



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE  
UNA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE  
APLICACIONES DE M-LEARNING.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**Doctor en Ciencias de la Ingeniería**

PRESENTA:

**M. en A. Juan Pablo Cobá Juárez Pegueros**

TUTOR ACADÉMICO:  
Dr. Jorge Rodríguez Arce

TUTORES ADJUNTOS:  
Dr. Otniel Portillo Rodríguez  
Dr. Salvador González García



Toluca, México, 2020



---

## RESUMEN

En los últimos años el uso de dispositivos móviles ha incrementado su presencia en el aula de clases, estos han sido utilizados principalmente como apoyos didácticos mediante aplicaciones enfocadas a desarrollar distintas áreas como matemáticas, español, geografía, aprender idiomas, entre otras. El uso de dispositivos móviles como herramientas de apoyo en el proceso de aprendizaje es conocido como *m-learning*.

Algunos autores han estudiado el efecto del *m-learning* en el proceso de aprendizaje; los resultados reportados no son concluyentes respecto al impacto que tiene en el desempeño académico de los estudiantes (destacan características positivas y negativas sobre su uso).

Por otro lado, el aprendizaje puede dividirse en dos partes: el conocimiento formado por procedimientos, reglas, leyes, definiciones, etc.; y la segunda las habilidades involucradas. Estas últimas normalmente no son consideradas por los programadores al momento de diseñar una aplicación de aprendizaje. En consecuencia, hay autores que reportan que hoy en día las nuevas generaciones que crecieron con el uso del *m-learning* presentan un decremento en sus habilidades cognitivas y aritméticas en comparación a generaciones más adultas.

Para los programadores o diseñadores crear aplicaciones educativas eficientes que apoyen el proceso de aprendizaje es un reto. El proceso de diseño de aplicaciones de *m-learning* requiere conocer y estudiar la relación de todos los componentes involucrados en el proceso de aprendizaje (específicamente habilidades y estímulos) para emplear el tipo de *representación de contenidos de aprendizaje* (RCA) más adecuado a dicha tarea. El RCA es una combinación de estímulos visuales, auditivos y táctiles para la presentación de distintos contenidos de aprendizaje. Por lo que un desarrollador de aplicaciones debería de considerar todos estos elementos para su correcta integración en una aplicación que cumpla con la tarea de aprendizaje para la que fue diseñada, sin embargo hay poca documentación, guías de diseño, mejores prácticas o estudios científicos al respecto.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente proyecto de investigación es diseñar, implementar y evaluar una metodología para el desarrollo de aplicaciones de *m-learning* que considere la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil.

La metodología propuesta consta de cinco pasos: identificación de las habilidades involucradas, identificación de las sub-habilidades primarias, diagnóstico y evaluación de los modos de interacción posibles para cada sub-habilidad, diseño de las estrategias de interacción y aplicación.

---

La metodología propuesta fue implementada con el caso práctico de memorizar vocabulario en una segunda lengua. Para evaluar esta metodología se realizó un experimento en el que participaron 40 alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México. Empleando la metodología se desarrolló una aplicación de *m-learning* que permitía a los alumnos aprender mediante dos métodos, uno era el *RCA síncrono* que promueve una estrategia de aprendizaje no autoregulado y el *RCA asíncrono*, que promueve una estrategia de aprendizaje autoregulado. Los resultados demostraron que los estudiantes que usaron el *RCA asíncrono* obtienen mejor desempeño académico en comparación con lo que usaron el *RCA síncrono*.

Los resultados obtenidos en el experimento permiten validar que la metodología propuesta permite identificar los modos de interacción que favorecen el desempeño académico de los estudiantes. De esta forma el uso de la metodología propuesta como guía para los desarrolladores de aplicaciones educativas no solo les permitirá identificar el tipo de RCA adecuado para la tarea de aprendizaje, sino que también les permite delimitar el alcance de la aplicación al definir correctamente dicha tarea.

Finalmente, los resultados de esta investigación no pueden generalizarse por lo que se propone como trabajo a futuro continuar aplicando la metodología propuesta con diferentes tareas de aprendizaje que involucren distintas habilidades.

## **PALABRAS CLAVE**

m-learning, estrategias de aprendizaje, aprendizaje móvil, tecnología educativa

# Índice general

1. Protocolo actualizado	1
2. Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje	21
3. Exploring the Effect of Asynchronous and Synchronous Multimodal Learning Strategies in M-learning for Learning New Vocabulary Task	23
4. Discusión y conclusiones	27

## ÍNDICE GENERAL

---

# Capítulo 1

## Protocolo actualizado

Este capítulo presenta una actualización del protocolo de investigación que sentó las bases de esta investigación y el cual fue registrado ante la Secretaría de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México con número de registro DCISDI-0117 con fecha de 20 de junio de 2017.

# 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

## 1.1 Introducción

En los últimos años el uso de dispositivos móviles en la educación y el aula de clase se ha incrementado debido a la facilidad para consultar todo tipo de información y la posibilidad de comunicación y colaboración sin estar sujetos a un horario y ubicación fija. El uso de la tecnología móvil con fines educativos se conoce como *aprendizaje móvil* (en inglés *m-learning*). Ally y Samaka [1] definen al *m-learning* como el proceso educativo que se produce cuando un estudiante no se encuentra en una ubicación fija y predeterminada. Adicionalmente, Elkheir y Mutalib [2] resaltan la posibilidad de usar el *m-learning* para generar nuevas experiencias de aprendizaje debido a las características inherentes a los dispositivos (como la interacción táctil junto con el uso de elementos multimedia). En este proyecto se define al *aprendizaje móvil* como el proceso que permite aprender el contenido y desarrollar las habilidades involucradas en una tarea educativa mediante el uso de la tecnología móvil empleando los tipos de *representación de contenidos de aprendizaje* (RCA) adecuados.

Algunos autores [3]–[6] han estudiado la interacción entre los seres humanos y la tecnología móvil, lo cual ha generado cambios en el comportamiento en diferentes contextos sociales, por ejemplo en la inmediatez de la comunicación entre personas en lugares distantes geográficamente. En el ámbito educativo algunos autores han identificado que el uso de dispositivos móviles (*m-learning*) tiene un impacto negativo en el desarrollo de algunas habilidades de los estudiantes. Por ejemplo, durante el proceso de consultar un tema en Internet, para el cerebro es más fácil recordar el patrón de búsqueda en lugar de la información; lo que favorece el desarrollo de las habilidades procedurales, mientras que por el contrario, las habilidades cognitivas han mermado su desarrollo debido a procesos de reconfiguración que experimenta el cerebro debido a la estimulación que generan estos dispositivos [7]. Sin embargo, el estudio del impacto del *m-learning* en el proceso de aprendizaje puede considerarse en desarrollo debido a que los resultados reportados son ambiguos.

Por otro lado, la comunidad de desarrolladores ha puesto a disposición de los educadores varios recursos educativos de *m-learning* para ser utilizadas como apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, aunque algunos autores [8]–[11] han estudiado el impacto que tiene el uso de esta tecnología en el desempeño de los estudiantes y su aceptación, es importante mencionar que dichos estudios no analizan cómo se desarrollan las habilidades involucradas, ni se considera la forma en que el estudiante aprende y/o realiza la tarea de aprendizaje. Este hecho podría explicar porque los resultados no son concluyentes ya que no en todos los casos los resultados son favorables.

Por lo anterior surge la necesidad de establecer lineamientos o guías de diseño que ayuden a los desarrolladores a diseñar aplicaciones educativas que no solo se centren en transmitir la información, sino que también favorezcan el desarrollo de las habilidades involucradas en la tarea de aprendizaje. Además, el desarrollador debe considerar los estímulos que favorecen el proceso de aprendizaje para su integración en la aplicación debido a que el



---

contexto de uso es muy amplio y la digitalización de una actividad parece ser insuficiente para que un individuo adquiera una habilidad en específico. Entendiendo por *digitalizar una actividad* al proceso de ejecutar una tarea o actividad a través del uso de algún dispositivo electrónico sin considerar las habilidades involucradas. Por ejemplo, si la actividad es la resolución de sumas mediante el uso de lápiz y papel, la digitalización de esta actividad involucra solamente representar y resolver dicha actividad a través de un dispositivo electrónico (como una computadora, tableta o dispositivo móvil).

El presente proyecto de investigación propone desarrollar una metodología para diseñar aplicaciones de *m-learning* que considere la relación entre la tarea de aprendizaje, las habilidades involucradas y los estímulos inherentes a la tecnología móvil para la *representación de contenidos de aprendizaje*. Esto con el objetivo de que los programadores de aplicaciones puedan identificar las modalidades de interacción que favorezcan a la tarea de aprendizaje. Para llevar a cabo este proyecto se considera como población de estudio a alumnos inscritos en alguna de las licenciaturas que se imparten en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

## 1.2 Antecedentes

Hoy en día es común observar el uso de la tecnología en el aula de clases, desde el clásico laboratorio de cómputo, pasando por el video proyector, pizarrón electrónico, conectividad a Internet y el uso de dispositivos móviles para que los alumnos puedan interactuar con diferentes contenidos de aprendizaje.

Podría parecer que la presencia de la tecnología en el aula de clases es un fenómeno reciente, sin embargo, su uso se remonta a los orígenes de la radio y la posterior aparición de la televisión para la distribución de contenidos de entrenamiento. Con el paso del tiempo la televisión también fue empleada para la reproducción de contenidos de aprendizaje en sitios donde no podía haber un profesor en clases presenciales, dando origen a la *educación a distancia* [12].

Con el continuo avance de la tecnología y la expansión del uso de las redes de telecomunicaciones, *la educación a distancia* se adaptó a las nuevas tecnologías, dando origen al *aprendizaje electrónico (e-learning, en inglés)*. El *e-learning* se define como la combinación de estrategias de aprendizaje que utilizan la tecnología como medio para la reproducción de contenidos educativos a distancia [13][14]. Su uso está limitado a los lugares donde se cuenta con laboratorios de cómputo y enlaces a Internet.

El desarrollo de redes de datos inalámbricas ha permitido la conexión de tabletas electrónicas y teléfonos inteligentes a Internet con la capacidad de acceder a diversos contenidos educativos en cualquier momento y lugar [13]. Este fenómeno da origen a un nuevo tipo de aprendizaje a distancia denominado *aprendizaje móvil (m-learning en inglés)*. Elkheir y Mutalib [2] definen al *m-learning* como:

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

1. La combinación de *e-learning* y computo móvil.
2. Un tipo de *e-learning* que mezcla tecnología móvil e inalámbrica para ofrecer experiencias de aprendizaje en cualquier momento y lugar.
3. La intersección de computo móvil y *e-learning*.

Ally y Samaka [1] agregan a la definición de *m-learning* lo siguiente “...cualquier tipo de aprendizaje que se produce cuando el alumno no se encuentra en una ubicación fija y predeterminada; o el aprendizaje que se produce mediante las tecnologías móviles sin estar en un aula de clases”. Además, Terras y Ramsay [14], resaltan que más allá de las ventajas antes señaladas, es importante comprender que la tecnología es un medio para generar experiencias que faciliten y mejoren el proceso de aprendizaje del estudiante.

En el caso de México, el 67 % de la población mexicana tiene la posibilidad de conectarse a Internet lo que representa 75.8 millones de internautas, de los cuales el 90 % posee un dispositivo móvil [15]. La Oficina de Publicidad Interactiva (IAB por su nombre en inglés Interactive Advertising Bureau) en un estudio sobre el consumo de medios y dispositivos entre internautas mexicanos [16][17] identificó que el 84% de los mexicanos que tienen acceso a Internet han tomado un curso en línea. En consecuencia, para los desarrolladores resulta atractivo la creación de contenido y aplicaciones de *m-learning* debido a los potenciales ingresos que este mercado puede generar. Sin embargo, desde el punto de vista educativo, estudiar el impacto del *m-learning* resulta interesante, porque el uso de la tecnología aún enfrenta diversos desafíos debido a que ningún estudio reporta resultados contundentes sobre su impacto en el desempeño estudiantil y cómo influye en el desarrollo de las habilidades involucradas en la tarea de aprendizaje.

Para Terras y Ramsay [14] los resultados obtenidos son consecuencia de no considerar la naturaleza finita de los recursos cognitivos humanos particularmente la atención y la memoria de trabajo (también llamada memoria a corto plazo), elementos fundamentales para el aprendizaje. Además, guardar información en nuestra memoria de largo plazo no solo depende del número de veces que se estén en contacto con aquello que se quiere aprender, por el contrario, depende de su naturaleza contextual. Woike, Bender y Besner [18] mencionan que cada vez que los estudiantes interactúan con el material educativo se genera una reorganización interna para mejorar la comprensión.

Actualmente, no hay un estudio formal que indique a los desarrolladores de aplicaciones de *m-learning* como identificar los tipos de representación de contenidos de aprendizaje que favorezcan al objetivo de la tarea de aprendizaje. Esto con la finalidad de crear aplicaciones de *m-learning* que consideren los recursos cognitivos humanos necesarios para la adquisición de conocimiento (como la atención y la memoria). Por esta razón, surge la necesidad de estudiar con más detalle cómo influye la combinación de distintos estímulos (visual, auditivo y táctil) en la representación de contenidos empleando dispositivos móviles en una tarea de aprendizaje cognitiva. En el contexto de este estudio se consideran como dispositivos móviles al conjunto de dispositivos electrónicos que tienen

la capacidad de procesamiento y pueden conectarse a una red inalámbrica como es el caso de los teléfonos inteligentes y tabletas.

En este trabajo se considera al *aprendizaje móvil* como un proceso que involucra el procesamiento introspectivo de la información junto con la percepción de estímulos multimodales [19]. Por otra parte, Bond [20] lo describe como la reorganización de las estructuras cognitivas del individuo que promueven un cambio de conducta en la reacción a una situación o estímulo, dicho cambio puede ser relativamente permanente una vez que se ha aprendido [21].

Illeris [22] descompone el *aprendizaje móvil* en tres dimensiones: contenido, incentivo e interacción. El *contenido* es aquello que se desea aprender y para facilitar su comprensión suele dividirse en conocimiento y habilidades [23]. El contenido debe estar diseñado para contribuir a la construcción y fortalecimiento de la comprensión del estudiante. Por su parte, los *incentivos* proporcionan una ayuda que dirige la energía mental necesaria para que el proceso de aprendizaje tenga lugar y hace de las emociones y sentimientos, la motivación y la voluntad. Por último, la *interacción* es aquella que proporciona los estímulos que detonan el proceso de aprendizaje, debido a que permite la participación de los estudiantes en actividades que posibilitan experimentar, imitar, entender y percibir su entorno. A diferencia del *contenido*, una *habilidad* se desarrolla mediante la práctica y el intercambio de información con su entorno, de tal forma que promueve el fortalecimiento de una o varias habilidades, es decir las habilidades pueden ser adquiridas y/o desarrolladas por la práctica [23].

Edgar Dale [24] propuso uno de los primeros modelos pedagógicos que explica el impacto de la interacción del estudiante con distintas formas de aprendizaje, el cual ayuda a comprender como los individuos recuerdan el contenido con base en la presentación de la información y la experiencia o actividad que deben enfrentar en el proceso de aprendizaje (ver Imagen 1).



Imagen 1 Cono del aprendizaje propuesto por Edgar Dale en 1954 (adaptado de Dale [24]).

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

De acuerdo al Cono del Aprendizaje de Dale [24] mostrado en la Imagen 1, se puede clasificar el nivel de participación del estudiante durante el proceso de aprendizaje en:

*Aprendizaje pasivo:* se distingue por que el sujeto no se involucra activamente en el proceso de aprendizaje, es decir, solo presta atención a la información presentada como texto, imágenes, audio o la combinación de las anteriores que resultan ajenos a su vida cotidiana lo que limita su capacidad de aprendizaje.

*Aprendizaje activo:* este promueve generar experiencias didácticas que se acerquen al contexto del mundo real, de forma que es posible relacionar las vivencias personales, con el conocimiento previo/actual, debido a que el estudiante aprende haciendo, lo que le ayuda a recuperar el contenido con mayor facilidad.

En el contexto del *m-learning* se puede concluir que el modelo de Dale sugiere que para el aprendizaje de contenido un individuo debe participar de forma activa en la actividad de aprendizaje, es decir aprende haciendo. En otras palabras, el RCA empleado en la aplicación de *m-learning* debe permitir que el estudiante pueda interactuar de forma activa con el contenido para cumplir con el objetivo de enseñanza.

Otro modelo utilizado para la modelación del proceso de aprendizaje es la *Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia* (CTML por sus siglas en inglés). En esta teoría, Mayer [25] define al *aprendizaje multimedia* como la presentación de contenido utilizando texto impreso o hablado (información verbal) e imágenes, gráficos, mapas, animaciones, o video (información visual) con la intención de favorecer el aprendizaje. Mayer denominó *aprendizaje de dos canales* a la combinación de las representaciones visual y verbal.

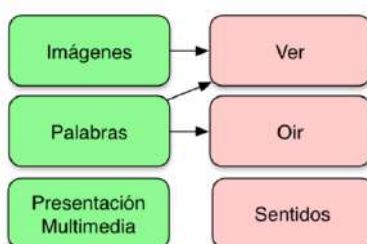


Imagen 1 Modelo de Mayer para el aprendizaje de dos canales[25]

La Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia consta de los siguientes elementos:

1. La forma en la que se accede a los contenidos: la cual define el tipo de dispositivo que interviene en la presentación del material (e.g. altavoces, pantalla, etc.).
2. El modo de presentación del material: el cual está asociado a los dos canales de aprendizaje utilizados para presentar la información que puede ser verbal, auditivo o ambos.
3. La modalidad sensorial: esta se centra en los receptores sensoriales que el estudiante utiliza para percibir el contenido que puede ser por el canal visual, auditivo o ambos.

---

Si bien, la *Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia* considera que el uso de la multimedia en la educación fomenta el aprendizaje haciendo uso de palabras, imágenes y sonidos, la limitación de este modelo al compararse con el Cono del Aprendizaje de Dale es que el nivel de participación que propicia es un aprendizaje pasivo (el alumno solo se dedica a escuchar y ver durante el proceso de aprendizaje). Además, el modelo de Mayer contempla solamente dos de los tres componentes del aprendizaje móvil, en este caso contenido e incentivo.

Por otro lado, para facilitar la comprensión de los factores involucrados en el aprendizaje, Rodríguez[26], Alkialbi [27] y Hegelheimer et al. [28] proponen que una tarea de aprendizaje puede descomponerse en un conjunto de *habilidades primarias y secundarias*, esta descomposición permite identificar el papel que juega cada habilidad en el desempeño de dicha tarea.

Las *habilidades primarias* son aquellas que permiten relacionarnos con nuestro entorno. Ejemplo de habilidades primarias son: las habilidades perceptivas (ayudan a reconocer la información sensorial, producida por diferentes estímulos provenientes del exterior), las habilidades motoras (permiten controlar los músculos para realizar movimientos coordinados y precisos), las habilidades verbales (permiten la expresión y transmisión de datos), las habilidades cognitivas (permiten procesar la información sensorial y eventualmente aprenden a evaluar, analizar, recordar, hacer comparaciones y entender la causa y efecto), las habilidades procedimentales (apoyan el conocimiento del procedimiento de una tarea en específico) entre otras.

Las *habilidades secundarias* se desarrollan con base a la combinación e integración de las habilidades primarias, permitiendo crear competencias más complejas para la ejecución de la tarea encomendada. Algunos ejemplos de habilidades secundarias son: escribir, leer, realizar operaciones numéricas, entre otras que; por sí mismas reflejan el desarrollo de habilidades primarias y se puede establecer una relación muchas a muchos entre los dos tipos de habilidades. Cada habilidad secundaria comprende numerosas habilidades primarias, y cada habilidad primaria puede ser una parte de diversas habilidades secundarias.

Rodríguez[26], Alkialbi [27] y Hegelheimer et al. [28] establecen que durante un proceso de aprendizaje es necesario identificar las principales habilidades que integran la tarea de aprendizaje y en consecuencia debe de considerarse el desarrollo de dichas habilidades al enseñar o entrenar dicha tarea. Adicionalmente, Ritter et. al [29] proponen la descomposición jerárquica de una tarea en habilidades primarias y secundarias con la finalidad de identificar características muy específicas de una tarea.

Dos ejemplos de descomposición de tareas de aprendizaje en habilidades primarias y secundarias se muestra en la Imagen 2, donde la primer tarea es realizar la suma de dos número y la segunda consiste en escribir una palabra. Es importante considerar que una

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

habilidad puede ser empleada para más de una tarea, por ejemplo en la Imagen 2 se puede observar que la memoria (habilidad primaria) se presenta en ambas tareas.

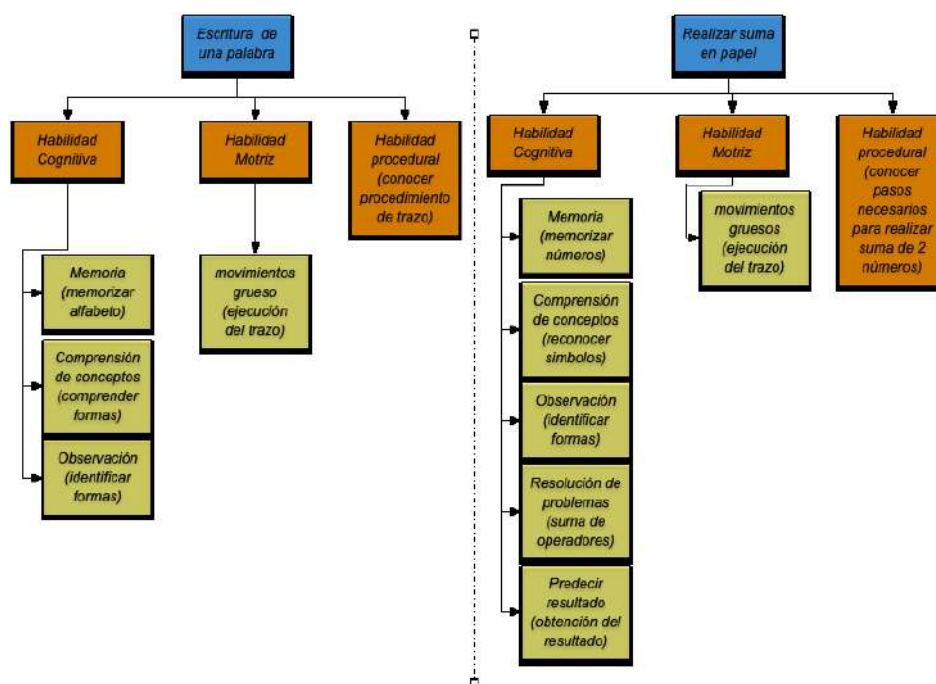


Imagen 2 Descomposición de tareas (en color azul la tarea, en color naranja la habilidad primaria y en color amarillo la habilidad secundaria).

Para los seres humanos resulta natural interactuar con su entorno a través de sus sentidos, los cuales posibilitan distintos modos de comunicación, que bien pueden ser mediante el habla, movimientos corporales, texto, imágenes y que están asociados a la percepción de sus sentidos permitiendo conocer e interactuar en su entorno. En el caso específico del *m-learning*, se puede considerar que la *modalidad* se refiere a la combinación de los modos de interacción entre los seres humanos y los dispositivos móviles, dicha interacción puede ser visual, auditiva y/o táctil. De acuerdo con Illeris [22], la *interacción* es la tercera componente que debe ser considerada en el proceso de aprendizaje.

A diferencia del *aprendizaje multimedia*, el uso de dispositivos móviles permite la interacción con pantallas sensibles al tacto, modificando la forma de comunicación entre el sujeto y el dispositivo. Si bien los canales visual y auditivo prevalecen, el táctil sustituye a los teclados y el ratón reemplazándolos por toques cortos, largos o gestos. Esta interacción en algunos casos podría requerir de habilidades motrices que el sujeto debe aprender y desarrollar para una interacción eficiente con el dispositivo, sin embargo, estas habilidades motrices pueden tener un impacto negativo en el desarrollo de la habilidad cognitiva (relegando su importancia a un segundo plano). Debido a lo fácil que resulta utilizar la interacción táctil en los dispositivos móviles, este tipo de comunicación fomenta

---

que los usuarios realicen varias tareas al mismo tiempo. De acuerdo con Chen [30] al proceso de realizar más de una tarea al mismo tiempo se le conoce como *multitarea* (*multitasking* en inglés). Junco y Cotten [31] definen *multitarea* como el proceso de atención dividida y no secuencial. Su definición se basa en la descomposición que realizó Chun et al. [32] donde observaron que la atención se divide y se conmuta dependiendo de las tareas que el individuo realice, de esta forma la atención del usuario no está totalmente enfocada a la tarea de aprendizaje, por lo que debe de evitarse en medida de lo posible.

Debido a que el aprendizaje es un proceso interno de elaboración y adquisición de la información [22] de capacidad limitada [33], resulta trascendental entender algunos de los procesos que ocurren en el cerebro. Dichos procesos son relevantes en el desarrollo del aprendizaje, de tal forma que puedan integrarse en el diseño de aplicaciones, de manera general el cerebro procesa la información en tres estructuras diferentes:

- a) *Memoria sensorial*: encargada de procesar la información que proviene de los estímulos visuales, auditivos y táctiles que recibe el sujeto sin asignarle algún significado [34] [33].
- b) *Memoria de trabajo (o memoria de corto plazo)*: manipula la información de la *memoria sensorial* para retenerla por periodos cortos. La manipulación de la información está relacionada con la actividad que se realiza de forma consciente para asignarle un significado [35]. Debe de considerarse la cantidad de estímulos que recibe el individuo para no saturar su capacidad cognitiva de procesamiento de información [33]. Esta cantidad de estímulos es conocida como la *carga cognitiva* y está relacionada con la demanda de recursos de la memoria de trabajo que son requeridos para aprender una tarea.
- c) *Memoria de largo plazo*: su labor es almacenar la información con significado obtenida a través de la memoria de trabajo. Esta información es diversa y relacionada con hechos, conceptos, datos, imágenes, recuerdos y procedimientos, entre otros aspectos. Se organiza y almacena la información en *esquemas* que permiten procesar más información para crear pedazos más grandes de empaquetamiento [33].

De acuerdo con Paas et al. [36] las *cargas cognitivas* se clasifican de la siguiente manera:

- a) *Carga cognitiva intrínseca*: es el conjunto de estímulos que dependen de la complejidad inherente a la tarea. Están constituidos por dos factores, la agilidad de estudiante y el contenido presentado al estudiante, por ejemplo, mostrar un contenido mediante texto y el estímulo visual requiere la decodificación de la información para su comprensión y almacenamiento en la memoria de trabajo.
- b) *Carga cognitiva extrínsecas*: es la carga innecesaria que satura a la memoria de trabajo, es decir, es el conjunto de aquellos elementos que no son necesarios para

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

el proceso de aprendizaje y que distraen al estudiante, por ejemplo, mostrar contenido visual no relacionado con la tarea de aprendizaje o algún estímulo exterior (como música exterior).

- c) *Cargas cognitivas relevantes*: es el conjunto de estímulos responsables de generar el aprendizaje, están relacionados a la manera en que la información se presenta y el modo de interacción empleado para desarrollar la tarea de aprendizaje, por ejemplo, un conjunto de material multimedia (visual y auditivo) estrechamente relacionado con la tarea.

Como se puede ver en las clasificaciones anteriores dos aspectos importantes del aprendizaje es la *temporalidad* en la que se puede retener la información y las *cargas cognitivas* (cantidad de información) asociadas a la tarea de aprendizaje. Es importante establecer que los *estímulos* son aditivos, lo que permite realizar combinaciones de ellos. Sin embargo, una mala gestión de los *estímulos y/o cargas cognitivas* podría impactar de manera negativa en el desempeño del estudiante. Debido a la capacidad limitada del sujeto para codificar un conjunto de estímulos resulta importante identificar aquellos que favorecen la retención de la información (contenido) sin saturar la capacidad de procesamiento de la memoria de trabajo. Esta capacidad limitada del sujeto debe considerarse al seleccionar el RCA adecuado durante el diseño de una aplicación de *m-learning*.

Dentro del ámbito de este proyecto de investigación se considera trabajar solo con la memoria a corto plazo y con *cargas intrínsecas y relevantes* (como el texto, imágenes, animaciones, audios y la interacción entre el usuario y el dispositivo). Esto con la finalidad de identificar a los estímulos que brinden los mejores resultados en el desempeño del estudiante para la tarea de aprendizaje seleccionada.

### 1.3 Estado del arte

La tecnología de los dispositivos móviles cambia a un ritmo vertiginoso, año con año los fabricantes mejoran las especificaciones y los precios disminuyen lo que los hace más accesibles para los usuarios [2] y lo que permite su integración en las labores cotidianas.

La educación no es la excepción, en un estudio conducido por Hamdani [37] los participantes reportaron, que el uso de los dispositivos móviles les ayudaron a promover sus habilidades de pensamiento y a cooperar con sus pares, concluyendo que los dispositivos móviles pueden ser usados en la educación como mediadores en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, Fried [10] menciona que los dispositivos móviles pueden incrementar la motivación de los estudiantes durante la clase.

Elkheur et al. [2] mencionan que los teléfonos móviles y tabletas se ha convertido en la plataforma más común para el *m-learning*, utilizar estas herramientas supondría que los alumnos se interesen en algún tema y por consecuencia los alumnos destinen más tiempo



---

en éste. Sin embargo, Issa e Isaias y Baron [38][39] identifican algunos factores positivos y negativos en el uso de dispositivos móviles conectados a Internet en las generaciones en el rango de edad entre los 20 y 30 años (comúnmente denominados Millennials [40]) y su desarrollo cognitivo en el ambiente educativo y laboral, categorizando los factores en cognitivo, social y físicos.

Dentro de los factores positivos en el uso de dispositivos móviles se concluye que es posible fomentar la comunicación y colaboración entre individuos sin importar el lugar donde se encuentren [41]. Otra ventaja del uso de la tecnología es, que se puede buscar información y obtener resultados de manera rápida.

Sin embargo, el uso de dispositivos móviles e Internet tiene la desventaja que en algunos casos debido a la rapidez con la que se realiza la búsqueda, el usuario no recuerda el resultado obtenido (lo que puede crear conexiones mentales de memoria débiles). Por ejemplo, los estudios de Issa e Isaias y Baron [38][39] demuestran un impacto negativo en el desarrollo de habilidades cognitivas básicas como la memoria, debido a que el cerebro se adapta a los estímulos del ambiente, formando conexiones mentales no deseadas y delegando a la tecnología tareas que exigen recordar datos importantes. En consecuencia, para el usuario es más fácil recordar un patrón de búsqueda (habilidad procedural), que el resultado por sí mismo (habilidad cognitiva), es decir nuestro cerebro “se ha adaptado al uso de la tecnología”. Como consecuencia de esta adaptación, la memoria delega a la tecnología el “esfuerzo” de recordar, a este comportamiento se le conoce como *memoria transaccional* (en inglés llamada *transactive memory*). Además, este hecho puede crear en el usuario un falso sentimiento de conocimiento sobre temas que ha investigado debido a búsquedas realizadas por Internet. Este comportamiento lo define Issa e Isaias [38] como *pensamiento superficial*.

Otra desventaja de los dispositivos móviles es el fomento a las actividades multitarea, lo cual debe de evitarse durante el proceso de aprendizaje [39]. Posner [43] establece que las personas tienen límites al procesar información cuando realizan tareas simultáneas (multitarea), dado que las personas no pueden realizar más de una tarea al mismo tiempo, su atención se divide y conmuta rápidamente entre las distintas tareas. Dicho de otra manera, los seres humanos solo pueden procesar un estímulo a la vez cambiando rápidamente de estímulo. Posner menciona que debido a la tecnología ahora los usuarios pueden atender múltiples pantallas (e.g. textear, consultar redes sociales, escuchar música entre otras) durante el proceso de aprendizaje. Sin embargo, el problema es que un individuo que tiene la confianza de poder realizar múltiples tareas al mismo tiempo obtiene un peor desempeño académico en comparación a personas que realizan solo la actividad de aprendizaje.

Es común que los preadolescentes y adolescentes creen que realizar multitareas no afecta la calidad y resultado del aprendizaje. Lo que concuerda con Lee et al. [44] ya que un individuo retiene menos información cuando realiza más de una tarea al mismo tiempo. De igual forma los estudios de Sana et al. [8], Terry et al. [45] y Chen y Yan [11] concuerdan

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

que estos dispositivos en el aula de clases provocan distracción y por consecuencia el uso de estos dispositivos durante el proceso de aprendizaje debe ser regulado.

Por otro lado, existe una excepción, ya que contrario a otros autores (mencionados anteriormente) Baron [39] reporta que los juegos donde se debe solucionar retos y tomar decisiones, permiten el desarrollo de habilidades como la sensibilidad visual y la velocidad de procesamiento. Además, a nivel neurológico se han observado cambios relacionados con la atención y las funciones sensoriomotoras. Tanto Tomayess Issa y Pedro Isaias como Baron [38][39] detectan problemas con el uso de la tecnología en el aspecto social y físico del individuo (llegando a tener nula comunicación cara a cara), lo que impacta en la percepción de soledad y el aislamiento, así como enfermedades relacionadas al sedentarismo.

Como se menciona en párrafos anteriores, la revisión de la literatura muestra resultados divergentes con respecto al impacto de la tecnología en el proceso de aprendizaje. La Tabla 1 concentra los estudios realizados por diversos autores respecto a este tema y se puede percibir, que algunos obtienen resultados poco satisfactorios y en contraste otros observan mejoras en el aprendizaje.

Resultados negativos	
Autor	Resultado
Carrie B. Fried [10]	Negativamente relacionado al aprendizaje.
Falah et al. [9]	Uso de dispositivo móvil causa distracción.
Lee et al. [44]	Multitarea interfiere con la adquisición de conocimiento.
Bowman et al. [46]	Estudiantes multitarea requieren más tiempo para realizar una tarea académica.
Wood et al. [6]	La práctica de la multitarea no aumenta el rendimiento académico.
Sana et al. [8]	La comprensión se deteriora al realizar múltiples tareas durante el aprendizaje.
Resultados positivos	
Autor	Resultado
Pitchford [47]	Uso de tabletas ayudo en el desempeño en matemáticas de niños en primaria.
Bullock et al. [48]	La forma en que los niños interactúan con la aplicación puede mejorar o dificultar su aprendizaje.
He et al. [49]	Demuestra que el uso de videos mejoró el desempeño de alumnos en un curso de química.
Chen y Yan [30]	La multitarea puede prevenirse e intervenir con diferentes estrategias.

*Tabla 1. Estudios realizados por diversos autores sobre el impacto de la tecnología en el aprendizaje.*

---

Un ejemplo del contraste de resultados mostrados en la Tabla 1, es el estudio de He et al. [49] en el que un grupo de estudiantes mejoraron su desempeño académico en un curso de Química, mediante el uso de videos que explicaban los temas que más se les complicaban a los alumnos. Los videos se enfocaban en mejorar el pensamiento crítico, el análisis de problemas y su solución, estos videos se consultaban mediante una plataforma de m-learning.

Por otra parte, en el trabajo de Chen y Yan [30] se encontró que existen diversos componentes que pueden afectar el aprendizaje, cuando se tiene un dispositivo móvil en el aula. Uno de los resultados demuestra que los dispositivos móviles son una fuente de distracción, particularmente en teléfonos inteligentes, se presenta el problema de los mensajes instantáneos y su relación con el bajo rendimiento respecto a personas que dividen su atención en clase o el uso de redes sociales que la misma forma afectan en la atención. Chen y Yan [30] también observaron que, si la tarea es la lectura y el uso de mensajeros instantáneos, el tiempo que toma finalizar la tarea es en 59% mayor, respecto a su grupo de control. Como una de las conclusiones los autores sugieren evitar la presencia de distracciones el diseño de aplicaciones de m-learning.

Con base en los resultados mostrados en la Tabla 1, se puede concluir que no existe un resultado concluyente respecto al uso de la tecnología en el aula de clases, hoy en día se puede observar que existen estudios con resultados a favor de su aplicación durante el proceso de aprendizaje, mientras que otros advierten sobre las consecuencias negativas respecto a su uso.

Por otro lado, en los últimos años en el área de diseño de juegos han tenido auge los llamados "*Juegos Serios*" (también conocidos como "juegos formativos"). Clark Abt [50] fue el primero en introducir el término *Juegos Serios* (en inglés llamados *Serious Games*), en su libro del mismo nombre menciona que este tipo de juegos están contruidos de tal manera que su objetivo no es solo entretener, si no que están diseñados de tal forma que pueden entrenar a los usuarios, adaptarse a sus habilidades además de poder retroalimentar dependiendo de las acciones y decisiones que el usuario tome en este tipo de juegos, como lo establece Vik [51]. Ritterfeld et al. [52], [53] mencionan que el juego para los niños está asociado con el aprendizaje, haciendo énfasis en el hecho de que los niños exploran y aculturán el mundo mediante el juego, extendiendo sus habilidades y competencias y experimentando su personalidad, pensamiento, sentimientos y cognición. Vik [51] establece que estos *Juegos Serios* permiten utilizar las habilidades cognitivas secundarias como herramientas que les permitan resolver retos, buscar la mejor solución a los escenarios dentro del juego y poder visualizar los problemas de manera general, debido a su alto grado de inmersión.

Una de las ventajas de estos juegos es que permiten simular escenarios de la vida real y crear entornos seguros en que pueden realizar entrenamientos, sin destruir el mundo real mediante la integración de distintos dispositivos y tecnologías (e.g. Realidad Virtual, retroalimentación háptica), pero un punto en contra es la dependencia de los usuarios a la

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

tecnología, lo que puede inhibir su capacidad de realizar alguna tarea en ausencia de ella (Rodríguez [26]). Pozzi [5], Wood et al. [6], Chen [30], y Elkheir [2] establecen que los estudios relacionados con el impacto del uso de *Juegos Serios* para desarrollar habilidades se encuentran en una etapa temprana y es necesario realizar nuevos estudios que permitan comprender mejor su aplicación en el aprendizaje mediante el uso de dispositivos móviles.

### 1.4 Planteamiento del problema

En resumen, la revisión del estado del arte muestra resultados divergentes con respecto al impacto de la tecnología en el proceso de aprendizaje. En el caso específico del *m-learning*, el uso de dispositivos móviles según los estudios de Issa e Isaias y Baron [38][54] demuestran un impacto negativo en el desarrollo de habilidades cognitivas básicas. Por ejemplo, la memoria debido a que el cerebro se adapta al ambiente que lo estimule, formando conexiones mentales no deseadas y delegando a la tecnología tareas que exigen recordar datos importantes. Por lo que el usuario es capaz de recordar como buscar información (habilidad procedural) pero no de recordar el resultado (habilidad cognitiva), es decir no recuerdan la información buscada.

Por su parte Fried [10] y Falah et al. [9] reportan que el uso de dispositivos móviles en clases es negativo para el aprendizaje de los alumnos debido a que producen distracción. Por lo que su uso se debe limitar y establecer maneras adecuadas de integrar este tipo de dispositivos durante el proceso de aprendizaje de forma que se minimicen sus efectos negativos.

De manera contraria, Huffman y Hahn [55] destacan que con el rápido crecimiento de aplicaciones móviles es importante identificar aplicaciones que ayuden al desarrollo de la retención de información a largo plazo. En su estudio se enfocaron a identificar procesos de aprendizaje que ayudan a la retención de vocabulario en los usuarios. Huffman y Hahn [55] detectaron las estrategias de aprendizaje que ayudaban a la memorización del vocabulario y las integraron a una aplicación. De tal forma, establecen la importancia de seleccionar una modalidad de interacción adecuada y su posterior integración con la tecnología para tener un impacto positivo en el aprendizaje. Sin embargo, no existe un estudio previo o metodología en que se demuestre como debería de llevarse a cabo dicha identificación e integración al momento de desarrollar una aplicación.

Los resultados comentados en párrafos anteriores abren una ventana de oportunidad para estudiar cómo deberían de diseñarse e implementarse las aplicaciones de *m-learning*. Por lo que este proyecto de investigación propone desarrollar una metodología para diseñar aplicaciones de *m-learning* que considere la relación entre la tarea de aprendizaje, las habilidades involucradas y los estímulos inherentes a la tecnología móvil. Posteriormente, dicha metodología será evaluada aplicándola a un caso de estudio. Este trabajo pretende aportar una guía que sirva a los programadores de aplicaciones educativas para identificar los estímulos visuales, táctiles y auditivos que favorezcan la enseñanza de un contenido específico.

---

## 1.5 Hipótesis

El desarrollo de una aplicación de *m-learning* empleando una metodología de diseño que considere la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil, permitirá identificar el tipo de representación de contenidos de aprendizaje que tenga un impacto positivo en el desempeño del estudiante.

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1 Objetivo general

Diseñar, implementar y evaluar una metodología para el desarrollo de aplicaciones de *m-learning* que considere la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil.

### 1.6.2 Objetivos específicos

- a) Identificar las principales habilidades involucradas en el proceso de aprendizaje.
- b) Seleccionar una habilidad cognitiva que pueda ser evaluada en un caso de estudio.
- c) Diseñar una metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas de *m-learning* que consideren las habilidades involucradas y los estímulos inherentes a la tarea de aprendizaje.
- d) Implementar una aplicación de *m-learning* empleando la metodología desarrollada para un caso de estudio que involucre por lo menos una habilidad cognitiva.
- e) Evaluar el impacto que tiene la aplicación de *m-learning* desarrollada en el desempeño académico de los estudiantes.
- f) Reportar los resultados encontrados durante la evaluación de la aplicación de *m-learning*.

## 1.7 Alcances y limitaciones

### 1.7.1 Alcances

1. Se estudiará la habilidad cognitiva de la memoria de trabajo debido a que es una habilidad básica que permite retener, almacenar y recuperar información y de la cual depende la memoria a largo plazo durante el proceso de aprendizaje.
2. El desarrollo del caso práctico se basará en una actividad de aprendizaje que requiera el uso de la memoria de trabajo, por ejemplo, la tarea de memorizar números o palabras.
3. Los estudios que se lleven a cabo estarán enfocados a alumnos de licenciatura de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

### 1.7.2 Limitaciones

1. No se profundizará en aspectos psicológicos para la evaluación de las estrategias de aprendizaje, ni su efecto en la memoria a largo plazo.
2. No se considera el efecto de los estímulos extrínsecos para la evaluación del impacto de la aplicación de *m-learning* desarrollada.
3. La experimentación contempla únicamente los modos de comunicación presentes en los dispositivos móviles como texto, audio, introducción de datos por teclado e interacciones como tocar, arrastrar-soltar y toque largo.
4. Debido a la naturaleza de la investigación es posible que otras habilidades distintas a la cognitiva puedan verse involucradas, pero no serán consideradas en el estudio.

### 1.8 Metodología

La Figura 3 muestra el diagrama de la metodología para llevar a cabo este proyecto y cumplir los objetivos propuestos:

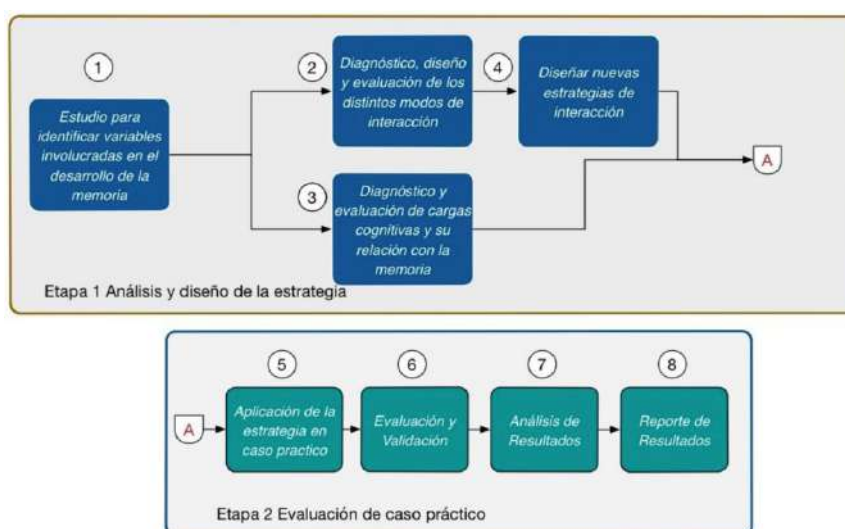


Imagen 3. Diagrama de metodología propuesta.

1. Estudiar las variables involucradas en el desarrollo de la memoria: permitirá comprender como los componentes de la memoria interactúan para retener, procesar y recuperar la información.
2. Diagnóstico, diseño y evaluación de los distintos modos de interacción: el diagnóstico permitirá conocer los distintos tipos de RCA que pueden ser implementados en la aplicación de *m-learning* considerando los estímulos inherentes a los dispositivos móviles (visual, auditivo y táctil).

- 
3. Diagnóstico y evaluación de cargas cognitivas y su relación con la memoria: de acuerdo al estado del arte, una mala gestión de las cargas cognitivas podría impactar de manera negativa en el desempeño del estudiante. Durante el desarrollo de la aplicación de *m-learning* es necesario identificar los tipos de cargas cognitivas involucrados para evitar principalmente las cargas extrínsecas que podrían distraer el proceso de aprendizaje.
  4. Diseñar nuevas estrategias de interacción: los resultados obtenidos en las fases previas serán la base para la integración de los RCA en la aplicación de *m-learning*.
  5. Aplicación de la estrategia en un caso práctico: se seleccionará un caso práctico que involucre la memoria a corto plazo. Se terminará de implementar la aplicación de *m-learning* para el caso seleccionado empleando los tipos de RCA seleccionados en las etapas anteriores.
  6. Evaluación y validación: los resultados obtenidos permitirán evaluar cada uno de los tipos de RCA propuestos para la tarea de aprendizaje seleccionada y en consecuencia validar que conjunto de estímulos es el que brinda mejor resultado en el desempeño de los estudiantes.
  7. Análisis de resultados: el análisis permitirá establecer la relación entre el tipo de interacciones y el desarrollo de la habilidad cognitiva, de tal forma que será posible establecer el impacto positivo o negativo que tienen en el desarrollo de la habilidad.
  8. Reporte de resultados: se reportarán los resultados obtenidos derivados de este proyecto de investigación.

## Referencias

- [1] M. Ally and M. Samaka, "Guidelines for Design and Implementation of Mobile Learning," *Blended Learn. Concepts, Methodol. Tools, Appl. Concepts, Methodol. Tools, Appl.*, p. 443, 2016.
- [2] Z. Elkheir and A. A. Mutalib, "Mobile Learning Applications Designing Concepts and Challenges: Survey," *RJASET*, vol. 10, no. 4, pp. 438–442, Jun. 2015.
- [3] M. Sarrab, "Exploring Major Challenges and Benefits of M-learning Adoption," *Br. J. Appl. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 826–839, 2013.
- [4] H. Ibrahim and A. S. H. Alqahtani, "The impact of adopting Web 2.0-based E-Book on student learning skills," *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Educ.*, vol. 14, no. 6, pp. 2509–2522, 2018.
- [5] F. Pozzi, "The impact of m-learning in school contexts: An inclusive perspective," in *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, 2007, pp. 748–755.
- [6] E. Wood, L. Zivcakova, P. Gentile, K. Archer, D. De Pasquale, and A. Nosko, "Examining the impact of off-task multi-tasking with technology on real-time classroom learning," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 365–374, 2012.
- [7] C. Stevens and D. Bavelier, "The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective," *Dev. Cogn. Neurosci.*, vol. 2, Supplem, pp. S30–S48, 2012.
- [8] F. Sana, T. Weston, and N. J. Cepeda, "Laptop multitasking hinders classroom learning for both users and nearby peers," *Comput. Educ.*, vol. 62, pp. 24–31, Mar. 2013.
- [9] F. Awwad, A. Ayesh, and S. Awwad, "Are Laptops Distracting Educational Tools in Classrooms," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 154–160, 2013.

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

- [10] C. B. Fried, "In-class laptop use and its effects on student learning," *Comput. Educ.*, vol. 50, no. 3, pp. 906–914, Apr. 2008.
- [11] C. C. Chang, C. A. Warden, C. Liang, and G. Y. Lin, "Effects of digital game-based learning on achievement, flow and overall cognitive load," *Australas. J. Educ. Technol.*, vol. 34, no. 4, pp. 155–167, 2018.
- [12] N. Zahan Mou and S. Uddin Rajib, "Critical Success Factors of eLearning in Distance Education Program in a Developing Country," *Am. J. Educ. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 299–303, 2019.
- [13] T. Georgiev, E. Georgieva, and A. Smrikarov, "m-learning," in *Proceedings of the 5th international conference on Computer systems and technologies*, 2004.
- [14] M. M. Terras and J. Ramsay, "The five central psychological challenges facing effective mobile learning," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 43, no. 5, pp. 820–832, 2012.
- [15] INEGI, A propósito del día internacional del internet, "Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática", México, DF, 2016.
- [16] IAB, "Estudio de consumo de medios y dispositivos," 2019.
- [17] IAB México, "Estudio de consumo de medios y dispositivos entre internautas mexicanos. Yo en el mundo de la comunicación online," 2019.
- [18] B. A. Woike, M. Bender, and N. Besner, "Implicit motivational states influence memory: Evidence for motive by state-dependent learning in personality," *J. Res. Pers.*, vol. 43, no. 1, pp. 39–48, 2009.
- [19] R. Felder, "Learning and Teaching Styles in Engineering Education," *J. Eng. Educ. -Washington-*, vol. 78, pp. 674–681, 1988.
- [20] T. G. Bond, "Piaget's Learning Theory," in *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, N. M. Seel, Ed. Boston, MA: Springer US, 2012, pp. 2634–2636.
- [21] R. R. Schmeck, *Learning strategies and learning styles*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [22] K. Illeris, *Contemporary theories of learning: learning theorists... in their own words*. Routledge, 2018.
- [23] É. Rodrigues, M. Carreira, and D. Gonçalves, "Developing a Multimodal Interface for the Elderly," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 27, pp. 359–368, 2014.
- [24] D. Edgar, *Audio-visual methods in teaching*. Rinehart a and W, 1954.
- [25] R. E. Mayer, "Multimedia learning," *Psychol. Learn. Motiv.*, vol. 41, pp. 85–139, 2002.
- [26] J. Rodriguez, "Study Of The Transfer Of Procedural And Motor Skills Using Virtual Reality For Training Industrial Maintenance And Assembly Operations," Universidad de Navarra, 2011.
- [27] "The Place of Reading Comprehension in Second Language Acquisition ةءارقلا ب ي ف باستكا تغللا تينائلا 3بلاكللا Ahmed Shakir Alkilabi تناكم باعيتسلاا," no. 31, pp. 1–23.
- [28] V. Hegelheimer, Z. Li, and A. Dursun, "CALL (Computer-Assisted Language Learning) Research," *TESOL Encycl. English Lang. Teach.*, pp. 1–9, 2018.
- [29] F. E. Ritter, J. Nerb, E. Lehtinen, and T. M. O'Shea, *In order to learn: How the sequence of topics influences learning*. Oxford University Press, 2007.
- [30] Q. Chen and Z. Yan, "Does multitasking with mobile phones affect learning? A review," *Comput. Human Behav.*, vol. 54, pp. 34–42, 2016.
- [31] R. Junco and S. R. Cotten, "No A 4 U: The relationship between multitasking and academic performance," *Comput. Educ.*, vol. 59, no. 2, pp. 505–514, 2012.
- [32] M. M. Chun, J. D. Golomb, and N. B. Turk-Browne, "A taxonomy of external and internal attention," *Annu. Rev. Psychol.*, vol. 62, pp. 73–101, 2011.
- [33] B. Nelson, B. J. Baars, and N. M. Gage, *Fundamentals of cognitive neuroscience: a beginner's guide*, vol. 75, no. 7. College of Occupational Therapists Ltd., 2012.
- [34] D. Shaffer, W. Doube, and J. Tuovinen, "Applying cognitive load theory to computer science education," in *Workshop of the Psychology of Programming Interest Group*, 2003, vol. 333, p. 346.
- [35] J. Sweller, "Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning.," in *The Cambridge handbook of multimedia learning.*, 2005, pp. 19–30.
- [36] N. P. Pitterson, S. Brown, J. Pascoe, and K. Q. Fisher, "Measuring cognitive engagement through interactive, constructive, active and passive learning activities," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 2016–Novem, 2016.
- [37] D. S. Al Hamdani, "Mobile Learning: A Good Practice," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 665–674, Nov. 2013.



- 
- [38] T. Issa and P. Isaias, "Internet factors influencing generations Y and Z in Australia and Portugal: A practical study," *Inf. Process. Manag.*, vol. 52, no. 4, pp. 592–617, 2016.
- [39] N. S. Baron, "Only Connect: What the Internet Might Be Doing to Us," *Am. J. Psychol.*, vol. 129, no. 3, pp. 337–343, 2016.
- [40] J. Coates, *Generational learning styles*. Lern books River Falls, WI, 2007.
- [41] O. for Economic Co-Operation a, *OECD The OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow*. OECD, 2013.
- [42] M. Wolf, M. Barzillai, and J. Dunne, "The importance of deep reading," *Challenging whole child reflections best Pract. Learn. teaching, Leadersh.*, vol. 130, 2009.
- [43] M. I. Posner, "Cumulative development of attentional theory.," *Am. Psychol.*, vol. 37, no. 2, p. 168, 1982.
- [44] J. Lee, L. Lin, and T. Robertson, "The impact of media multitasking on learning," *Learn. Media Technol.*, vol. 37, no. 1, pp. 94–104, Mar. 2012.
- [45] C. A. Terry, P. Mishra, and C. J. Roseth, "Preference for multitasking, technological dependency, student metacognition, & pervasive technology use: An experimental intervention," *Comput. Human Behav.*, vol. 65, pp. 241–251, Dec. 2016.
- [46] L. L. Bowman, L. E. Levine, B. M. Waite, and M. Gendron, "Can students really multitask? An experimental study of instant messaging while reading," *Comput. Educ.*, vol. 54, no. 4, pp. 927–931, 2010.
- [47] N. J. Pitchford, "Development of early mathematical skills with a tablet intervention: a randomized control trial in Malawi," *Front. Psychol.*, vol. 6, 2015.
- [48] E. P. Bullock, P. S. Moyer-Packenham, J. F. Shumway, B. MacDonald, and C. Watts, "Effective Teaching with Technology: Managing Affordances in iPad Apps to Promote Young Children's Mathematics Learning," in *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 2015, vol. 2015, no. 1, pp. 2648–2655.
- [49] Y. He, S. Swenson, and N. Lents, "Online Video Tutorials Increase Learning of Difficult Concepts in an Undergraduate Analytical Chemistry Course," *J. Chem. Educ.*, vol. 89, no. 9, pp. 1128–1132, Jul. 2012.
- [50] C. C. Abt, *Serious games*. University Press of America, 1987.
- [51] E. Vik, "State of the Art Report on Serious games : Blurring the lines between recreation and reality," 2009.
- [52] U. Ritterfeld and R. Weber, "Video games for entertainment and education," *Play. video games Motiv. responses, consequences*, pp. 399–413, 2006.
- [53] U. Ritterfeld, M. Cody, and P. Vorderer, "Serious games: Mechanisms and effects." Routledge, 2009.
- [54] N. S. Baron, "Review: Only Connect: What the Internet Might Be Doing to Us Reviewed Work(s): Mind Change: How Digital Technologies Are Leaving Their Mark on Our Brains by Susan Greenfield," *Am. J. Psychol.*, vol. 129, no. 3, pp. 337–343, 13072BC.
- [55] W. B. Huffman and S. Hahn, "Cognitive Principles in Mobile Learning Applications," *Psychology*, vol. 06, no. 04, pp. 456–463, 2015.

## 1. PROTOCOLO ACTUALIZADO

---

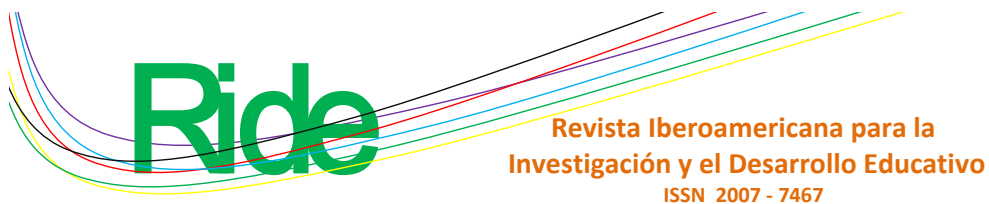
## Capítulo 2

# Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje

La metodología propuesta para el desarrollo de aplicaciones de m-learning que considera la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil fue publicada en el artículo Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento (DOI: <https://doi.org/10.23913/ride.v8i15.303>). Dicho artículo fue publicado en la revista Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE, ISSN-e 2007-7467), vol. 8, No.15, 2017, págs 363-386. Dicha revista es una publicación internacional académica, indizada y arbitrada por pares a ciegas, la cual es editada por el Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente CENID A.C. La revista RIDE desde 2017 forma parte del índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

## 2. IMPACTO DEL M-LEARNING EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

---



**Juan Pablo Coba Juárez Pegueros.**

**Presente**

La Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo RIDE, a través de la presente le informa que el resultado turnado al comité editorial y que se emitió en la etapa de revisión por pares ha sido favorable y **SIN OBSERVACIONES** al trabajo titulado **“Impacto del m-learning en el proceso de aprendizaje: habilidades y conocimiento”** De la autoría de **Juan Pablo Coba Juárez Pegueros y Jorge Rodríguez Arce.**

A partir del día 30 de Septiembre del 2017 por parte del autor le recordamos que se tienen 10 días hábiles a partir de esta fecha para realizar el pago y hacernos llegar la ficha escaneada vía correo electrónico, una vez recibido el pago se procede por parte del equipo editorial en un plazo de 15 días a realizar las revisiones ortográficas de estilo, diagramación y publicación.

Se extiende la presente a petición del interesado, para los efectos legales y formales que convengan.

ATENTAMENTE

Guadalajara, Jalisco a 30 de Septiembre del 2017

**Dr. Francisco Santillán Campos**

**Director Editor**



## Capítulo 3

# Exploring the Effect of Asynchronous and Synchronous Multimodal Learning Strategies in M-learning for Learning New Vocabulary Task

En este capítulo se presenta el documento que avala el envío de un artículo de investigación original a una revista especializada arbitrada e indexada de reconocimiento internacional de acuerdo a los requisitos indicados en el artículo 60 del Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México. El manuscrito fue enviado para su publicación a la revista “Foreign Language Annals” (ISSN: 1944-9720) de la editorial Wiley-Blackwell. Dicha publicación cuenta con un factor de impacto JCR de 1.78 (Q2) y SJR de 0.96 (Q1).

### 3. EXPLORING THE EFFECT OF ASYNCHRONOUS AND SYNCHRONOUS MULTIMODAL LEARNING STRATEGIES IN M-LEARNING FOR LEARNING NEW VOCABULARY TASK

21/2/2020

Gmail - Foreign Language Annals - Manuscript ID FLA-02-20-0033 [email ref: SE-6-a]



#### Foreign Language Annals - Manuscript ID FLA-02-20-0033 [email ref: SE-6-a]

1 mensaje

**Luke Plonsky** <onbehalf@manuscriptcentral.com>  
Responder a: lukeplonsky@gmail.com  
Para: jpc\_jp03@outlook.com  
CC: jorge.arce.mx@gmail.com

21 de febrero de 2020 a las 23:22

22-Feb-2020

Your manuscript entitled "Evaluating the Effect of Asynchronous and Synchronous Content Representation Types on The Task of Learning New Vocabulary Using M-learning" by Juárez Pegueros, Juan Pablo; Rodríguez Arce, Jorge, has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in Foreign Language Annals.

Co-authors: Please contact the Editorial Office as soon as possible if you disagree with being listed as a co-author for this manuscript.

Your manuscript ID is FLA-02-20-0033.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc.manuscriptcentral.com/flajournal> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc.manuscriptcentral.com/flajournal>.

Thank you for submitting your manuscript to Foreign Language Annals.

Sincerely,  
Foreign Language Annals Editorial Office



**DO NOT USE YOUR BROWSER BACK BUTTON.** TO EXIT THIS PAGE, PLEASE CLOSE YOUR BROWSER WINDOW OR CLICK ON THE RETURN TO DASHBOARD BUTTON, IF AVAILABLE.

## Submission Confirmation



Thank you for your submission

Submitted to	Foreign Language Annals
Manuscript ID	FLA-02-20-0033
Title	Evaluating the Effect of Asynchronous and Synchronous Content Representation Types on The Task of Learning New Vocabulary Using M-learning
Authors	Juárez Pegueros, Juan Pablo; Cobá Rodríguez Arce, Jorge
Date Submitted	22-Feb-2020



**Evaluating the Effect of Asynchronous and Synchronous Content Representation Types on The Task of Learning New Vocabulary Using M-learning**

Journal:	<i>Foreign Language Annals</i>
Manuscript ID	Draft
Wiley - Manuscript type:	Original Article
Keywords:	language learning strategies < Learner characteristics < TEACHER and LEARNER VARIABLES, learning styles and modalities < Learner characteristics < TEACHER and LEARNER VARIABLES, self-regulation < Learner characteristics < TEACHER and LEARNER VARIABLES, foreign / second language learning / acquisition < LANGUAGE ACQUISITION - GENERAL < HIGH LEVERAGE TEACHING PRACTICES, mobile-assisted language learning (MALL, m-learning) < TECHNOLOGY < HIGH LEVERAGE TEACHING PRACTICES
Abstract:	For learning new vocabulary in another language, previous studies have demonstrated that the use of m-learning is more effective as a teaching tool in comparison with the use of traditional methods. Nevertheless, there are no conclusive results about which Learning Content Representation (LCR) type is better for acquiring new vocabulary. This study addresses the question: does the LCR type have any impact on the student's academic performance using m-learning?. The authors propose two LCR types, the synchronous LCR type (S-LCR) and the asynchronous LCR type (A-LCR). The main difference between both LCR types is the learning strategy, the S-LCR type promotes a non-self-regulated strategy while the A-LCR type promotes a self-regulated strategy. An experiment was run with 40 engineering undergraduate students divided into two experimental groups. Participants had to memorize 10 words in German in 5 minutes using a mobile app. A two-sample t-test showed that there was a significant difference between the two proposed LCR types. This fact demonstrates that there is a relationship between the LCR type and the students' performance. Moreover, the A-LCR approach promotes a self-regulated strategy and allows students to become masters of their learning processes.

**3. EXPLORING THE EFFECT OF ASYNCHRONOUS AND  
SYNCHRONOUS MULTIMODAL LEARNING STRATEGIES IN  
M-LEARNING FOR LEARNING NEW VOCABULARY TASK**

---



## Capítulo 4

# Discusión y conclusiones

En este capítulo se presenta una discusión general sobre el proyecto de investigación realizado. Como parte de dicha discusión se realiza una breve explicación de como la metodología propuesta fue aplicada a un caso de estudio para su validación. En este capítulo también se mencionan las conclusiones de este proyecto.

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar una metodología para el desarrollo de aplicaciones de *m-learning* que considere la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil.

Estudios previos mencionan que el uso de la tecnología perjudica el desarrollo de las habilidades cognitivas. Por ejemplo, Baron [1] menciona que el uso del Internet ha ocasionado una reducción en la capacidad de memorizar información. Issa e Isaias [2] añaden que los adolescentes que usan la tecnología como medio de aprendizaje tienen problemas de concentración y evita que recuerden información fundamental. Lee, Lin y Robertson [3] demuestran que el uso de la tecnología puede generar un exceso de carga cognitiva en el sujeto al recibir muchos estímulos de manera simultánea, lo que puede reducir su capacidad de concentración y memorización.

En el caso del *m-learning*, el uso de dispositivos móviles permite la presentación de contenido de aprendizaje a través de estímulos visuales, auditivos y táctiles. La combinación de estos estímulos genera un espacio de *aprendizaje multimodal* para el usuario. Dicha combinación de estímulos es conocida como *Representación de Contenidos de Aprendizaje (RCA)* [4], [5]. Algunos autores como Fried [6] y Awwad, Ayesah y Awwad [7] mencionan que el uso de dispositivos móviles tiene un impacto negativo en el desempeño de los estudiantes. Sin embargo, Huffman y Hahn [8] se enfocaron a identificar los procesos de aprendizaje que favorecen al desempeño de los usuarios en una tarea de aprendizaje de vocabulario. Los autores concluyen que, si la aplicación de aprendizaje se implementa con un método de aprendizaje efectivo, entonces los alumnos que usen dicha aplicación recibirán una enseñanza efectiva independientemente de cual sea la estrategia empleada por ellos para aprender. Entendiendo entonces que para desarrollar una aplicación de *m-learning* es necesario seleccionar el RCA adecuado a la tarea que se va a enseñar.

De la revisión del estado del arte se identificó la necesidad de contar con una guía para los desarrolladores sobre cómo debería de llevarse a cabo la identificación e integración de los tipos de *RCA* que favorezcan el proceso de aprendizaje en una tarea específica. De esta forma, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo diseñar, implementar y evaluar una metodología para el desarrollo de aplicaciones de *m-learning* que considere la tarea de aprendizaje, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil.

De manera general, en el capítulo 2 de esta tesis se menciona que la metodología desarrollada fue publicada en la revista "Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo (RIDE)". La metodología propuesta para el diseño de aplicaciones de *m-learning* inicia con la definición de la *tarea de aprendizaje* para la cual se diseña dicha aplicación. En este caso la tarea seleccionada fue el aprendizaje de una segunda lengua, específicamente el idioma alemán. La metodología propuesta consta de 5 pasos que se aplican de la siguiente forma:

- 
1. **Identificación de las habilidades involucradas:** una tarea de aprendizaje puede ser modelada a partir de las habilidades que la constituyen, por ejemplo, habilidades de tipo cognitivas, motrices, procedurales, etc. Por lo que resulta necesario seleccionar aquellas que estén más relacionadas con el objetivo de la tarea de aprendizaje. En este caso, de acuerdo con Uso-Juan y Marínez-Flor [9], el aprendizaje de un idioma requiere de cuatro habilidades que son leer, escuchar, hablar y escribir.
  2. **Identificación de las sub-habilidades primarias de cada habilidad:** cada habilidad esta compuesta por distintas sub-habilidades, este proceso ayuda a identificar aquella que tiene mayor importancia en el desarrollo de la tarea de aprendizaje. Rodriguez [10] reporta resultados favorables al realizar la segmentación de habilidades de una tarea específica. En el paso anterior, se identificó que para el aprendizaje de un idioma se requieren de cuatro habilidades. Estas cuatro habilidades requieren de dos sub-habilidades que son la memorización del vocabulario y la memorización de la gramática. Siendo de esta forma la memoria (habilidad cognitiva), la habilidad principal que debe ser desarrollada. Definiendo así la tarea específica que se va a enseñar empleando la aplicación de *m-learning*, en este caso la memorización de vocabulario en alemán.
  3. **Diagnosticar y evaluar los modos de interacción posibles para cada habilidad:** los modos de interacción presentes en los dispositivos móviles son visual, auditivo y táctil y/o una combinación de ellos. Cada modo de interacción permite generar distintos estímulos para transmitir el contenido de aprendizaje al usuario, por ejemplo: texto, imágenes, audios, animaciones, entre otros. De manera adicional, la interacción táctil permite al usuario comunicarse con la aplicación mediante distintos gestos, lo que modifica el tipo de interacción entre la aplicación y el usuario. En el caso de la tarea de aprendizaje seleccionada se definieron:
    - a. *Estímulos visuales:* se brinda información de la palabra a memorizar mediante una imagen relacionada y la imagen de la palabra.
    - b. *Estímulos auditivos:* se brinda información de la palabra a memorizar mediante un audio que reproduce un sonido relaciona con la palabra.
    - c. *Estímulos táctiles:* el usuario mediante gestos de presionar una imagen en la pantalla interacciona con la aplicación.
  4. **Diseñar estrategias de interacción:** durante este paso se integran el contenido de aprendizaje y los tipos de RCA específicos para la tarea seleccionada en la aplicación. Considerando la revisión del estado de arte, Zimmerman [11] propone como método de aprendizaje de palabras un *aprendizaje autoregulado (self-regulted learning)*. De esta forma considerando los modos de interacción identificados en el paso 3 se propusieron dos tipos de RCA para dispositivos táctiles considerando los mismos estímulos visuales, auditivos y táctiles. La

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

diferencia fue la información (contenido) que recibía el usuario con cada estímulo. A continuación, se describe cada tipo de RCA:

- a. *RCA síncrono*: propone un método de aprendizaje no autoregulado. Mediante el estímulo visual se mostraba en pantalla una imagen relacionada con la palabra a memorizar y la palabra en el idioma original con su traducción al alemán. Entonces el usuario tenía que presionar el botón de Siguiente en la pantalla para que la aplicación mostrará la información de la siguiente palabra. De esta manera la estrategia de aprendizaje es la misma para todos los estudiantes, que se resumen en aprender palabra por palabra en una secuencia de orden fijo.
- b. *RCA asíncrono*: propone un método de aprendizaje autoregulado. En este caso empleando el estímulo visual se mostraba en pantalla un conjunto de imágenes de la lista de palabras que tenían que aprender. Entonces el estudiante tenía que presionar cada imagen para conocer la traducción de la palabra. Debido a que no había un orden definido para memorizar las palabras, los estudiantes tenían que desarrollar su propia estrategia de aprendizaje.

5. **Aplicación y evaluación en un caso práctico**: para seleccionar cuál de los dos tipos de RCA tiene mejor impacto en el desempeño de los estudiantes se realizó un experimento. En dicho experimento participaron 40 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México. Los estudiantes fueron divididos en dos grupos experimentales (grupo síncrono S-RCA y asíncrono A-RCA). Cada grupo fue entrenado para memorizar 10 palabras en alemán en 5 minutos. Después de los 5 minutos los estudiantes tenían que contestar un examen en el cuál se les mostraba la palabra escrita en español y ellos tenían que escribir la palabra correspondiente en alemán.

El capítulo 3 reporta el envío de un artículo a la revista “Foreign Language Annals” con los resultados de un caso de estudio aplicando la metodología propuesta. La tarea seleccionada fue el aprendizaje de vocabulario en una segunda. Como se menciona en el paso 4 de la metodología se propusieron dos tipos de RCA, uno síncrono y el otro asíncrono.

Los resultados obtenidos en el caso de estudio permiten concluir que existe una relación entre el tipo de RCA empleado y el desempeño académico del estudiante. En el caso de la tarea de memorización de vocabulario, se encontró una diferencia significativa ( $\alpha=0.05$  y  $p=0.002$ ) entre el tipo de *RCA asíncrono* y el tipo de *RCA síncrono*. Los resultados muestran evidencias de que los estudiantes que aprenden empleando el tipo de *RCA asíncrono* obtienen un mejor desempeño académico. De acuerdo con Jia, Chen Ding y Ruan [12], la adquisición de vocabulario puede ser medida a través de un examen escrito y dicha adquisición es una forma de medir la capacidad de memorización del sujeto [13], en otras palabras, se puede decir que el tipo *RCA asíncrono* fomenta el desarrollo de la habilidad de memorización del sujeto. Este hecho confirma la hipótesis propuesta para este proyecto de investigación.

---

Por otro lado, un factor al aprender vocabulario en otro idioma es que los estudiantes pueden hacer uso de la repetición como estrategia de aprendizaje. De acuerdo con el experimento realizado en este estudio, una *prueba t* de dos muestras ( $\alpha = 0.05$ ) demuestra que no existe una correlación entre el número de repeticiones de cada palabra y el rendimiento de los estudiantes al hacer uso de la estrategia de aprendizaje multimodal síncrona ( $p=0.16$ ) y en los grupos de estrategia de aprendizaje asíncrona ( $p=0.43$ ). Los resultados de este estudio contrastan con los reportados por English y Visser [15] donde mencionan que la memoria mejora con la repetición del contenido. Los resultados del caso de estudio muestran que los estudiantes con las calificaciones más altas en ambos grupos no son los que tienen el número total de repeticiones más alto. Este hecho podría significar que el aprendizaje de nuevo vocabulario no depende del número de repeticiones, sin embargo, se requiere realizar nuevos experimentos para confirmar esta hipótesis.

En general, los resultados muestran la importancia de utilizar la metodología propuesta para el desarrollo de aplicaciones de *m-learning*. Los dos tipos de RCA propuestos en el caso de estudio son viables para su implementación comercial en una aplicación móvil. Los resultados obtenidos al aplicar la metodología muestran que si de manera indiferente el desarrollador hubiera elegido un tipo de RCA síncrono (tal vez porque comercialmente es más llamativo para el usuario) de antemano está perjudicando el aprendizaje del estudiante. Al aplicar la metodología propuesta el desarrollador tiene la posibilidad de evaluar cada una de las modalidades propuestas y seleccionar la que favorezca el desempeño académico del usuario.

Además, en relación con el análisis de las habilidades involucradas es posible identificar aquella que tiene mayor importancia en la tarea de aprendizaje. Para nuestro caso práctico la memoria de corto plazo es un predictor de la adquisición de vocabulario como lo reportan Gathercole y Adams [14] y Kaushanskaya, Blumenfeld y Marian [13], de tal forma que la descomposición de una tarea de aprendizaje en habilidades y sub-habilidades permite a los desarrolladores enfocar sus esfuerzos en generar los tipos de RCA adecuados que promuevan en los estudiantes estrategias autoreguladas, evitando de esta forma la *digitalización de actividades*.

La evaluación de la metodología con el caso práctico confirma que se resuelve el problema inicial de la necesidad de estudiar cómo deberían de diseñarse e implementarse las aplicaciones de *m-learning* considerando el contenido, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil. El uso de esta metodología como guía para los desarrolladores de aplicaciones educativas no solo les permitirá identificar el tipo de RCA adecuado para la tarea de aprendizaje, sino que también les permite delimitar el alcance de la aplicación al definir correctamente la tarea de aprendizaje.

De la misma manera, con el desarrollo, implementación y evaluación de la metodología propuesta se puede confirmar la hipótesis de este estudio. La metodología propuesta al ser evaluada en el caso práctico permitió identificar cuál de los tipos de RCA propuestos es el que mejor favorecía el desempeño académico de los estudiantes en la tarea de aprendizaje.

## 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

La evaluación de la metodología de diseño propuesta con el caso práctico confirma que se resuelve el problema inicial de la necesidad de estudiar cómo deberían de diseñarse e implementarse las aplicaciones de *m-learning* considerando el contenido, las habilidades y los estímulos inherentes a la tecnología móvil. El uso de esta metodología como guía para los desarrolladores de aplicaciones educativas no solo les permitirá identificar el tipo de estrategias de aprendizaje adecuadas para la tarea de aprendizaje, sino que también les permite delimitar el alcance de la aplicación.

Es necesario señalar que los resultados de esta investigación no pueden generalizarse por lo que se propone como trabajo a futuro continuar aplicando la metodología propuesta con diferentes tareas de aprendizaje que involucren distintas habilidades. En el caso de la tarea de aprendizaje seleccionada que fue el aprender un nuevo idioma se identificaron dos habilidades básicas que es la memorización de vocabulario y la memorización de la gramática. En este caso la metodología fue aplicada para el primer caso, para continuar con la tarea de aprendizaje inicial sería necesario repetir la metodología para la memorización de la gramática.

Como trabajo futuro se propone continuar aplicando la metodología propuesta con diferentes tareas de aprendizaje que involucren distintas habilidades para evaluar su generalización en el diseño de aplicaciones educativas de *m-learning*.

### REFERENCIAS

- [1] N. S. Baron, "Only Connect: What the Internet Might Be Doing to Us," *Am. J. Psychol.*, vol. 129, no. 3, pp. 337–343, 2016.
- [2] T. Issa and P. Isaias, "Internet factors influencing generations Y and Z in Australia and Portugal: A practical study," *Inf. Process. Manag.*, vol. 52, no. 4, pp. 592–617, 2016.
- [3] J. Lee, L. Lin, and T. Robertson, "The impact of media multitasking on learning," *Learn. Media Technol.*, vol. 37, no. 1, pp. 94–104, 2011.
- [4] E. Sadler-Smith, "The intuitive style: Relationships with local/global and verbal/visual styles, gender, and superstitious reasoning," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 21, no. 3, pp. 263–270, Jun. 2011.
- [5] C.-J. Chen, "Differences between Visual Style and Verbal Style Learners in Learning English," *Int. J. Distance Educ. Technol.*, vol. 12, no. 1, pp. 91–104, 2014.
- [6] C. B. Fried, "In-class laptop use and its effects on student learning," *Comput. Educ.*, vol. 50, no. 3, pp. 906–914, Apr. 2008.
- [7] F. Awwad, A. Ayesh, and S. Awwad, "Are Laptops Distracting Educational Tools in Classrooms," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 154–160, 2013.
- [8] W. B. Huffman and S. Hahn, "Cognitive Principles in Mobile Learning Applications," *Psychology*, vol. 06, no. 04, pp. 456–463, 2015.
- [9] E. Uso-Juan and A. Martínez-Flor, "Current Trends in the Development and Teaching of the Four Language Skills," E. Uso-Juan and A. Martínez-Flor, Eds. 2006, pp. 3–28.
- [10] J. Rodriguez, "Study Of The Transfer Of Procedural And Motor Skills Using Virtual Reality For Training Industrial Maintenance And Assembly Operations," Universidad de Navarra, 2011.

- 
- [11] B. J. Zimmerman, "Self-regulated Learning," in *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, Elsevier, 2001, pp. 13855–13859.
- [12] J. Jia, Y. Chen, Z. Ding, and M. Ruan, "Effects of a vocabulary acquisition and assessment system on students' performance in a blended learning class for English subject," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 1, pp. 63–76, 2012.
- [13] M. Kaushanskaya, H. K. Blumenfeld, and V. Marian, "The relationship between vocabulary and short-term memory measures in monolingual and bilingual speakers," *Int. J. Biling.*, vol. 15, no. 4, pp. 408–425, Jun. 2011.
- [14] S. E. Gathercole and A. M. Adams, "Children's Phonological Working Memory: Contributions of Long-Term Knowledge and Rehearsal," *J. Mem. Lang.*, vol. 33, no. 5, pp. 672–688, Oct. 1994.
- [15] English, M. C. W., & Visser, T. A. W. (2014). Exploring the repetition paradox: The effects of learning context and massed repetition on memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, 21(4), 1026–1032. <https://doi.org/10.3758/s13423-013-0566-1>