

DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE APRENDIZAJE MÓVIL

V. ROBLEDO-RELLA; PROFESOR; vrobledo@itesm.mx

L. NERI; PROFESOR; neri@itesm.mx

V. CHIRINO; DIRECTORA; vio.chirino@hotmail.com

J. NOGUEZ; PROFESORA; jnoguez@itesm.mx

G. AGUILAR; PROFESOR; gerardo.aguilar@itesm.mx

RESUMEN

El Aprendizaje Móvil (AM) está emergiendo como una estrategia educativa importante con un gran potencial para favorecer la comunicación y el aprendizaje. En este trabajo describimos la metodología utilizada para el diseño de un recurso de AM para cursos de Física del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. Discutimos aspectos sobre el diseño gráfico, el diseño instruccional y el proceso de implementación del recurso. Con el fin de medir la efectividad del recurso de AM, diseñamos y aplicamos una herramienta de evaluación *Pre-Test / Post-Test* para una muestra de $N = 182$ alumnos, que nos permitió medir el grado de cumplimiento de los objetivos académicos implícitos en el recurso de AM. Nuestros resultados indican que la *Ganancia de aprendizaje integrada* para el grupo Foco (que usó el recurso de AM) es aproximadamente 30% mayor que la del grupo Control (que no utilizó el recurso de AM). Estos resultados son alentadores y dan soporte a la metodología utilizada en el diseño, implementación y evaluación de recursos de AM.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el uso de dispositivos móviles está cambiando la forma en que se produce y adquiere el contenido educativo [1]. En particular, el uso de dispositivos móviles con fines educativos se está convirtiendo en una práctica importante entre las principales universidades del mundo. El Tecnológico de Monterrey es una institución educativa reconocida a nivel mundial por su liderazgo en el uso de tecnología educativa, que lanzó en el 2008 su modelo pionero de Aprendizaje Móvil (AM), el cual involucra el uso masivo y sistemático de recursos de AM por estudiantes de preparatoria y profesional para facilitar y promover su aprendizaje.

Con el fin de definir una plataforma común para implementar estrategias de AM a nivel Sistema, se hizo una revisión de la literatura y una construcción social del modelo mismo de AM con profesores participantes y autoridades, considerando que el AM permite la adquisición de conocimiento mediante aprendizaje auto-dirigido, a partir de recursos educativos apropiados y un diseño instruccional adecuado [2]. El uso de dispositivos móviles permite un proceso de aprendizaje personalizado que provee contexto a las actividades en clase, enfatizando la comprensión de conceptos claves, autoevaluación, evaluación *on-demand*, así como evaluación y colaboración entre pares [3].

El propósito de este trabajo es describir el proceso que seguimos para elaborar, aplicar y evaluar un recurso de AM para la materia de Física I a nivel profesional del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México [4]. Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio desarrollado por la cátedra de investigación en *eLearning* del Campus Ciudad de México, sobre el impacto y evaluación del uso de recursos de AM. Parte de los resultados de evaluación, incluyendo los recursos de Matemáticas, han sido reportados por [5].

El presente trabajo puede ser de interés para profesores e instructores que desarrollan y aplican recursos de AM a nivel institucional o como parte de sus actividades de aprendizaje. El modelo de AM del Tecnológico de Monterrey es una notable iniciativa de la institución que incursiona e innova en un nuevo campo de aplicación, de modo que la contribución de este trabajo es presentar y discutir los elementos principales detrás del diseño e implementación de un recurso de AM, aunado a la aplicación de un instrumento para evaluar su efectividad pedagógica.

DISEÑO DE UN RECURSO DE APRENDIZAJE MÓVIL

En el 2008, las autoridades del Tecnológico eligieron algunos de sus *campi* y cursos de primer semestre para aplicar su modelo de AM. Entre ellos, se eligió al Campus Ciudad de México y a los cursos de Física I y Matemáticas I del tronco común de ingeniería. Se formó un grupo de profesores que elaboraron una serie de recursos educativos con tres consideraciones principales: *a)* el diseño del contenido integra los objetivos de aprendizaje del curso así como los estilos de aprendizaje de los alumnos, *b)* los recursos educativos cumplen con criterios mínimos de calidad en cuanto al despliegue de la información en los recursos móviles, y *c)* la estructura de la presentación genera variaciones de estímulo que favorecen el aprendizaje.

Con el fin de que estos recursos de AM puedan evolucionar a Objetos de Aprendizaje desarrollamos a nivel Campus un Sistema de Administración del Conocimiento para el Aprendizaje Móvil (SICAM) para almacenar, distribuir y clasificar recursos de AM, así como sus metadatos, incluyendo: *a)* autor y proceso de creación, *b)* atributos pedagógicos, *c)* variables técnicas, *d)* criterios de calidad del despliegue y estructura del recurso, entre otros [6, 2].

En esta sección describimos la metodología y consideraciones generales que usamos para diseñar un recurso específico de AM para el curso de Física I del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. El curso de Física I es un curso de Mecánica Clásica a nivel universitario para estudiantes de ingeniería de primer semestre.

- a)* Inicialmente, el grupo de profesores de Física de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura definió los temas principales que integran el curso de Física I en nuestra institución.
- b)* Durante el verano 2008, planeamos y diseñamos varios recursos de AM para el curso de Física I, tomando en cuenta el contenido y los temas principales del curso. Los recursos elaborados se integraron en un banco de recursos de AM y se aplicaron simultáneamente en el Campus Ciudad de México y en el Campus Santa Fe. Para el proyecto que presentamos aquí, rediseñamos cuatro de los recursos de AM durante el verano del 2009, tomando en cuenta la retroalimentación y comentarios que recibimos de estudiantes, profesores y personal académico derivados de la experiencia obtenida durante el primer año de implantación del modelo de AM en el Campus Ciudad de México.
- c)* En este trabajo presentamos el recurso asociado con el tema de Dinámica de la partícula, el cual es un tema fundamental dentro del curso de Física I. Las leyes de la dinámica de Newton permiten estudiar y predecir el movimiento de un sistema bajo la influencia de fuerzas externas, así que uno de los objetivos principales del curso de Física I es que el alumno entienda el significado de las leyes de Newton y que sea capaz de plantear y resolver las ecuaciones derivadas de la aplicación de estas leyes. Teniendo esto como objetivo, diseñamos un

recurso de AM de 5 minutos aproximadamente en formato de video titulado “Diagrama de Cuerpo Libre y Segunda Ley de Newton”. Los objetivos de aprendizaje del recurso son que el alumno: *i*) sea capaz de explicar el significado de la segunda ley de Newton; *ii*) conozca lo que es un Diagrama de Cuerpo Libre (DCL) y cómo construirlo; y *iii*) sea capaz de descomponer, las fuerzas que actúan sobre un sistema dado, en términos de sus componentes cartesianas, con el fin de plantear las ecuaciones de movimiento correspondientes. El video explica con detalle el procedimiento necesario para construir el DCL correcto de un bloque que se encuentra sobre una superficie inclinada rugosa, cuando actúa sobre él una fuerza externa horizontal (Fig. 1). En este caso, las fuerzas que actúan sobre el bloque son: *i*) la fuerza externa aplicada \mathbf{F} ; *ii*) su peso; *iii*) la fuerza normal y *iv*) la fuerza de fricción que se opone al movimiento relativo entre las superficies de contacto. Estas fuerzas se van dibujando y explicando una a una durante el video. Después el video muestra cómo descomponer estas fuerzas en sus componentes cartesianas a lo largo de los ejes coordenados x y y , considerando el eje x paralelo al plano inclinado. A continuación, el video plantea las ecuaciones de Newton. Finalmente, se le pide al alumno que construya un DCL y que plantee las ecuaciones de Newton correspondientes para una situación similar a la que ha sido explicada durante el video.

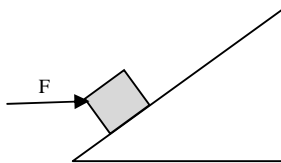


Fig. 1. Bloque sobre un plano inclinado

- d) El diseño gráfico y estético del recurso se llevó a cabo por personal de la Universidad Virtual del Campus Ciudad de México. Incluye consideraciones básicas como: *i*) la duración del recurso y el manejo del tiempo (que no sea largo ni aburrido), *ii*) claridad de los elementos presentados (que sea fácil de entender lo que se despliega en el video tomando en cuenta el tamaño del dispositivo móvil), *iii*) que el contenido sea llamativo y relevante (que sea significativo para el estudiante), y *iv*) un manejo adecuado de los elementos clave de audio y video para el diseño y despliegue del recurso de AM (que “enganche” al estudiante).
- e) El recurso de aprendizaje es auto-contenido, en el sentido que contiene: *i*) una sección de introducción y de definición de objetivos (encuadre), *ii*) una sección breve que presenta el marco teórico (la teoría), *iii*) una sección demostrativa (un ejemplo claro) y *iv*) una sección de evaluación que presenta un reto al alumno para probar su comprensión del contenido que acaba de aprender.
- f) El diseño instruccional del recurso de aprendizaje así como la congruencia entre su contenido académico y los objetivos de aprendizaje fueron revisados cuidadosamente por asesores pedagógicos expertos del Campus Ciudad de México.

PROCESO DE EVALUACIÓN

Como parte de nuestro proceso de investigación, aplicamos un instrumento de evaluación *Pre-Test* y *Post-Test* a una muestra total de $N = 182$ alumnos del Campus

Ciudad de México durante el semestre Agosto – Diciembre 2009. La muestra se compone de $N_1 = 91$ alumnos del curso de Física I y $N_2 = 91$ alumnos del curso de Matemáticas II. Para los alumnos y el recurso de Matemáticas aplicamos un procedimiento de diseño e implementación del recurso similar al descrito en este trabajo para el recurso de Física. Los detalles del recurso de Matemáticas se reportan en [5].

El Pre-Test y el Post-Test aplicados fueron exactamente iguales (tanto en Física como en Matemáticas) y nos permitieron calcular la ganancia de aprendizaje integrada [7, 8], como se explica más adelante. El Pre-Test y Post-Test aplicados se diseñaron cuidadosamente para medir hasta qué punto el recurso de AM cumple con sus objetivos de aprendizaje. Ambos tests contienen reactivos diseñados *ex profeso* para evaluar hasta qué punto el recurso de AM ayudó al estudiante a *i)* mejorar su comprensión de la segunda ley de Newton, *ii)* mejorar su habilidad para construir un DCL, *iii)* desarrollar su habilidad para descomponer fuerzas en sus componentes cartesianas y *iv)* aplicar las leyes de Newton para conocer y predecir el movimiento del sistema de estudio.

El Pre-Test se aplicó a todos los alumnos *antes* de usar el recurso de AM. Luego se le pidió a la mitad de la muestra estudiara el recurso de AM utilizando sus dispositivos móviles con acceso a datos (en su mayoría *iPhones* o *BlackBerries*) durante una semana aproximadamente. Esto define al grupo *Foco*. Por otro lado, la otra mitad de la muestra *no* utilizó el recurso de AM, lo que define al grupo *Control*. Al final, se aplicó el Post-Test a toda la muestra y se compararon los resultados.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Nuestra muestra total fue de *a)* 4 grupos de Física I, con un total de $N_{\text{Fis}} = 91$ alumnos (grupos Foco A y B, y grupos Control C y D) y *b)* 2 grupos de Matemáticas I, con un total de $N_{\text{Mat}} = 91$ alumnos, que usaron dos recursos de AM (grupos Foco A y B, y grupos Control C y D). Para cada grupo calculamos el Pre-Test promedio, $\langle Pre \rangle$, así como el Post-Test promedio, $\langle Post \rangle$. Calculamos también la ganancia de aprendizaje integrada [7, 8] dada por:

$$\langle G \rangle = \frac{\langle Post \rangle - \langle Pre \rangle}{100 - \langle Pre \rangle} \quad (1)$$

Resumimos nuestros resultados en la Tabla 1 y en la Fig. 2.

Tabla 1. Número de alumnos, Pre-Test Promedio, Post-Test promedio y ganancia relativa integrada para los grupos Foco y Control, de Física y de Matemáticas

Grupo	N	$\langle Pre \rangle$	$\langle Post \rangle$	$\langle G \rangle$
Foco Física A	21	25 ± 14	45 ± 15	0.26
Foco Física B	29	30 ± 19	45 ± 25	0.22
Foco Mate. A	21	1 ± 4	81 ± 12	0.81
Foco Mate. B	20	0 ± 0	62 ± 19	0.62
Control Física C	28	22 ± 15	38 ± 18	0.21
Control Física D	17	33 ± 16	42 ± 15	0.13
Control Mate C	24	1 ± 3	64 ± 25	0.64
Control Mate D	22	0 ± 0	36 ± 14	0.36

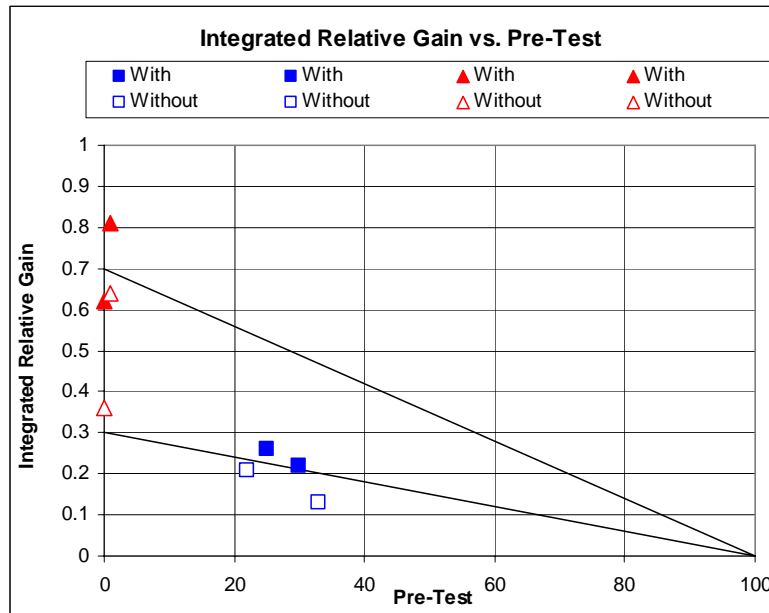


Fig. 2. Ganancia de aprendizaje integrada vs. Pre-Test, para los grupos Foco (símbolos sólidos) y para los grupos Control (símbolos vacíos) de los cursos de Física I (símbolos azules) y Matemáticas II (símbolos rojos).

Como se muestra en la Tabla 1, la ganancia de aprendizaje integrada $\langle G \rangle$ es mayor para los grupos Foco que para los grupos Control. La ganancia de aprendizaje integrada para la muestra completa de Control es $\langle G \rangle_{\text{Control}} = 0.37$, mientras que para el grupo Foco es $\langle G \rangle_{\text{Foco}} = 0.49$, la cual es 32% mayor. Encontramos que las ganancias de aprendizaje integradas para los cursos de Física no son muy diferentes entre sí (0.17 para el grupo de Control versus 0.24 para el grupo Foco). Para los cursos de Matemáticas es claro el impacto del uso de los recursos de AM (0.50 para el grupo Control versus 0.72 para el grupo Foco). Concluimos que en el caso de Física debemos mejorar la estructura y el diseño del recurso mismo. Consideramos también que debe implementarse cuidadosamente un proceso de seguimiento del uso e involucramiento de los alumnos con el recurso de AM, con el fin de validar mejor su efectividad para que el alumno alcance los objetivos deseados. En [9] extendemos el tamaño de la muestra, el tipo de recursos de AM e incluimos un análisis de los estilos de aprendizaje de los alumnos, para estudiar mejor la contribución de los recursos de AM para potenciar y favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos.

AGRADECIMIENTOS

La cátedra de investigación en *eLearning* del Campus Ciudad de México agradece el apoyo recibido del Centro para la Innovación en Tecnología y Educación, así como la Escuela de Ingeniería y Arquitectura del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

BIBLIOGRAFÍA

1. Conole, et al. 2008. "Disruptive Technologies", "pedagogical innovations": What's new? Findings from an in-depth study of students' use and perception of technology. *Computers & Education* **50**, pp. 511-524.
2. Molina, A., Chirino, V., & Murray, C. 2010. Learning through mobile or learning with mobile. An old dilemma with a new device. *First Experiences of Tecnológico de Monterrey With Mobile Learning*. Documento de trabajo. Centro para la Innovación en Tecnología y Educación. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.
3. Chirino, V., & Molina, A., 2010. Critical factors in a definition of mobile learning model. In M. M. Cruz-Cunha, & F. Moreira, Eds., *Handbook of Research on Mobility and Computing: Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts*, In Press. Ed. Portugal: IGI Global.
4. Robledo-Rella, V., Neri, L., Chirino, V. Noguez, J., & Aguilar, G. 2010a. Design, implementation and evaluation of mobile learning resources. *IADIS International Conference on Mobile Learning 2010*, Porto, Portugal, pp. 377-379.
5. Aguilar, G., Neri, L., Robledo-Rella, V., Chirino, J., & Noguez, J. 2010. Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, ISSN 1607-4041. Enviado Agosto 2010.
6. Chirino, V. 2009. Propuesta de una taxonomía para clasificar los recursos educativos para aprendizaje móvil con enfoque a calidad. *First Experiences of Tecnológico de Monterrey With Mobile Learning*. Documento de trabajo. Centro para la Innovación en Tecnología y Educación. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.
7. Hake, R.R. 1988. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *Amer. Journal of Phys.* **66**, No. 1, pp. 64-74.
8. Neri, L., Noguez, J., & Robledo-Rella, V. 2010. Improving problem solving skills using adaptive on-line training and learning environments. *Int. Journal of Eng. Education*. Aceptado Febrero 2010.
9. Robledo-Rella, V., Neri, L. Aguilar, G.; Noguez, J., & Chirino, V. 2010b. Design and Evaluation of Mobile Learning Resources. *Int. Journal of Mobile and Blended Learning*. Enviado Agosto 2010.