-learning, también conocido como semipresencial, o aprendizaje mixto. B-learning es cualquier momento en el que un estudiante aprende controlado en un lugar físico diferente al hogar y una parte usando internet donde puede decidir el momento, lugar o ritmo de aprendizaje [15]. Hay una presencialidad guiada por un docente y se aprovecha las TIC para llevar el proceso de aprendizaje por fuera del aula [3]. Hay clases presenciales y contenidos en línea [16]. El término aprendizaje mixto también es utilizado para describir una solución que combina diferentes métodos de entrega tales

G.A. Moreno, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia, gamoreno@elpoli.edu.co

J.A. Jiménez, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, jajimen1@unal.edu.co

S.C. Bernal, Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia, sindeybernal@ustadistancia.edu.co

como software de colaboración, cursos basados en Internet, y prácticas de gestión de conocimiento. El aprendizaje mixto es también utilizado para describir la mezcla de varias actividades incluyendo aulas de clase cara-a-cara, e-learning y aprendizaje autónomo [17].

Por último surge el ubiquitous learning o u-learning, la educación ubicua (en todas partes), el cual agrupa las diferentes evoluciones del proceso de aprendizaje apoyadas con las TIC (CBT, e-learning, m-learning, t-learning, y b-learning) combinadas con las nuevas tendencias tecnológicas. Un servicio ubicuo, que surge de la teoría de computación ubicua (*ubiquitous computing*), cuyo promotor fue Mark Weiser [18]. U-learning significa aprendizaje en cualquier lugar, en cualquier tiempo, y en conjunto con la vida diaria de las personas [19]. Además significa aprendizaje con cualquier dispositivo y en cualquier contexto [10].

El resto del documento se organiza así. En la sesión II se habla de la computación ubicua, sus características y dominios de aplicación. En la sesión III se amplía el concepto de u-learning, propuesta de características, usos y escenarios. La sesión IV contempla un resumen de temáticas a investigar, y por último las conclusiones.

II. COMPUTACIÓN UBICUA Y DOMINIOS DE APLICACIÓN

Mark Weiser [20] definió la próxima revolución de la computación después de los workstations y los PC, conocida como *ubiquitous computing* o *embodied virtuality*, visionando que los computadores estarán embebidos en todas partes y de forma transparente. Weiser expone que la computación ubicua estará inmersa en diferentes dispositivos, aun invisible para los usuarios, y que pueden ser llevados a cualquier lugar. El potencial real del concepto no proviene de cualquiera de estos dispositivos, surge de la interacción de todos ellos.

Weiser se refiere a un mundo repleto por dispositivos computacionales que permiten no solo acceder a la información sino también crearla sin importar el lugar o momento que se requiera y haciendo un fuerte énfasis en la invisibilidad de la herramienta o *Calm technology* [20], [21], [22], [23], [24].

En su opinión, la interacción con las computadoras se llevaría a cabo tanto a través de mecanismos directos que unen sensores y actuadores y por la amplia presencia de pantallas interactivas (referido como "pads") incrustados en las superficies de paredes, muebles y objetos. Weiser indica también que estos dispositivos estarán interconectados en una red ubicua, y que los computadores ubicuos también serán de diferentes tamaños, cada una ajustada a una tarea en particular. Indica que la tecnología necesaria para la computación ubicua se presenta en tres partes: computación de bajo consumo que incluyen pantallas igualmente convenientes, software para aplicaciones ubicuas y una red

que lo une todo. Prototipos como tabs, pads y boards (display) fueron sólo el comienzo de la computación ubicua [20], [23].

Weiser soporta el término de invisibilidad en el desarrollo de la teoría sobre computación ubicua en que: "you focus on the task, not the tool" [22], la cual trata dar a entender con el ejemplo del alfabeto: "La tecnología del alfabeto cuando fue inventada inicialmente, y por miles de años, fue costosa, fuertemente controlada, 'preciosa'. Hoy, nos rodea discretamente y sin esfuerzo. Si mira a su alrededor ahora: cuántos objetos y superficies tienen letras y palabras sobre ellas? Los computadores en el lugar de trabajo pueden ser tan discretos y ubicuos como esto" [21].

Como lo plantea Teruyasu [25], la visión de Mark Weiser de ubicuidad pertenece a las redes exóticas, Fig. 1, donde todo llega a ser un objeto de cómputo y está conectado a la red. En las redes exóticas se habla por ejemplo de *Smart room*, *internet car*, *paper electronic*, *thing that think*, *wearable computers*, *inter-body signaling*. En las redes ubicuas, los usuarios acceden a internet desde cualquier lugar, en cualquier tiempo, con diferentes dispositivos, soportadas con diferentes tecnologías y redes fijas e inalámbricas.

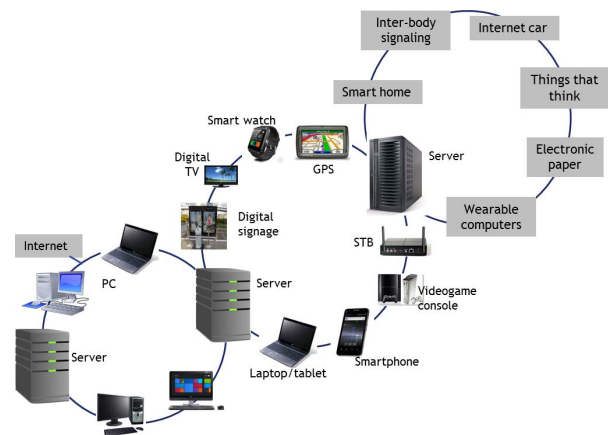


Figura 1. Redes exóticas.

Otros términos relacionados con la computación ubicua o *ubiquitous computing* son *pervasive computing*, *ambient intelligence*, *Internet of Things*, *Calm technology*, *Things That Think*, y *Computing Everywhere*.

A. Características dentro de un ambiente de computación ubicua

Son características como [26]: movilidad del usuario, descubrimiento de recursos y ubicación, sensibilidad al contexto (usuario/tiempo/ubicación), interacción colaborativa, información del ambiente, tecnología invisible, notificación de eventos, interfaces adaptables, invisibilidad del "aumento" de objeto, y en cualquier momento/cualquier lugar.

Aparece un concepto importante en la computación ubicua,

el de sensibilidad al contexto (context – aware), definido como “la información utilizada para identificar el estado de una entidad. Una entidad puede ser una persona, un lugar, o un objeto físico o de computación. Incluye un usuario y una aplicación, y refleja la relación de interacciones entre ellos” [27]. El contexto, es la información que puede ser usada para caracterizar el entorno del usuario. La información del contexto puede incluir donde está el usuario, que recursos están cerca del usuario (dispositivos, puntos de acceso, el nivel de ruido, ancho de banda, etc.), en qué momento el usuario está en movimiento, el historial de interacción entre la persona y los objetos, etc., de acuerdo con determinadas aplicaciones, la información de contexto se puede actualizar. Entonces el contexto puede estar representado como ubicación (donde), identidad (quién), tiempo (cuando), actividad (que), entorno [28].

En la Fig. 2 se ilustra un ejemplo de context-aware u-learning [29], en la cual cada planta esta etiquetada con un tag RFID. Luego cada estudiante tiene un dispositivo handheld equipado con un lector RFID, y puede comunicarse con un servidor a través de la red inalámbrica.



Figura 2. Ejemplo entorno sensible al contexto.

B. Dominios de aplicación

Existen diversos dominios de aplicación de los servicios ubicuos, como los siguientes [18]:

- Aplicación de U-commerce, para realizar transacciones, compras, entre otros, desde cualquier lugar.
- Aplicación de U-manufacture, para recibir los requerimientos del cliente, seguimiento del producto, entre otros.
- Aplicación de U-health, para identificar, monitorear, situaciones de emergencia relacionados con la salud.
- Aplicación de U-learning, para disfrutar de contenidos de aprendizaje en cualquier tiempo y lugar.

La Fig. 3, plantea diferentes dominios de aplicación de la

computación ubicua.

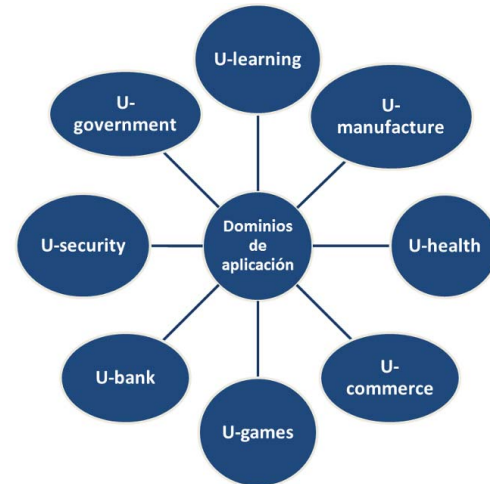


Figura 3. Ejemplo dominios de aplicación de servicios ubicuos.

C. Tendencias de dispositivos ubicuos

Hay un crecimiento en los diferentes dispositivos que pueden ser conectados a internet, como los TV, smartphone, tablet, PC, M2M (*machine to machine*) [30]. Por ejemplo es esperado para 2019, 10.5 billones de conexiones de M2M, 2.9 billones para TV conectados y 922 millones de tablets.

III. APRENDIZAJE UBICUO

En la tabla II se indican algunas definiciones planteadas por varios autores sobre u-learning:

TABLA II
RESUMEN CONCEPTOS DE U-LEARNING

REFERENCIA	CONCEPTO U-LEARNING
AIHUA [19]	Significa actividades de aprendizaje en cualquier lugar, en cualquier tiempo, entrelazada en la vida diaria de las personas.
STEFAN ET AL [10]	Aprendizaje en cualquier dispositivo y en cualquier contexto.
ZHOU ET AL. [31]	Aprendizaje en cualquier dispositivo, en cualquier contexto, y con cualquier persona.
MANDULA ET AL. [32]	Una forma de aprendizaje móvil donde los aprendices pueden acceder al material de aprendizaje, en cualquier lugar, a cualquier tiempo, usando cualquier dispositivo.
MARTÍN SANZ [33]	Se agrupa la presencia de la tecnología en todos los momentos y en todas las situaciones en los que una persona puede agregar un nuevo conocimiento a su saber personal. Las actividades formativas están apoyadas con diversas tecnologías.
RAMÓN [34]	El conjunto de actividades formativas, apoyadas en la tecnología, y que están realmente accesibles en cualquier lugar... incluso en los lugares que en realidad no existen.
VIEIRA [3]	El paradigma de aprendizaje que permite llevar a cabo el proceso de aprendizaje adecuado en el momento, lugar y manera adecuada. Esto es, siendo tan sensible al contexto como sea necesario para brindarle una experiencia de invisibilidad e inmediatez al estudiante.
CAYTILES ET AL [35]	El aprendizaje no sólo se encuentra en las cuatro esquinas del salón de clases. Está en todas partes. El aprendizaje ubicuo es un nuevo paradigma de educación centrado en el alumno, caracterizado de proporcionar formas intuitivas para identificar los colaboradores

ZHAO AND OKAMOTO [36]	adecuados, los contenidos y servicios de aprendizaje correctos, en el lugar correcto y el momento adecuado basado en el entorno del estudiante. El proceso de aprendizaje puede ser continuamente conducido en cualquier tiempo y lugar con dispositivos ubicuos (PDA, cell phone, smart phone, iPhone, etc.), no solo con el computador personal en la casa u oficina.
YAHYA AND ABD [37]	Aprendizaje con dispositivos móviles, comunicaciones inalámbricas, y tecnología de sensores.

Hwang [38] al realizar un comparativo entre aprendizaje ubicuo con el aprendizaje móvil, evidencia que los principales elementos que diferencian lo ubicuo de lo móvil es la sensibilidad al contexto.

Podemos concluir que u-learning es el ecosistema que propicia un proceso de enseñanza/aprendizaje apoyado con la convergencia de las tecnologías, telecomunicaciones, escenarios de conectividad a internet, y sistemas de computo, para acceder a la información/contenidos/servicios adecuados, en cualquier lugar, momento, y con diferentes dispositivos, que logran dar sentido de ubicuidad, de aprendizaje continuo, de interés y motivación para aprender, inmersa con la vida cotidiana de las personas, y de conexión con el entorno-contexto (cosas, personas, espacio, entre otros) en que se mueven los individuos, de la forma más transparente y sencilla posible. En este ecosistema los contenidos ricos como el video, se pueden desplegar y adaptar en cualquier pantalla (TV, PC, Smartphone o Tablet).

Muchos de los proyectos y aplicaciones relacionadas con u-learning han empleado principalmente tecnología como redes de sensores inalámbricos (WSN) [35], dispositivos móviles [39], tablet [40], NFC (*Near Field Communication*), RFID (*Radio Frequency Identification*), y sistemas de posicionamiento global (GPS) [41].

A. Características de U-learning

Teniendo en cuenta autores como [29], [37], [42], [43], [44], [35], [39], se propone en la tabla III las características que debería brindar un escenario de u-learning:

TABLA III
CARACTERÍSTICAS PROPUESTAS DE U-LEARNING

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
ACCESIBILIDAD	La información está siempre disponible cuando es necesitada por un aprendiz. Disponibilidad de los recursos TIC. Cualquier persona pueda acceder.
INMEDIATEZ	La información puede ser obtenida rápidamente por los aprendices.
INTERACTIVIDAD	Que permite interactuar con el sistema, contenido, u otras personas. Puede ser de una o de dos vías.
FUNCIONALIDAD	Cumple con las funciones para las que fue definido.
SENSIBILIDAD AL CONTEXTO	Información que caracteriza el entorno de un usuario, y que le proporciona la información adecuada según lo sentido por el sistema.
SEGURIDAD	La información es confiable, y permanece “en un tiempo”. También se refiere a la privacidad y autenticación.
ESCALABILIDAD	Aumentar su capacidad y ofrecer otros servicios.
FLEXIBILIDAD	Es capaz de adaptarse tanto en contenidos, como en tecnología u otros aspectos del ecosistema, de la

PERSONALIZABLE	forma más adecuada. Según perfiles, intereses, y opciones de seguimiento y retroalimentación. Así como elegir que recurso usar, lugar y tiempo.
USABILIDAD	Los usuarios pueden realizar sus actividades de forma rápida y fácil.
APRENDIBILIDAD	Capacidad del sistema y de los usuarios para aprender.
INTERCONECTIVIDAD	El sistema soporta convergencia de tecnologías, conectividad a red, y de conectarse con otros (dispositivos y personas). Además de forma simple y transparente para el usuario.
INTEROPERABILIDAD	Capacidad del sistema o de un dispositivo para funcionar con otros sistemas o dispositivos y de compartir la información.
UBICUIDAD COTIDIANA	Hacerle sentir al usuario omnipresente: que en cualquier momento de su vida diaria encontrará en el sistema la información, y desde cualquier lugar y con cualquier dispositivo.
PORTABILIDAD	La información y dispositivos se pueden llevar fácilmente.

La articulación de algunas o total de estas características propician un ecosistema integral de u-learning.

B. Usos del aprendizaje ubicuo

A la hora de implementar servicios de aprendizaje ubicuo, hay infinita de opciones, y que sea “everywhere”. La figura 4 ilustra usos de u-learning.

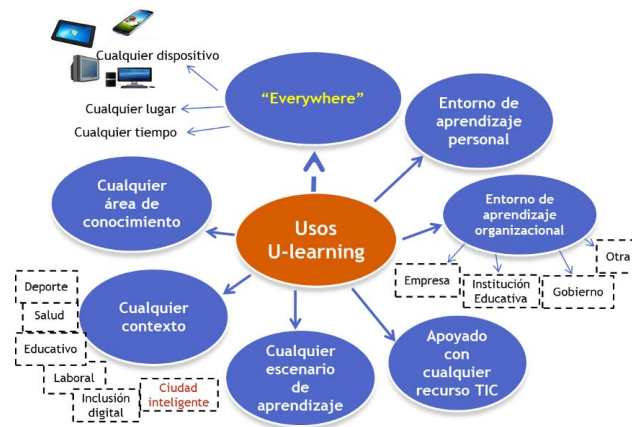


Figura 4. Usos del u-learning.

C. Dimensiones de U-Learning

Nicholas [45] sugiere seis dimensiones interrelacionadas sobre Ubicuidad:

1. Sentido espacial de ubicuidad. Acceso continuo a la información.
2. Portabilidad. Dispositivos portátiles, e incluso los de “vestir”.
3. Sentido de interconectividad. Soporte de lo tecnológico, como socialmente (conectándonos con otros).
4. Ubicuidad en un sentido práctico. Se unen actividades como trabajo/juego, o aprendizaje/entretenimiento.
5. Ubicuidad en un sentido temporal. Continuo, y aprendizaje permanente.
6. Ubicuidad en el sentido de redes y “flujos”

transnacionales y globalizados. Implica reconocer las interconexiones entre personas, lugares y procesos.

D. Escenarios y rol de U-learning

Los diferentes escenarios de U-learning se enmarcan en contextos de educación formal, no formal e informal. En la educación formal hay un sistema de enseñanza/aprendizaje estructurado (establecimientos aprobados que otorgan grados y títulos); en la educación no formal hay actividades educativas fuera de los sistemas formales con el objeto de complementar, actualizar un conocimiento o experiencia, académica o laboralmente. En la educación informal, hay un proceso de adquisición de conocimientos y habilidades, a partir de experiencias cotidianas de la vida y de forma espontánea.

Um docente puede complementar con las TIC diferentes metodologías de aprendizaje activas [46], o implementar la modalidad de clase invertida o *flipped classroom* [47], o la estrategia traiga su propio dispositivo a la clase (BYOD, *Bring your own device*) [48] o aprendizaje por medio de redes sociales [49], los cursos online abiertos masivos (*Massive Open Online Course*, MOOC) o los cursos online privados pequeños (*Small Private Online Course*, SPOC) [50], aplicaciones de segundas pantallas o *second screen* [51], o experiencias de realidad aumentada [52], o robótica educativa [53], internet de las cosas para aprendizaje [54], implementaciones de la tecnología vestible o *wearable technology* para el aprendizaje [55], o la tecnología holográfica [56], o con contenidos ricos en video e interactivos [57], o proyección en ciudades inteligentes, inclusión digital, entre otros. La figura siguiente ilustra diferentes escenarios para u-learning.

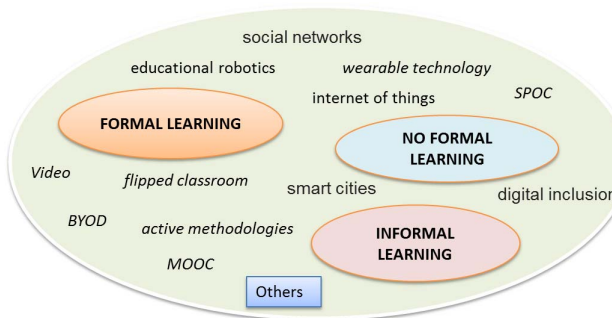


Figura 5. Escenarios de u-learning.

El rol de u-learning en un proceso de enseñanza/aprendizaje puede ser complementario, parcial o sustituto. El rol complementario de u-learning se refiere cuando es usada para proveer servicios o material de aprendizaje adicional al de la clase presencial, por cualquier medio o dispositivo. El rol parcial de u-learning se refiere al uso de cualquier dispositivo como uno de los medios para permitir aprendizaje; En este caso, u-learning es planeado y es parcialmente necesitado en el aprendizaje, y lo otro es desarrollado presencialmente. Por último, el uso de cualquier dispositivo para acceder a contenidos e información de aprendizaje puede substituir a la clase convencional o presencial en su totalidad.

IV. TEMÁTICAS A INVESTIGAR

La tabla IV presenta un resumen de dificultades planteadas por varios autores en el dominio de u-learning, y que se convierten en potencial de líneas o temáticas de investigación, trabajos o proyectos futuros.

TABLA IV
POSIBLES TEMÁTICAS PARA INVESTIGAR

REFERENCIA	LIMITACIÓN PLANTEADA
MANDULA ET AL. [32]	La entrega de contenido de aprendizaje a los dispositivos móviles en función al contexto que los rodea. Adaptar el video de acuerdo a las preferencias, capacidades de usuario, y condiciones de red.
MANDULA ET AL. [58]	En términos de la variedad de capacidades de dispositivos, bajo potencia de procesamiento, pobre conectividad, y altos costos de planes de datos.
ZHOU ET AL. [31]	Con los rápidos avances en tecnología inalámbrica y de sensores, se requiere más investigación en aplicaciones de u-learning para el dominio educativo.
ALJOHANI AND TIROPANIS [59]	Las prácticas de U-learning están limitadas a aplicaciones de pequeña escala. Limitadas en cobertura y despliegue. Hay pocos modelos de aplicación maduros.
EDWIN ET AL. [60]	La asequibilidad de estos dispositivos con el fin de encontrar el método óptimo de interacción con la computación que pudiera fomentar más el aprendizaje eficiente.
FANG ET AL. [41]	Que el contenido pueda ser desplegado y adaptado en cualquier dispositivo.
AIHUA [19]	Avanzar en la construcción del entorno de dispositivos para u-learning (terminales y redes), del entorno de soporte (plataformas and recursos) y del entorno de servicios (contenidos y actividades).
ZAHARIEV ET AL. [61]	El costo de la implementación; La construcción de recursos; descubrimiento de recursos e interacción; Seguridad; Desarrollar estándares uniformes para realizar conexión transparente entre varios dispositivos.
WANG AND ZHOU [1]	Mayor estudio de las diversas tecnologías de comunicación. La infraestructura TIC sin convergencia tecnológica.
T.-C. YANG ET AL [62]	Para lograr un mayor desarrollo de los sistemas educativos apoyados con las TIC se requerirá de nuevos enfoques para la enseñanza y el aprendizaje, y nuevos tipos de tecnologías para soportar los nuevos enfoques.
STEFAN ET AL. [10]	Mejorar el desempeño del aprendizaje integrando tecnología inteligente dentro del entorno de aprendizaje. Además, de cómo realizar actividades de aprendizaje significativas en el entorno de aprendizaje ubicuo.
HIJAZI AND ITMAZI [63]	Extender la investigación y experimentación con tecnologías de cloud computing.
HUNG ET AL. [57]	Mejorar los recursos de cómputo, banda ancha; Aplicarlo en cursos reales e integrar las tendencias de tecnologías.
JEONG AND YI [64]	Hacer seguimiento de factores personales y estado del aprendizaje, así como más investigación del uso del video para mejorar los niveles de reflexión del estudiante.
DIAZ AND RUSU [65]	Determinar el método necesario para servir el contenido de aprendizaje adecuado al alumno y considerar factores de la experiencia de usuario como emoción o sentimiento.
DE SOUSA MONTEIRO ET AL [66]	Adaptar las nuevas herramientas tecnológicas para propiciar una motivación positiva en los estudiantes. El concepto de interactividad debe ser continuamente examinado y actualizado.
MARTIN ET AL [67]	Faltan entornos de aprendizaje ubicuo basada en arquitecturas de referencia, y software de código abierto.
	Falta de modelos de desarrollo de sistemas de aprendizaje ubicuo. Es necesaria frameworks más avanzados que encapsulen la complejidad en el tratamiento con diferentes sensores (no sólo la ubicación) y de objetos de aprendizaje, servicios, normas y plataformas.

Muchas de las propuestas de u-learning se han aplicado con

dispositivos móviles y tecnología sensorica, y de acuerdo al concepto planteado se deben explorar diferentes tecnologías que soporten y beneficien al proceso de enseñanza y aprendizaje.

V. CONCLUSIONES

Las generalidades de u-learning presentadas en este paper, así como la propuestas de un nuevo concepto, características, usos, escenarios de aplicación, y posibles temáticas para investigar, esperan contribuir para seguir con la discusión, reflexión y proyección de proyectos.

U-learning es un paradigma mediado por las TIC que puede favorecer al proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que abarca todas las posibles alternativas de educación, desde cualquier lugar y momento, y con cualquier dispositivo y recurso TIC, que enriquecen al estudiante, docente, entre otros.

Como se indicó los usos del u-learning son diversos, para cualquier área de conocimiento, en diferentes contextos (como la salud, de trabajo, educativos, de ciudades incluyentes), para entornos de aprendizaje personal (PLE) u organizacionales (como por ejemplo una institución educativa, una empresa, o entidad del gobierno), entre otros. Mediado con las TIC y las telecomunicaciones, existe la posibilidad de aprender en cualquier momento, lugar y con cualquier medio, potencializando los escenarios de educación formal, no formal e informal.

De acuerdo a la revisión de la literatura, existen varias dificultades y retos, que se convierten en oportunidades para seguir investigando, en procura de seguir alcanzando mejores escenarios de implementación del u-learning. Entre estos temas se destacan el seguimiento de nuevas tecnologías, los sistemas inteligentes para la personalización, el despliegue en múltiples pantallas, el seguimiento al aprendizaje adquirido, entre otras. Esto conlleva desafíos como costos, tecnológicos hasta los pedagógicos, y el compromiso de directivas o docentes, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, a la Universidad Nacional de Colombia y a Colciencias (convocatoria # 727 de 2015).

REFERENCIAS

- [1] Wang, Feng and Zhou, Chunfang, "A Theoretical Study on Development of Information and Communication Technology (ICT)-Supported Education Systems," presented at the 10th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2013, pp. 1080–1084.
- [2] T. Yoshida, "A Perspective on Computer-Based Training, CBT," 2013, pp. 778–783.
- [3] C. Vieira Mejía, "Medición de niveles de ubicuidad para una intuición de educación superior," Maestría, EAFIT, Medellín, 2013.
- [4] K. Cat and H. Peter, "Designing agents for feedback using the documents produced in learning," presented at the International Journal on E-Learning, 2005, vol. 4, pp. 21–38.
- [5] S. J. Yang, "Context aware ubiquitous learning environments for peer-to-peer collaborative learning," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 9, no. 1, pp. 188–201, 2006.
- [6] Conde González Miguel Ángel, "mLearning, de camino hacia el uLearning," Tesis de Máster, Universidad de Salamanca, Salamanca, España, 2007.
- [7] M. F. Caro, D. P. Josyula, M. T. Cox, and J. A. Jiménez, "Design and validation of a metamodel for metacognition support in artificial intelligent systems," *Biol. Inspired Cogn. Archit.*, vol. 9, pp. 82–104, Jul. 2014.
- [8] M. Sharples, J. Taylor, and G. Vavoula, "Towards a Theory of Mobile Learning," 2005. .
- [9] R. Cobcroft, "Literature review into mobile learning In the university context," Enero-2006. .
- [10] L. Stefan, D. Gheorghiu, F. Moldoveanu, and A. Moldoveanu, "Ubiquitous Learning Solutions for Remote Communities -- A Case Study for K-12 Classes in a Romanian Village," 2013, pp. 569–574.
- [11] A. V. Arias, G. G. Uribe, and M. C. Riascos, "Structural equation model for studying the mobile-learning acceptance," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 4, pp. 1988–1992, 2016.
- [12] G. A. Moreno López and J. A. Jimenez Builes, "CYCLE OF PDCA T-LEARNING MODEL AND ITS APPLICATION ON INTERACTIVE DIGITAL TV," *Dyna*, vol. 79, no. 173, pp. 61–70, 2012.
- [13] P. J. Bates, "t-learning Final Report," Reporte, May 2003.
- [14] M. R. Lopez, R. P. D. Redondo, A. F. Vilas, J. J. P. Arias, and M. L. Nores, "Adaptive Learning Objects for t-learning," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 5, no. 6, pp. 401–408, 2007.
- [15] M. B. Horn and H. Staker, "The rise of K-12 blended learning," *Innosight Inst. Retrieved Sept.*, vol. 7, p. 2011, 2011.
- [16] F. P. Pinal, S. Nava, J. N. Perez, I. A. Vargas, E. V. Cardenas, and A. B. Gutierrez, "Experimental B-learning laboratory for an electrical machines undergraduate course," *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 2, pp. 524–529, 2016.
- [17] P. Valiathan, "Blended Learning Models," *Learning Circuits*, 2002. .
- [18] C.-S. Wang and Y.-R. Tzeng, "A Wireless Networking Technologies Overview Over Ubiquitous Service Applications," presented at the Fourth International Conference on Networked Computing and Advanced Information Management, 2008, pp. 156–161.
- [19] Z. Aihua, "Study of ubiquitous learning environment based on Ubiquitous computing," in *Ubi-media Computing (U-Media), 2010 3rd IEEE International Conference on*, 2010, pp. 136–138.
- [20] M. Weiser, "The computer for the 21st century," *Sci. Am.*, vol. 265, no. 3, pp. 94–104, 1991.
- [21] M. Weiser, "Hot topics-ubiquitous computing," *Computer*, vol. 26, no. 10, pp. 71–72, 1993.
- [22] M. Weiser, "The world is not a desktop," *Interactions*, vol. 1, no. 1, pp. 7–8, Jan. 1994.
- [23] M. Weiser, "Some computer science issues in ubiquitous computing," *Commun. ACM*, vol. 36, no. 7, pp. 75–84, 1993.
- [24] M. Weiser and J. S. Brown, "The Coming Age of Calm Technology," in *BEYOND CALCULATION. THE NEXT FIFTY YEARS OF COMPUTING*, New York: Springer Science+Business Media, 1997, pp. 75–85.
- [25] T. Murakami, "Ubiquitous Networks: The New IT Paradigm," *NRI Pap.*, vol. 30, pp. 1–10, 2001.
- [26] J.-P. Zhang, "Hybrid learning and ubiquitous learning," in *Hybrid Learning and Education*, Springer, 2008, pp. 250–258.
- [27] M. W. Hong and D. J. Cho, "Ontology Context Model for Context-Aware Learning Service in Ubiquitous Learning Environments," *Int. J. Comput.*, vol. 2, pp. 193–200, 2008.
- [28] T. S. S. O. I. ITU-T, "Recommendation ITU-T Y.3043," *Smart Ubiquitous Netw. – Context Aware. Framew.*, vol. 1, p. 24, Aug. 2013.
- [29] P.-S. Chiu, Y.-H. Kuo, Y.-M. Huang, and T.-S. Chen, "A Meaningful Learning Based u-Learning Evaluation Model," presented at the Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2008, pp. 77–81.
- [30] Cisco, "The Zettabyte Era—Trends and Analysis," *Cisco - White Papers*, May-2015. [Online]. Available: <http://www.cisco.com/>. [Accessed: 31-Mar-2016].
- [31] W. Zhou, B. Cui, B. Wang, Q. Shi, and S. Yokoi, "An exploration of ubiquitous learning in computer fundamental learning scenario," in

- Computer Science & Education (ICCSE), 2012 7th International Conference on*, Melbourne, Australia, 2012, pp. 1420–1424.
- [32] K. Mandula, S. R. Meda, and D. K. Jain, “Research and implementation of a mobile video streaming application for ubiquitous learning,” in *Technology Enhanced Education (ICTEE), 2012 IEEE International Conference on*, 2012, pp. 1–6.
- [33] C. B. Martín-Sanz, “uLearning: nuevas vías de formación.” *N-economía*, 24-Oct-2007.
- [34] Ó. Ramón, “DEL E-LEARNING AL U-LEARNING: LA LIBERACIÓN DEL APRENDIZAJE,” *Socialmente2011*, 2007. .
- [35] R. D. Caytiles, S.-H. Jeon, and T. Kim, “U-Learning Community: An Interactive Social Learning Model Based on Wireless Sensor Networks,” 2011, pp. 745–749.
- [36] X. Zhao and T. Okamoto, “Adaptive multimedia content delivery for context-aware u-learning,” *Int. J. Mob. Learn. Organ.*, vol. 5, no. 1, pp. 46–63, 2011.
- [37] S. Yahya, E. Arniza A., and K. Abd Jalil, “The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion,” presented at the International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT), 2010, vol. 6, pp. 117–127.
- [38] G.-J. Hwang, “Criteria and strategies of ubiquitous learning,” in *Sensor Networks, Ubiquitous, and Trustworthy Computing, 2006. IEEE International Conference on*, 2006, vol. 2, pp. 72–77.
- [39] J.-S. Sung, “U-learning model design based on ubiquitous environment,” *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 13, pp. 77–88, 2009.
- [40] H.-C. Chu and C.-W. Lin, “The Development and Application of a Repertory Grid-Oriented Ubiquitous Augmented Reality Learning System,” presented at the 2013 Second IIAI International Conference on Advanced Applied Informatics, 2013, pp. 207–210.
- [41] H. Fang, H. Wang, and R. Huang, “A roadmap of system environment to Ubiquitous Learning and its application patterns,” in *Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), 2011 6th IEEE Joint International*, 2011, vol. 2, pp. 168–171.
- [42] C. M. Z. Restrepo, J. G. Lalinde, O. A. Pulido, C. V. Mejía, and R. A. Núñez, “Modelo TAG: Referentes para valorar el nivel de ubicuidad en una institución de educación superior.”
- [43] S. M. Castro, C. A. Clarenc, C. López de Lenz, M. E. Moreno, and N. B. Tosco, *ANALIZAMOS 19 PLATAFORMAS DE E-LEARNING*, 2013th ed. 2013.
- [44] P. Aarreniemi-Jokipielto, “Modelling and content production of distance learning concept for interactive digital television,” Helsinki University of Technology, Espoo, 2006.
- [45] N. C. Burbules, “Meanings of ubiquitous learning,” in *Ubiquitous Learning, Bill Cope and Mary Kalantzis, eds.*, University of Illinois Press, 2010, pp. 15–20.
- [46] L. M. Regueras, E. Verdu, M. F. Munoz, M. A. Perez, J. P. de Castro, and M. J. Verdu, “Effects of Competitive E-Learning Tools on Higher Education Students: A Case Study,” *IEEE Trans. Educ.*, vol. 52, no. 2, pp. 279–285, May 2009.
- [47] C. M. Furse, D. Ziegenfuss, and S. Bamberg, “Learning to teach in the flipped classroom,” in *Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI), 2014 IEEE*, 2014, pp. 910–911.
- [48] K. Sangani, “BYOD to the classroom [bring your own device],” *Eng. Technol.*, vol. 8, no. 3, pp. 42–45, 2013.
- [49] N. I. B. Adnan and Z. Tasir, “Online Social Learning Model,” 2014, pp. 143–144.
- [50] C. Delgado Kloos, P. J. Munoz-Merino, M. Munoz-Organero, C. Alario-Hoyos, M. Perez-Sanagustin, G. Parada, A. Hugo, J. A. Ruiperez, and J. L. Sanz, “Experiences of running MOOCs and SPOCs at UC3M,” in *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*, 2014, pp. 884–891.
- [51] N. Soskic, N. Kuzmanovic, M. Vidakovic, and G. Miljkovic, “Second screen user experience: A new digital television frontier,” in *Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2014 37th International Convention on*, 2014, pp. 1057–1060.
- [52] M. E. C. Santos, A. Chen, T. Taketomi, G. Yamamoto, J. Miyazaki, and H. Kato, “Augmented Reality Learning Experiences: Survey of Prototype Design and Evaluation,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 38–56, Jan. 2014.
- [53] F. N. Martins, I. S. Gomes, and C. R. F. Santos, “Junior Soccer Simulation: Providing all Primary and Secondary Students Access to Educational Robotics,” in *Robotics Symposium (LARS) and 2015 3rd Brazilian Symposium on Robotics (LARS-SBR), 2015 12th Latin American*, 2015, pp. 61–66.
- [54] M. ur Rahman, V. Deep, S. Rahman, and others, “ICT and internet of things for creating smart learning environment for students at education institutes in India,” in *2016 6th International Conference-Cloud System and Big Data Engineering (Confluence)*, 2016, pp. 701–704.
- [55] I. Buchem, A. Merceron, J. Kreutel, M. Haesner, and A. Steinert, “Gamification designs in Wearable Enhanced Learning for healthy ageing,” in *Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL), 2015 International Conference on*, 2015, pp. 9–15.
- [56] A. Naqvi and G. Branch, “H-learning in the distance learning paradigm,” in *Internet Technologies and Applications (ITA), 2015*, 2015, pp. 342–344.
- [57] I.-C. Hung, X.-J. Yang, W.-C. Fang, G.-J. Hwang, and N.-S. Chen, “A context-aware video prompt approach to improving students’ in-field reflection levels,” *Comput. Educ.*, vol. 70, pp. 80–91, Jan. 2014.
- [58] K. Mandula, S. R. Meda, D. K. Jain, and R. Kambham, “Implementation of Ubiquitous Learning System Using Sensor Technologies,” 2011, pp. 142–148.
- [59] N. R. Aljohani, H. Davis, and T. Tiropanis, “HCI as a Differentiator between Mobile and Ubiquitous Learning,” 2011, pp. 82–86.
- [60] M. Edwin, M. Juan Carlos, T. Juan, R. J. Cesar, V. M. Johan, and I. T. Oscar, “Multiplatform learning system based on interactive digital television technologies, IDTV,” presented at the 2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI), 2012, pp. 1–10.
- [61] P. Zahariev, N. Bencheva, G. Hristov, and Y. Ruseva, “ICT convergence challenges in education and their impact on both instructors and students,” in *EAEIE Annual Conference (EAEIE), 2013 Proceedings of the 24th*, 2013, pp. 193–197.
- [62] T.-C. Yang, T. H. C. Chiang, and S. J.-H. Yang, “Creating e-portfolio in U-learning Environment: A Framework of Cloud-based e-portfolio Service,” 2012, pp. 292–295.
- [63] H. W. Hijazi and J. A. Itmazi, “Crawler Based Context Aware Model for Distributed e-Courses through Ubiquitous Computing at Higher Education Institutes,” in *e-Learning “ Best Practices in Management, Design and Development of e-Courses: Standards of Excellence and Creativity”, 2013 Fourth International Conference on*, 2013, pp. 9–14.
- [64] H.-Y. Jeong and G. Yi, “A Service Based Adaptive U-Learning System Using UX,” *Sci. World J.*, vol. 2014, pp. 1–9, 2014.
- [65] J. Diaz and C. Rusu, “Ubiquitous Computer-Supported Collaborative Learning: A Literature Review,” 2014, pp. 593–598.
- [66] B. de Sousa Monteiro, A. S. Gomes, and F. M. Mendes Neto, “Youubi: Open software for ubiquitous learning,” *Comput. Hum. Behav.*, Dec. 2014.
- [67] S. Martin, G. Diaz, I. Plaza, E. Ruiz, M. Castro, and J. Peire, “State of the art of frameworks and middleware for facilitating mobile and ubiquitous learning development,” *J. Syst. Softw.*, vol. 84, no. 11, pp. 1883–1891, Nov. 2011.



Gustavo Alberto Moreno López Profesor asociado del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Magister en ingeniería, Especialista en Telecomunicaciones e ingeniero electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana. Candidato a doctor en ingeniería de sistemas. Áreas de investigación IoT, tecnología educativa, u-learning, TV everywhere.



Jovani Alberto Jiménez Builes Profesor titular de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor y magister en Ingeniería sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Lic. en Docencia de computadores, Universidad de Medellín. Áreas de investigación: Inteligencia artificial en educación, tecnología educativa, robótica educativa.



Sindey Carolina Bernal Villamil Profesora Universidad Santo Tomás. Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, y Licenciada en Diseño Tecnológico. Candidata a Doctora en Educación Inclusiva. Áreas de investigación educación incluyente, desarrollo sw, educación a distancia.