

Evaluación de integración de tecnología móvil ubicua en clases de Matemáticas
Evaluation of ubiquitous mobile technology integration in Mathematics classes

Reinerio Sánchez-Borja, Mariuxi Lainez-Campoverde, Karen Mendieta Farfán, Julio

Encalada-Cuenca

rsanchez5@utmachala.edu.ec

RESUMEN

La tecnología móvil ha despertado el interés de educadores, se ha experimentado con aprendizaje móvil y varios elementos del contexto educativo: motivación, engagement y rendimiento académico. Sin embargo no hay evidencias claras sobre cómo debería ser el abordaje de la tecnología educativa móvil en el micro-currículo de una asignatura específica (por ejemplo, Matemáticas). Por ello, en el presente estudio piloto, se planteó como propósito evaluar la integración de una aplicación móvil educativa en las clases de Matemáticas. El presente estudio utilizó el enfoque de investigación-acción con diseño cuasi-experimental y métodos mixtos (cuantitativos y cualitativos), se conformaron tres grupos de participantes: grupo A, sin aplicación móvil; grupo B, solo con aplicación móvil para aprendizaje intraclase; grupo C, con aplicación móvil para aprendizaje ubicuo (intraclase y extraclase). Para integrar la aplicación móvil en el micro-currículo de Matemáticas se seleccionó el modelo pedagógico SAMR (Sustituir, Aumentar, Modificar, Redefinir). En los resultados, durante la triangulación de datos, se observó mejora en los aprendizajes de Matemáticas, principalmente, en el grupo C. Se concluye entonces, como una aproximación, que la tecnología educativa con enfoque ubicuo favorece el aprendizaje de Matemática.

Palabras clave: Tecnología educacional, aprendizaje móvil, matemáticas.

ABSTRACT

Mobile technology has aroused the interest of educators, has been experimented with mobile learning and various elements of the educational context: motivation, engagement and academic performance. However, there is no clear evidence on how the mobile educational technology approach should be in the micro-curriculum of a specific subject (for example, Mathematics). Therefore, in the present pilot study, the purpose of evaluating the integration of an educational mobile application in Mathematics classes was proposed. The present study used the research-action approach with quasi-experimental design and mixed methods (quantitative and qualitative), three groups of participants were formed: group A, without

mobile application; group B, only with mobile application for intraclass learning; Group C, with mobile application for ubiquitous learning (intraclass and extraclass). To integrate the mobile application into the mathematics micro-curriculum, the SAMR pedagogical model (Replace, Increase, Modify, Redefine) was selected. In the results, during the triangulation of data, improvement in Mathematics learning was observed, mainly in group C. It is concluded then, as an approximation, that educational technology with a ubiquitous approach favors the learning of Mathematics.

Keywords: Educational technology, mobile learning, mathematics.

INTRODUCCIÓN

La tecnología móvil ha cambiado el estilo de vida de las personas; en ambientes conectados, los dispositivos móviles permiten comunicación en tiempo real; y en ambientes desconectados, principalmente, se suelen realizar tareas de entretenimiento. Este fenómeno tecnológico que permite usar los dispositivos, donde se quiera y cuando se quiera (principio de ubicuidad), merece la atención de la comunidad científica, es necesario revisar como incide el uso de estos dispositivos en los diversos contextos que rodean al ser humano.

Por ejemplo en el campo educativo, varios esfuerzos ya se han realizado sobre el uso de los dispositivos móviles y el aprendizaje en algunas disciplinas (Chaaban, Ellili-Cherif, 2017). Pero no se tienen evidencias claras sobre cómo debería integrarse la tecnología móvil en el micro-curriculum de asignaturas específicas (por ejemplo, Matemáticas). En este sentido, se planteó como propósito central del presente estudio la evaluación de la integración de tecnología móvil educativa en las clases de Matemáticas.

Modelos pedagógicos de integración tecnológica en el aula

No hay duda de que la integración efectiva de la tecnología en el aula puede mejorar significativamente la experiencia de aprendizaje de sus alumnos (Spector, 2017). Desafortunadamente, integrar la tecnología en procesos de aprendizaje, no es tan fácil como parece. Para utilizar con éxito la tecnología como una herramienta de aprendizaje, los educadores deben ser capaces de comprender cómo integrar la tecnología.

Hay varios modelos pedagógicos que facilitan el trabajo de integración de la tecnología en el aula, dos de los más usados, de acuerdo a revisión bibliográfica en Scopus y WoS, son el modelo TPACK y el modelo SAMR. Ambos modelos son ampliamente aceptados y actualmente se utilizan para guiar a los docentes a una integración tecnológica significativa.

A continuación se revisan ambos modelos, para seleccionar el modelo más idóneo para el presente estudio.

El modelo pedagógico TPACK (conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenidos) identifica las tres formas primarias de conocimiento, que debe tener un docente para incluir efectivamente tecnologías en el aula (Lee and Kim, 2017): Conocimiento Tecnológico (TK), Conocimiento Pedagógico (PK) y Conocimiento de Contenido (CK). El enfoque TPACK intenta combinar estas tres formas de conocimiento para crear una nueva forma de conocimiento, un "conocimiento de Tecnología, Pedagogía y Contenido" (TPACK).

Cuando los tres tipos de conocimiento del modelo TPACK se combinan, se obtiene una nueva forma de conocimiento de tecnología, pedagogía y contenido. Este tipo de conocimiento se refiere a la capacidad de comprender y negociar las relaciones entre los tres tipos de conocimiento. Reyes, Reading, Doyle y Gregory (2017) argumentan que esta forma combinada de conocimiento es más valiosa que las tres formas individuales de conocimiento. Esto quiere decir que un maestro que posee este conocimiento combinado está más equipado para integrar con éxito la tecnología en el aula que cualquier experto en los tres tipos de conocimiento.

Por otro lado, el modelo SAMR (Substitución, Aumento, Modificación y Redefinición) establece cuatro niveles de integración tecnológica en el aula y explica el valor de cada nivel. De acuerdo a Hamilton, E.R., Rosenberg, J.M., Akcaoglu, M. (2016):

- El primer nivel del modelo SAMR es Sustitución. En esta etapa, la tecnología simplemente reemplaza una actividad o tarea y no hay una mejora funcional. Un ejemplo sería: mientras se aprende temas específicos de Matemáticas en la pizarra, se reemplaza la explicación en pizarra, por la revisión de imágenes en una aplicación de teléfono móvil. Los estudiantes están haciendo la misma actividad observan la explicación magistral sin una mejora funcional.
- El segundo nivel del modelo SAMR es Aumento. En esta etapa, la tecnología reemplaza una actividad o tarea y existe una mejora funcional. Un ejemplo sería, que los alumnos en vez de solo leer un texto guía impreso de Matemáticas, leen textos en un lector de libros digitales utilizando dispositivos móviles y además realizan otras tareas que pueden estar como hipervínculos en el texto. De esta forma, además de

sustituir se está aumentando funcionalmente la praxis educativa a través de la tecnología.

- El tercer nivel del modelo SAMR es Modificación. En esta etapa, la tecnología rediseña y mejora la tarea. Un ejemplo en una clase de Matemáticas sería que los estudiantes resuelven ejercicios en una aplicación de teléfono móvil y a través de redes sociales comparten sus logros (capturas de pantallas), entonces, el aprendizaje se vuelve colaborativo en tiempo real. Aquí la tecnología ayuda a modificar funcionalmente la actividad de aprendizaje.
- El nivel final del modelo SAMR es Redefinición. En esta etapa, la tecnología permite una nueva tarea que antes era inconcebible. Por ejemplo, en lugar de realizar ejercicios de Matemáticas en hoja de papel o en la pizarra, los estudiantes podrían desarrollar ejercicios paso a paso en una aplicación tecnológica recibiendo retroalimentación en tiempo real. En este ejemplo, la tarea educativa ha sido totalmente rediseñada.

Una vez revisados ambos modelos, en el presente estudio se eligió utilizar el modelo SAMR de acuerdo a los siguientes argumentos: el modelo TPACK se enfoca más en el conocimiento requerido para integrar la tecnología, y el modelo SAMR se enfoca más en cómo se integra la tecnología de forma significativa; el modelo SAMR es muy fácil de entender, los gráficos asociados con el modelo son fáciles de seguir y hay muchos ejemplos en línea de integración de tecnología en cada nivel; el modelo TPACK no aborda esto cómo se integra la tecnología en el aula, sino que describe lo que los maestros necesitan saber para integrar la tecnología significativamente.

El aprendizaje móvil y ubicuo

El aprendizaje ubicuo a menudo se define simplemente como aprendizaje en cualquier lugar, en cualquier momento y, por lo tanto, está estrechamente asociado con las tecnologías móviles. La portabilidad de las computadoras y los dispositivos informáticos móviles ha desdibujado las líneas tradicionales del aprendizaje formal, transformando la forma de educar en la actualidad (Ramírez-Donoso, Rojas-Riethmuller, Pérez-Sanagustín, Neyem, Alario-Hoyos, 2017).

El aprendizaje ubicuo también se considera aprendizaje situado e inmersivo, y por lo tanto podría tener lugar desde el aula tradicional en un entorno virtual. Ya sea que el dispositivo

esté a la mano o nos rodee, la idea de la ubicuidad proviene de la facilidad de la computación 1:1 provocada por los avances tecnológicos.

Lo referido significa que en procesos de enseñanza aprendizaje, se aprende; a través, de dispositivos móviles (principalmente Smartphone y Tablet). La principal característica de aprendizaje móvil es que utiliza dispositivos que (Falloon, 2017):

- Se utilizan y llevan a todas partes.
- Las personas los usan con mucha frecuencia en su vida cotidiana.
- Son de costo accesible para usuarios comunes y son de fácil de uso.
- Se pueden usar con una variedad de configuraciones en ambientes desconectados (online) o desconectados.

Integración de aplicación móvil educativa en clases de Matemáticas

En el presente estudio, utilizando el modelo SAMR se integró, al micro-currículo de Matemáticas de tercero de bachillerato, una aplicación móvil desarrollada -por los autores de la presente investigación- con contenidos específicos de la primera unidad didáctica de los textos del Ministerio de Educación del Ecuador (2016). La aplicación móvil se la denominaba “UTMach-Mate” y fue integrada como complemento en la enseñanza de Matemáticas.

El objetivo central planteado en la presente investigación fue evaluar el efecto que tiene la integración de la aplicación móvil “UTMach-Mate” en clases de Matemáticas. Para alcanzar el objetivo principal, se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Analizar, en artículos de corriente principal (Scopus o WoS), modelos pedagógicos específicos de integración de tecnología en el aula.
- Realizar adaptaciones micro-curriculares, de acuerdo a modelo pedagógico SAMR, para integrar la aplicación móvil “UTMach-Mate” en clases de Matemáticas.
- Evaluar la incidencia del uso de la aplicación móvil “UTMach-Mate” en el aprendizaje de Matemáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación

Para evaluar el impacto de la aplicación móvil UTMach-Mate sobre los aprendizajes de Matemáticas se utilizó el enfoque de investigación acción junto con un diseño cuasi-experimental. Los principios de investigación-acción fueron usados ya que de acuerdo a Rodríguez (2016) la Investigación-Acción es un método que permite mejorar prácticas

educativas, ya que se indaga con el fin de transformar procesos de enseñanza aprendizaje, se mejora competencias docentes y aprendizajes de estudiantes. Los autores del presente estudio trabajaron activamente como observadores participantes de las clases de Matemáticas con la aplicación móvil UTMach-Mate.

Además, para ver los avances en los aprendizajes de Matemáticas después de haber utilizado la aplicación UTMach-Mate se usó un diseño de investigación cuasi-experimental debido a que los grupos de estudiantes no fueron conformados al azar. Los estudiantes estaban conformados en tres grupos: grupo A, sin aplicación móvil; grupo B, solo con aplicación móvil para aprendizaje intraclase; grupo C, con aplicación móvil para aprendizaje ubicuo (intraclase y extraclase).

Instrumentos de recolección de datos

- Guía de Percepción de los Estudiantes sobre Aprendizaje Móvil (GPEAM): Este instrumento, de enfoque cuantitativo, sirvió para recoger la percepción de los estudiantes sobre la aplicación móvil en clases de Matemáticas.
- Guía de Anecdótico de Observación Participante (GAOP): Este instrumento, de enfoque cualitativo, consistía en notas de campo, que el investigador participante anotaba durante las clases de Matemáticas.
- Registro de Resultados de Aprendizaje en Matemáticas (PRAM): Las puntuaciones de resultados de aprendizaje eran datos cuantitativos que se los obtuvo del registro de calificaciones que la docente de la asignatura conservaba de las sesiones de clases de Matemáticas.

Participantes

En el estudio participaron estudiantes de tres cursos de tercero de bachillerato, distribuidos de la siguiente forma: grupo A=28 (15 varones, 13 mujeres), grupo B=31(14 varones, 17 mujeres), grupo C=30 (18 varones, 12 mujeres).

Procedimiento

Al inicio del estudio, como medida pre-test, se solicitó a la docente puntuaciones sobre los resultados de aprendizaje de la asignatura de Matemáticas y se procedió a la instalación de la aplicación móvil UTMach-Mate en los celulares de los estudiantes. También se puso la aplicación móvil en un sitio web para que sea descargada vía online.

Para dar inicio a la intervención educativa (primer semestre del 2017), con ayuda de la docente se fue armando los planes de clase de Matemáticas que incorporaron la aplicación móvil UTMach-Mate. Los niveles del modelo pedagógico SAMR fueron usados para la incorporación de la tecnología móvil en el plan de clase, por ejemplo en el modelo de plan de clase presentado en la tabla 1, se observa el uso de los niveles Aumento y Redefinición del modelo en las fases de aprendizaje de la clase, de acuerdo a Kolb citado por Romero, Salinas y Mortera (2010).

Los planes de clase con integración de la aplicación móvil UTMach-Mate se desarrollaron basadas en la primera unidad didáctica, específicamente con la temática “Exponentes y Logaritmos” del libro guía del estudiante publicado por Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). En total se desarrollaron diez sesiones de clase de dos horas como prueba piloto más trabajo autónomo utilizando la aplicación móvil. Durante las sesiones se utilizó el instrumento de observación participante GAOP para anotar hechos importantes de la clase a manera de notas de campo. Al finalizar las diez sesiones se aplicó el instrumento GPEAM para averiguar la percepción de uso de aplicación móvil y también se tomó una prueba, como medida post-test, para analizar logros de aprendizaje de la temática.

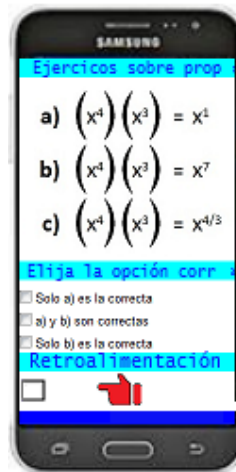
Tabla 1. Modelo de plan de clase utilizando el modelo pedagógico SAMR

Planificación			
Destrezas con Criterios de Desempeño		Indicadores esenciales de evaluación	
Aplicar las propiedades de los exponentes para resolver ecuaciones con funciones exponenciales con ayuda de las TIC.		Resuelve problemas aplicando propiedades de los exponentes	
Estrategias metodológicas	Recursos	Indicadores de logro	Actividades de evaluación/ Técnicas / instrumentos
Experiencia concreta: participar en un diálogo para evidenciar conocimientos previos y relacionar el objetivo de unidad con la destreza a desarrollar. Observación reflexiva: Leer y observar texto e imágenes sobre propiedades de	Papelotes preparados por estudiantes con guía del docente, dispositivos móviles y	Resuelve ejercicios sobre aplicación de las propiedades de los exponentes	Planteamiento de ejercicios: Resolver ejercicios en pizarra Evaluación: Prueba sobre ejercicios de aplicación de propiedades de exponentes. Trabajo autónomo extra-clase: Ejercicios

<p>exponentes utilizando papelotes. Además utilizar la aplicación móvil UTMach-Mate para revisar imágenes sugestivas sobre propiedades de exponentes (nivel de Sustitución de SAMR). Conceptualización abstracta: Revisar ejemplos prácticos de cómo se aplican las propiedades y proponen ejercicios entre compañeros de clase. Experimentación activa: Resolver ejercicios aplicando las propiedades de exponentes (Nivel de Redefinición de SAMR). Realizar trabajo autónomo en casa sobre la aplicación de propiedades de exponentes (Nivel de Redefinición de SAMR).</p>	<p>Aplicación móvil UTMach-Mate</p> <p>Pizarra, marcadores de colores, texto guía y cuaderno de trabajo.</p> <p>Aplicación móvil UTMach-Mate</p>		<p>de la aplicación móvil UTMach-Mate</p>
---	--	--	---

De acuerdo al Modelo SAMR, en el modelo de plan de clase (mostrado en tabla 1) durante la fase de observación reflexiva, se utilizó el nivel de sustitución, ya que en determinado momento de la clase, la observación de imágenes y lectura de texto se la realizó reemplazando los papelotes por la aplicación móvil UTMach-Mate. También, de acuerdo al Modelo SAMR, en este plan de clase durante la fase de experimentación activa, se utilizó el nivel de *Sustitución* y *Redefinición* ya que la tradicional resolución de ejercicios en hoja de papel se la realizó en un contexto de tecnología móvil (Smartphone o Tablet) y el estudiante recibía retroalimentación (figura 1) de la misma aplicación móvil (funcionalidad que la hoja de papel no la puede dar).

Figura 1. Aplicación móvil UTMach-Mate



Análisis de datos

Para analizar los datos del pre-test y post-test se utilizó prueba paramétrica ANOVA de una sola vía, esto se realizó usando software estadístico SPSS. Y luego se trianguló los datos de las tres fuentes de datos utilizadas en el presente estudio. La triangulación cumplió un rol importante ya que garantizó la confiabilidad entre los resultados obtenidos con los diferentes instrumentos de recolección de datos. Los resultados que han sido triangulados muestran mayor robustez en su interpretación y construcción que aquellos que no son sometidos a triangulación (Donolo, 2009).

DISCUSIONES

El pre-test reveló que los estudiantes, en promedio de resultados de Matemáticas, pertenecían a grupos homogéneos (grupo A=8.12/10, grupo B=8.33/10, grupo C=8.09/10). Por otro lado, a los promedios post-test (ver tabla 2) de resultados en Matemáticas se le aplicó la prueba Anova para ver si había diferencias significativas entre los tres grupos, el test Anova de una sola vía ($F(3,56)=5.53, p=0.034$) confirmó diferencias entre los grupos.

Para ver que grupos específicos tenían las diferencias se aplicó test post hoc de Tukey, la diferencia era significativa únicamente entre grupos A (8.25 ± 0.08) y C ($9.08 \pm 0.11, p=0.33$). Resultados similares fueron encontrados en un estudio desarrollado por Zaharakis, Sklavos y Kameas (2016), en donde se identificó que la inclusión de tecnología educativa ubicua mejoraba las habilidades matemáticas.

Tabla 2. Resultados del post-test sobre puntuaciones promedio en Matemáticas

Cursos	Definición de grupo	N	Media	Desviación Estándar
grupo A	sin App Móvil	28	8.25/10	0.08
grupo B	App Móvil en tareas intraclase	31	8.89/10	0.08
grupo C	App Móvil en tareas intra y extra clase	30	9.08/10	0.11

Además, las estadísticas descriptivas de datos recolectados con instrumento GPEAM también revelaron que la percepción de los estudiantes que usaron la aplicación móvil UTMach-Mate (grupos B y C) fue favorable, los promedios de los datos de percepción así lo revelaron: grupo B (9.02/10), grupo C (9.14/10).

Finalmente, en las notas de campo del anecdotario (instrumento GAOP) se identificó algunos hechos de interés, en los grupos de estudiantes que usaron la aplicación móvil (grupos B y C).

Hechos de interés comunes a los grupos B y C:

- “Utilizando la aplicación móvil UTMach-Mate, la mayor parte del grupo de estudiantes mencionaban haber resuelto bien los ejercicios”,
- “Los estudiantes se interesaban en resolver ejercicios en la aplicación móvil”,

Hechos de interés del Grupo C:

- “Cuando se calificaban deberes propuestos para ser resueltos con el uso de la aplicación móvil UTMach-Mate, varios estudiantes manifestaban lo bien que les había ido”,
- “El docente manifestó que la mayoría de estudiantes completó exitosamente todos los ejercicios propuestos -como deber- para su resolución en aplicación móvil”.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la revisión de literatura científica, se concluye que el modelo pedagógico SAMR es apropiado para integrar tecnología de forma efectiva en el aula. Además, triangulando los resultados de la fase empírica del presente estudio se concluye, como una aproximación, que la integración de tecnología móvil con enfoque ubicuo, favorece el aprendizaje de Matemáticas.

El proyecto es aplicable en Ecuador, debido a que se alinea a mediano y largo plazo con el objetivo 11 del Plan Nacional del Buen Vivir elaborado por la Secretaría Nacional de

Planificación y Desarrollo de Ecuador (2009), cuyo texto es: asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación tecnológica.

En este objetivo se considera como una de las metas del gobierno nacional de Ecuador, aumentar el porcentaje de personas que usan TIC al 82%. Entonces, una de las primeras aplicaciones de este proyecto es justamente aumentar la frecuencia de uso de tecnologías móviles ubicuas para transformar estratégicamente la educación en el área de Matemáticas. Como trabajo futuro se prevé realizar un convenio de vinculación específico con distrito de educación Machala-Ecuador para aplicar los resultados del presente estudio piloto en el área de Matemáticas, específicamente desarrollando guías metodológicas para integrar tecnología móvil en clases de ésta disciplina científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chaaban, Y. & Ellili-Cherif, M. (2017). Technology integration in EFL classrooms: A study of Qatari independent schools. *Education and Information Technologies*, 22(5), 2433-2454.

Donolo, D. (2009). Triangulación: procedimiento incorporado a nuevas metodologías de investigación. *Revista Digital Universitària*, 10(8), 53.

Falloon, G. (2017). Mobile Devices and Apps as Scaffolds to Science Learning in the Primary Classroom, *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 613-628.

Hamilton, E.R., Rosenberg, J.M. & Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. *TechTrends*, 60(5), 433-441.

Kehtarnavaz, N., Parris, S. & Sehgal, A. (2015). Using smartphones as mobile implementation platforms for applied digital signal processing courses. *IEEE Signal Processing and Signal Processing Education Workshop, SP/SPE 2015*, 7369572, 313-318.

Lee, C. & Kim, C. (2017). A technological pedagogical content knowledge based instructional design model: a third version implementation study in a technology integration course. *Educational Technology Research and Development*, 1-28.

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Matemática*. Quito: Don Bosco.

Ramírez-Donoso, L., Rojas-Riethmuller, J.S., Pérez-Sanagustín, M., Neyem, A. & Alario-Hoyos, C. (2017). My MOOC Space: A cloud-based mobile system to support

effective collaboration in higher education online courses. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(6), 910-926.

Reyes, V., Reading, C., Doyle, H. & Gregory, S. (2017). Integrating ICT into teacher education programs from a TPACK perspective: Exploring perceptions of university lecturers. *Computers and Education*, 115, 1-19.

Rodríguez, L. (2016). La investigación–acción como instrumento de evaluación de la propia práctica docente. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 7(12), 52-59.

Romero, L., Salinas, V. & Mortera, F. (2010). Estilos de aprendizaje basados en el modelo de Kolb en la educación virtual. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*, 2, 1-20.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir*. Quito: SENPLADES.

Soffer, T. & Yaron, E. (2017). Perceived Learning and Students' Perceptions Toward Using Tablets for Learning: The Mediating Role of Perceived Engagement Among High School Students. *Journal of Educational Computing Research*, 55(7), 951-973.

Spector, J. (2017). Reflections on educational technology research and development. *Educational Technology Research and Development*, 1-9.

Zaharakis, I.D., Sklavos, N. & Kameas, A. (2016). *Exploiting ubiquitous computing, mobile computing and the internet of things to promote science education*. 2016 8th IFIP International Conference on New Technologies, Mobility and Security, NTMS, 7792451.

Žitny, R., Szabó, T., Pšenaková, I., Illés, Z. & Bakonyi, V. (2016). Using mobile technologies in university education. *ICETA 2016 - 14th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, 387-392.