

Implementación de recursos de aprendizaje móvil: una experiencia en física y matemáticas

Gerardo Aguilar, Luis Neri, Víctor Robledo-Rella y Julieta Noguez
Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México,
{ gerardo.aguilar, neri, vrobledo, jnoguez }@itesm.mx

Resumen

En este trabajo se presenta el proceso de diseño, implementación, uso y evaluación de recursos educativos para el aprendizaje móvil (*MLearning*) en cursos básicos de Física y Matemáticas a nivel licenciatura. Se definió con éxito una metodología para estudiar y medir el impacto del uso de recursos de aprendizaje móvil en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se observa que el uso de recursos móviles puede favorecer el aprendizaje de los alumnos, mejorando su comprensión de los temas y aumentando su habilidad de plantear y resolver problemas. Los datos obtenidos indican que los alumnos que utilizaron los recursos móviles tienen ganancias de aprendizaje mayores respecto de aquellos alumnos que no los utilizaron. Se aplicó a los estudiantes un cuestionario de Estilos de Aprendizaje y se encontró que todos los estilos de aprendizaje (excepto Reflexivo) muestran que el uso de recursos de AM mejora las ganancias de aprendizaje para el grupo Foco comparadas con las del grupo de Control. Estos resultados son alentadores y motivan para seguir explorando el Aprendizaje Móvil teniendo en cuenta los diferentes EA de los estudiantes para atender mejor las necesidades cognitivas y motivacionales como apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje Móvil, Recursos Móviles, Ganancias de Aprendizaje, Enseñanza de la Física, Enseñanza de las Matemáticas.

I. Introducción.

En la actualidad el uso cada vez mayor de dispositivos móviles está transformando radicalmente la forma en que nos comunicamos y convivimos, de tal forma que es difícil imaginar cuál será su impacto futuro. Dentro de la educación en los últimos tiempos ha habido esfuerzos cada vez más importantes por incorporar el uso de la tecnología como una forma de apoyar y mejorar el aprendizaje. Es por esto que el uso

de dispositivos móviles con fines pedagógicos es una práctica cada vez más común en universidades, y se vuelve necesario medir su impacto real dentro del aprendizaje.

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. El objetivo es proporcionar a los estudiantes y profesores herramientas que apoyen y mejoren la realización de actividades de aprendizaje activo dentro y fuera del aula, así como aprovechar las posibilidades de acceso a contenidos de aprendizaje en cualquier tiempo y lugar, [Chirino y Molina, 2010]. Desde el 2008, en el Campus Ciudad de México (CCM) se han desarrollado recursos educativos de AM, bajo los formatos de power point con audio, video, audio, exámenes rápidos y texto con indicaciones para desarrollar actividades de aprendizaje activo para distintas áreas del conocimiento correspondientes los cursos impartidos en todos los programas de educación media y superior de la Institución [Chirino, Molina y Murray, 2010].

En este trabajo describimos la elaboración, implementación y medición de su impacto en el aprendizaje, de recursos de AM para las materias de Física I y Matemáticas II a nivel profesional del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México [4]. En el estudio usamos una metodología de investigación mixta [Creswell , 2009], mezclando un enfoque estadístico sistemático, riguroso y cuantitativo, con un enfoque cualitativo, con el fin de evaluar el impacto que tiene el uso de los recursos educativos de AM en el aprendizaje y rendimiento académico alcanzado por nuestros alumnos. Pretendemos que los resultados de este estudio aporten información para orientar a otros profesores acerca del diseño de recursos educativos aplicados para materias de física y matemáticas y sobre su integración en actividades de aprendizaje. Se pretende asimismo proveer información sobre las mejores prácticas realizadas para el uso del dispositivo móvil como herramienta de apoyo en el proceso enseñanza-aprendizaje.

2. IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS DE APRENDIZAJE MÓVIL

Se denomina Aprendizaje Móvil, en inglés, Mobile Learning, al proceso que vincula el uso de dispositivos móviles a las prácticas de enseñanza - aprendizaje en ambiente presencial o a distancia que permite, por un lado, la personalización del aprendizaje conforme a los perfiles del estudiante y por el otro, el acceso a contenidos y actividades educativas sin restricción de tiempo ni lugar. Mediante el aprendizaje móvil se aprovecha la convergencia digital de los dispositivos móviles enfocando: la

capacidad de las aplicaciones que permiten registrar información de entornos reales; recuperar información disponible en web y relacionar personas para realizar trabajo colaborativo [Chirino y Molina, 2010]; [Sharples, Taylor, Vavoula 2005].

El recurso a su vez, debe ser ameno y también retador para causar en el alumno la sensación de reto, confrontación y superación. El recurso debe también hacer referencia a aspectos de la vida cotidiana del alumno para potenciar un aprendizaje significativo.

Es a partir de la aparición de dispositivos móviles con diferentes especificaciones, que se tiende a hacer converger las posibilidades de la movilidad y las aplicaciones disponibles en estos equipos, con las posibilidades de integrar contenidos académicos o realizar actividades para el aprendizaje [Traxler, 2007]. Las actividades desarrolladas en el marco del aprendizaje móvil, enfocan el uso de una herramienta personal que facilita al estudiante captar la realidad en forma inmediata para analizarla o compartirla o bien que le permiten sin restricción de tiempo o lugar acceder a recursos educativos para reforzar su aprendizaje.

El aprendizaje móvil es por definición personal y social; integrador de la realidad y sintetizador de sus componentes. Además, aprovecha las habilidades propias de los jóvenes de la era digital. A medida que la penetración de los *Smartphones*, *PocketPC* y el incremento de ancho de banda y conectividad están disponibles, el uso de dispositivos móviles para el aprendizaje será una progresión natural en las actividades educativas [Richardson, 2009], lo que hace importante la investigación sobre su uso e impacto en el aprendizaje.

3. RETOS EN EL DISEÑO DE RECURSOS DE APRENDIZAJE MÓVIL

De aquí en adelante, definiremos un recurso móvil como aquel contenido educativo producido en forma de multimedios, que constituye un recurso didáctico al cual se puede acceder desde un dispositivo móvil con acceso a datos. Los principales recursos que se han elaborado para las materias de Física I y Matemáticas II en el Tecnológico de Monterrey, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, son videos, cápsulas informativas- power point (MR) con audio, exámenes rápidos (para ser aplicados en evaluación formativa en el salón de clases) y encuestas, entre otros.

Entre las especificaciones importantes que hemos identificado para el diseño de recursos móviles podemos mencionar:

A. El objetivo del recurso. Un recurso educativo móvil debe cumplir con un objetivo de aprendizaje bien determinado y que a su vez esté enmarcado dentro de los objetivos particulares de una materia dada. En este sentido, el contenido del recurso móvil debe estar diseñado en términos de qué queremos que el alumno aprenda y cómo vamos a

lograr que el alumno lo aprenda. En el caso de recursos en el formato de video, por ejemplo, se deben mostrar objetivos y procedimientos claros mediante palabras clave, figuras sencillas y símbolos específicos que llamen la atención del alumno hacia las ideas centrales que debe comprender.

b. El diseño y despliegue del recurso. El recurso a su vez, debe ser ameno y también retador para causar en el alumno la sensación de reto, confrontación y superación. El recurso debe también hacer referencia a aspectos de la vida cotidiana del alumno para potenciar un aprendizaje significativo.

c. *La duración del recurso.* Es muy importante tener en cuenta que con el fin de mantener la atención del alumno, los recursos deben tener duración menor a 5 minutos.

D. Los estilos de aprendizaje de los alumnos. Conociendo que existe multiplicidad de aproximaciones para la definición de estilos o preferencias de aprendizaje [Gallego, 2006], el primer reto estriba en seleccionar aquel enfoque que mejor se adapte a los fines del estudio. El Modelo de Felder-Silverman [Felder, R.M. y Silverman, L.K., 1988], [Felder,1993]; [Felder, R. M. y Brent R., 2005] fue seleccionado por su robustez atribuible a que es instrumento validado en ambientes latinoamericanos y para alumnos de pregrado. Algunos recursos son motivadores para iniciar un tema, mostrando los fenómenos de la vida diaria, otros son resúmenes de los principales conceptos a recordar de un módulo del curso.

4. METODOLOGÍA

El diseño instruccional de un curso es la base de la que se parte con la finalidad de incorporar tecnologías móviles. En este diseño se deberán ofrecer recursos bien diseñados, interactivos, de fácil manejo, apoyados en las tecnologías digitales y centrados en el aprendizaje del alumno.

Es deseable conseguir la personalización del aprendizaje a través de la vinculación entre los recursos educativos del diseño instruccional y el estilo de aprendizaje del alumno. El profesor debe buscar la congruencia entre las competencias, conocimientos, habilidades y actitudes que se quieren lograr, con los contenidos del curso, técnicas didácticas, tecnologías educativas, interacción alumno-profesor y profesor-alumno, así como los sistemas de evaluación del curso.

El docente juega un papel primordial en esta innovación, porque sin el compromiso del mismo no es posible que el reto que el uso de recursos tecnológicos representa, dé

frutos sustanciales. El docente deberá capacitarse en el uso de recursos tecnológicos con el fin de obtener su mejor uso en la interacción con sus estudiantes.

La metodología propuesta considera un plan de acción estructurado y coherente con los principios del aprendizaje activo, [Felder, 2009] con todos los elementos articulados entre sí, enriquecidos con recursos tecnológicos y organizados de forma tal que faciliten al estudiante la comprensión de los conceptos y el desarrollo de las habilidades procedimentales definidas previamente en los diferentes cursos en los que se integran los recursos de aprendizaje móvil.

Se propuso un marco de trabajo al diseño instruccional en el que se destacan 8 aspectos fundamentales para incorporar recursos de tecnología MLearning como se indica en la figura 1.

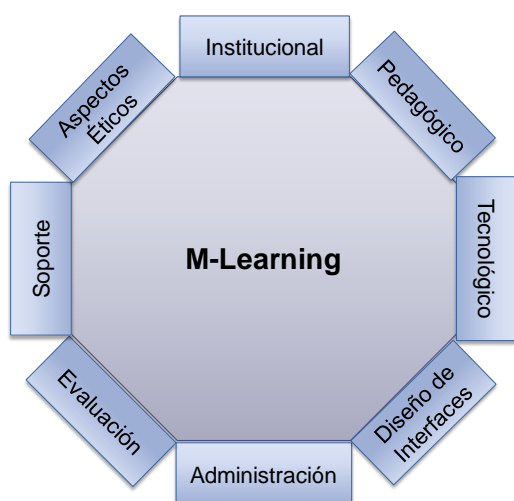


FIGURA 1. EL MARCO DE TRABAJO M-LEARNING

El primer aspecto a considerar es el pedagógico. En este factor el profesor, una vez que ha sido debidamente capacitado en la tecnología para que conozca el potencial de los recursos móviles, elige los contenidos del curso en los cuáles es ventajoso el uso de este tipo de recursos, en cuáles resultan de mayor interés para el alumno y en los cuáles el alumno tiene frecuentemente problemas en aprender.

A continuación el profesor elige qué tipo de recurso es conveniente utilizar, pueden ser videos, audios, exámenes rápidos, instrucciones para realizar actividades, problemas interactivos con su solución o ayuda en la misma, exámenes rápidos, entre otros, de tal forma que se elija el mejor canal de comunicación acorde a los contenidos y objetivos de aprendizaje relacionados.

En el siguiente paso se realiza un diseño cuidadoso de la interfaz que permita un despliegue adecuado de información, entre los que destacan tamaños de figuras, de letras, manejo de colores, calidad de imágenes, aspectos interactivos, cantidad de información apropiada, manejo de ecuaciones o simbología matemática, y duración apropiada del recurso.

En lo que se refiere al factor de administración, podemos señalar la administración de los recursos tecnológicos sobre la disponibilidad de servidores, memoria, servicios de red, ancho de banda y software para publicar apropiadamente en tiempo y forma los recursos móviles.

También debe considerarse el proceso de evaluación académica de los estudiantes, de tal modo que se incluya el uso de recursos móviles y se evalúe su utilidad e impacto en el aprendizaje. En lo referente al soporte, se considera el apoyo para producir y editar los recursos móviles, las sesiones de grabación, elaboración de animaciones, subtítulos, portadas, viñetas y audio, entre otros.

Algo importante en todo el proceso es el respeto a los derechos de autor por parte tanto de los docentes, como de los estudiantes, considerando el uso de recursos con licencias, con permiso explícito por parte de los autores, o registros de derechos de autor, y respetando las citas y referencias del material de fuente abierta.

En este proceso es importante la comunicación entre todos los miembros de la comunidad, generando el sentimiento de pertenecer a una institución y a una comunidad de aprendizaje.

5. CASOS DE ESTUDIO

En esta primera fase se seleccionaron los cursos de Matemáticas II y Física I como casos de estudio.

5.1 MATEMÁTICAS

Matemáticas II es un curso del segundo semestre del tronco común para estudiantes del área de negocios. Los temas a tratar en el curso son: integración en una variable y ecuaciones diferenciables separables, optimización en varias variables, sucesiones y series, y sistemas de ecuaciones lineales. Tradicionalmente la parte de integración es la de mayor dificultad en el curso, por lo que se elaboraron recursos para integración por sustitución (3 recursos) y para regla del trapecio para aproximar integrales (1

recurso). En el caso de integración por sustitución se tiene un recurso con una aplicación de integración y otro en donde se les explica a los estudiantes cómo pueden crear integrales que puedan resolverse por sustitución utilizando la regla de la cadena al derivar una función compuesta y se les pide inventen integrales que intercambiarán con sus compañeros. También se les pidió crear un video en el que explicaran mediante un ejemplo la técnica de integración por sustitución. Adicionalmente, se les pidió crear un video que muestre la regla del trapecio y/o punto medio para aproximar el valor de una integral. En este segundo trabajo se les dio a los alumnos tres integrales para que utilizaran una de ellas en la explicación.

5.2 FÍSICA

La materia de Física I en el Tecnológico de Monterrey es un curso de Mecánica Clásica para estudiantes de primer semestre de las diferentes carreras de Ingeniería. Se elaboraron recursos en formato de video para algunos de los módulos más importantes del curso: Leyes de Newton (1 recurso), Conservación de la Energía (1 recurso), Conservación del Momento Lineal (2 recursos) y Conservación del Momento Angular (2 recursos). En el caso de las Leyes de Newton, el recurso está orientado a que los alumnos *a)* identifiquen correctamente las fuerzas que actúan sobre un sistema dado, *b)* que aprendan a dibujar correctamente el diagrama de cuerpo libre de un sistema dado y *c)* que aprendan a descomponer las fuerzas aplicadas en sus componentes cartesianas para poder escribir correctamente las ecuaciones de movimiento correspondientes. Para el caso de la Conservación de la Energía, el recurso invita a los alumnos a que filmen situaciones de la vida diaria donde se ponga de manifiesto la ley de conservación de la energía. Aquí se pretende aprovechar el ingenio, la iniciativa y la originalidad de los alumnos para diseñar un experimento o bien filmar una situación que les parezca relevante. Para los módulos de Momento Lineal y de Momento Angular, el primero de los recursos plantea contextos para que los alumnos reconozcan y expliquen situaciones de la vida diaria en donde se presentan fenómenos relacionados con las leyes de conservación del momento lineal y del momento angular, mientras que el segundo recurso está orientado a hacer un resumen de los principales aspectos a recordar de cada tema.

6. ESTILOS DE APRENDIZAJE

Existen diferencias en la forma en la que las personas aprenden. Algunas lo hacen mejor mediante procesos reflexivos, otras se apoyan en las referencias de expertos, hay quienes apoyan su aprendizaje en la práctica directa y finalmente otros para quienes la innovación respecto a conceptos o procesos aprendidos constituye un motor para su aprendizaje. Esto se conoce hoy en día como *Estilos de Aprendizaje (EA)*. Entre los principales estudios sobre EA encontramos el Inventario de Estilos de Aprendizaje de Kolb (1976) y el Sistema 4MAT de McCarthy (1987). En este trabajo decidimos considerar el cuestionario de Índice de Estilos de Aprendizaje (ILS) de Felder y Silverman (1988), que divide el espectro de estilos de aprendizaje de acuerdo a cuatro ámbitos principales: *a) Activo – Reflexivo; b) Sensorial – Intuitivo; c) Visual - Verbal, y d) Secuencial - Global*. En el cuestionario permite conocer el EA de cada estudiante dentro de ciertos rangos: bajo (1-3), medio (5-7) y alto (9-11).

7. PROCESO DE EVALUACIÓN

7.1 MATEMÁTICAS

La primera evaluación para los recursos de Matemáticas se realizó durante el semestre agosto-diciembre 2009 y la segunda se realizó durante el semestre enero-mayo de 2010.

Pre-test. Se aplicó un pre-test sobre los temas seleccionados *antes* de presentarlos en el curso. De esta manera se puede cuantificar cual es el nivel de comprensión y desempeño promedio previo de los alumnos. Se incluyeron 5 reactivos en el pre-test sobre los temas de Matemáticas II.

Participantes. Un total de 45 estudiantes del segundo semestre de las carreras de Negocios participaron en el estudio de Matemáticas. La muestra se dividió aleatoriamente en dos grupos: un grupo de estudio que utilizó recursos móviles (grupo *Foco*) y un grupo de *Control* que no interactuó con los recursos. El profesor fue el mismo para ambos grupos.

Diseño del experimento. El grupo de Foco quedó conformado con 20 estudiantes, y el grupo de control con 23. Los recursos estuvieron disponibles desde las primeras semanas del curso, pero se les pidió utilizarlos sólo cuando el maestro cubría los temas del curso.

Post-test. Se evaluaron 5 reactivos por cada tema como una forma de medir el aprendizaje individual en el tema.

7.2 RESULTADOS – MATEMÁTICAS

Las tablas 1 y 2 muestran las medias y desviaciones estándar de los datos obtenidos, para el recurso 1 y el recurso 2 usados en el curso de Matemáticas II, respectivamente. Se indica el promedio de la calificación del pre-test y del pos-test en una escala de 1 a 100. Definimos la ganancia relativa de aprendizaje como el porcentaje que representa la diferencia entre el post-test y el pre-test respecto a la diferencia máxima pudo haber obtenido haber obtenido un alumno:

$$g_i = \frac{Pos_i - Pre_i}{100 - Pre_i}$$

Ganancia Relativa por estudiante:

Como parámetro de comparación adicional, definimos también la ganancia relativa integrada para un grupo dado (Hake 1998):

$$G = \frac{\langle Post \rangle - \langle Pre \rangle}{100 - \langle Pre \rangle}$$

Ganancia Relativa integrada:

Donde $\langle Pre \rangle$ y $\langle Post \rangle$ son la calificación promedio del pre-test y del post-test promedio de un grupo dado, respectivamente.

Mediante una prueba Z de hipótesis se compararon los promedios de la ganancia relativa del grupo Foco respecto del grupo de Control. Se encontró que los resultados presentados en las tablas 1 y 2, muestran un promedio significativamente mayor para los alumnos que sí utilizaron los recursos de AM respecto de aquellos que no los utilizaron.

TABLA 1. Media y desviaciones estándar de Pre-test, post-test, Ganancias relativas, y Ganancias INtegradas de los grupos Foco y Control de Matemáticas II para el Tema I

Grupo	N	$\langle Pre \rangle$	$\langle Pos \rangle$	$\langle g_i \rangle$	G
Foco (con AM)	20	1.34 ± 4.67	79 ± 17	0.81 ± 0.16	0.79

Control (sin AM)	23	1.25 ± 4.48	64 ± 31	0.63 ± 0.31	0.63
---------------------	----	-----------------	-------------	-----------------	------

TABLA 2. Media y desviaciones estándar de Pre-test, post-test, Ganancias relativas de los grupos Foco y Control de Matemáticas II para el Tema2

Grupo	N	$\langle Pre \rangle$	$\langle Pos \rangle$	$\langle g_i \rangle$	G
Foco (con AM)	20	0 ± 0	62 ± 24	0.62 ± 0.24	0.62
Control (Sin AM)	22	0 ± 0	36 ± 17	0.36 ± 0.17	0.36

7.3 FÍSICA

De manera similar al caso de matemáticas, con el fin de medir el efecto que tiene el uso de los recursos de AM por parte de nuestros alumnos en potenciar la comprensión de conceptos y en desarrollar en su habilidad de resolución de problemas específicos en los temas seleccionados para Física, aplicamos la siguiente metodología.

Trabajamos con una muestra total con $N_{tot} = 123$ alumnos de 4 grupos diferentes de Física I, durante el período enero – Mayo 2010, para los cuales tenemos los datos sobre sus EA. Dividimos de manera aleatoria la muestra en dos grupos: el grupo Foco, con $N_F = 68$ alumnos, al cual se le pidió que utilizara los recursos de AM y el grupo de control, con $N_C = 54$, que no utilizó los recursos de AM.

Para el caso de Física, decidimos evaluar los recursos de AM de los temas de Leyes de Newton y Diagrama de Cuerpo Libre (Tema I) y Conservación de Momento Lineal (Tema II). Para cada uno de estos temas diseñamos un pre-test y un post-test, que son básicamente iguales. El pre-test y el post-test se diseñaron cuidadosamente para evaluar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje implícitos en el recurso de AM. El pre-test se aplicó a toda la muestra *antes* de que los estudiantes tuvieran acceso a los recursos de AM. Posteriormente, se le pidió al grupo Foco utilizar los recursos de AM a través de sus dispositivos móviles durante una semana aproximadamente,

mientras que el grupo de Control recibió ejercicios similares en papel a los trabajados por el grupo Foco. Finalmente, aplicamos el post-test a toda la muestra con el fin de comparar los ganancias de aprendizaje de cada grupo.

7.4 RESULTADOS – FÍSICA

En la Figura 1 mostramos la distribución de EA de nuestros estudiantes de los grupos de Física I. Mientras que en las tablas 3 y 4 presentamos nuestros resultados para los grupos de Física. La tabla 3 muestra los resultados globales para los grupos Foco y Control combinando los dos temas. Por otro lado, la tabla 4 muestra los resultados para los grupos Foco y Control desglosados por estilos de aprendizaje.

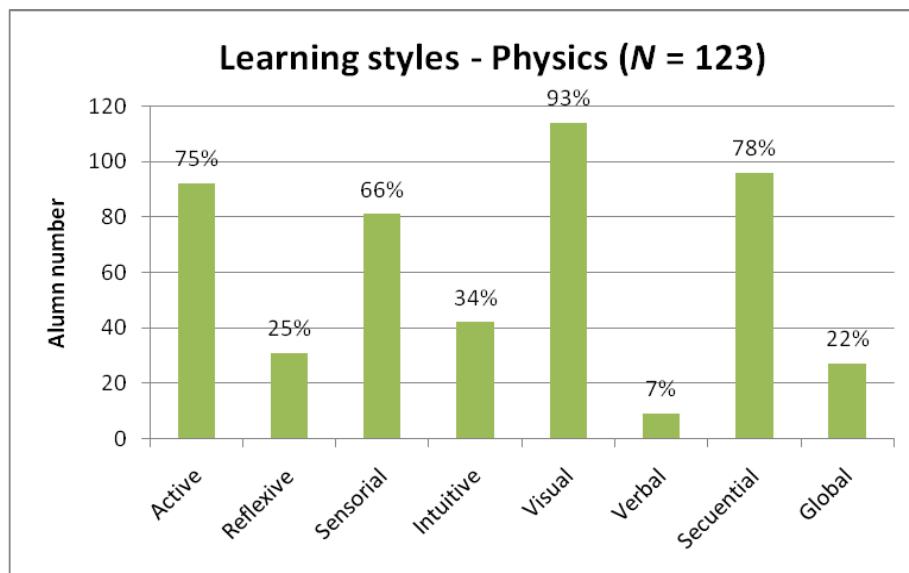


TABLA 3. Número alumnos, pre-test promedio, post-test promedio, Ganancia relativa individual promedio y Ganancia relativa interada para los grupos Foco y Control de Física I combinando el Tema I (Leyes de Newton) y el Tema II (Momento Lineal).

Grupo	N	$\langle Pre \rangle$	$\langle Pos \rangle$	$\langle g_i \rangle$	G
Temas I y II					

Foco (con AM)	54	41 ± 20	66 ± 19	0.39 ± 0.18	0.43
Control (sin AM)	69	38 ± 23	60 ± 28	0.36 ± 0.21	0.36

8. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Los resultados parciales hasta el momento obtenidos para la materia de Matemáticas II, muestran que existe una ganancia real con el uso de recursos móviles respecto a no usarlos para los dos temas seleccionados, lo cual constituye evidencia en el sentido de que el uso de los recursos de AM favorece el aprendizaje de los alumnos.

En el caso de la materia de Física I, por otra parte, aunque las ganancias relativas integradas y las promedios de ganancias individuales de los alumnos son mayores para el grupo foco que para el grupo de control en los dos temas seleccionados para este estudio, esta diferencia no es todavía estadísticamente significativa. Esto puede deberse al hecho de que, a diferencia del caso de Matemáticas, los alumnos ya tenían conocimiento previo sobre los temas y por lo tanto el margen de ganancia de aprendizaje es menor. De hecho, es interesante notar que incluso algunos estudiantes tuvieron una ganancia negativa. Sin embargo, el porcentaje de alumnos con ganancia negativa para el grupo foco fue de sólo el 11% mientras que para el grupo de control fue de 33%, esto es evidencia de que el uso de los recursos móviles también pueden favorecer el aprendizaje de los alumnos en los temas de Física. Desde luego, se considera necesario aumentar la muestra en todos los casos estudiados para incrementar la confiabilidad de los resultados del estudio.

Los resultados derivados de los EA permitirá conocer qué tipos de recursos favorecen más a qué tipo de estudiantes y tomar en cuenta estos resultados al momento de diseñar nuevos recurso de AM.

TABLA 4. Número alumnos, pre-test promedio, post-test promedio, Ganancia relativa individual promedio y Ganancia relativa interada para los grupos Foco y Control de Física I combinando el Tema I (Leyes de Newton) y el Tema II (Momento Lineal).

Grupo	N	$\langle Pre \rangle$	$\langle Pos \rangle$	$\langle g_i \rangle$	G
Temas I y II					
Foco_Activo	40	44 ± 20	69 ± 18	0.41 ± 0.17	0.44
Control_Activo	52	36 ± 23	57 ± 29	0.34 ± 0.20	0.39
Foco_Reflexivo	14	34 ± 20	59 ± 22	0.33 ± 0.19	0.38
Control_Reflexivo	17	44 ± 24	72 ± 23	0.45 ± 0.24	0.49
Foco_Sensorial	33	42 ± 18	65 ± 20	0.38 ± 0.17	0.40
Control_Sensorial	48	34 ± 22	57 ± 29	0.35 ± 0.20	0.35
Foco_Intuitivo	21	40 ± 24	68 ± 20	0.41 ± 0.18	0.47
Control_Intuitivo	21	48 ± 24	68 ± 27	0.41 ± 0.23	0.39
Foco_Visual	50	40 ± 20	67 ± 20	0.41 ± 0.18	0.44
Control_Visual	65	38 ± 23	61 ± 29	0.38 ± 0.21	0.37
Foco_Verbal	4	54 ± 12	63 ± 14	0.20 ± 0.24	0.20
Control_Verbal	4	38 ± 33	49 ± 23	0.06 ± 0.22	0.18
Focus_Secuencial	39	44 ± 21	64 ± 19	0.33 ± 0.17	0.35
Control_Secuencial	57	38 ± 24	60 ± 28	0.35 ± 0.22	0.35
Foco_Global	15	34 ± 15	73 ± 19	0.56 ± 0.18	0.59
Control_Global	12	38 ± 22	65 ± 30	0.42 ± 0.22	0.43

Encontramos que los estilos dominantes entre los estudiantes son: Activo (75%) vs. Reflexivo (25%); Visual (93%) vs. Verbal (9%) y Secuencial (78%) vs. Global (22%). Estos resultados deben considerarse en el diseño de nuevos recursos AM.

La Tabla 3 muestra que, en el caso de Física, la ganancia relativa integrada del grupo Foco es aproximadamente 20% mayor la del grupo de Control. De la tabla 4 se puede concluir que:

a) El uso de recursos de AM mejora la ganancia integrada de los alumnos Activos ($G = 0.33 \rightarrow 0.44$) en comparación con los alumnos Reflexivos ($G = 0.49 \rightarrow 0.38$).

b) El uso de los recursos de AM mejoró también la ganancia integrada de los alumnos Visuales ($G = 0.37 \rightarrow 0.44$) en comparación con los que los alumnos reflexivos ($G = 0.18 \rightarrow 0.22$).

c) El uso de recursos de AM mejoró la ganancia tanto de los estudiantes Sensoriales como de los Intuitivos.

d) El uso de los recursos de AM mejoró la ganancia integrada de los alumnos Globales ($G = 0.43 \rightarrow 0.59$) pero no cambió la de los alumnos Secuenciales.

e) Es notable el aumento en la ganancia de los alumnos Visuales ($G \sim 0.40$) respecto de la ganancia de los alumnos Verbales ($G \sim 19$).

9. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El uso de dispositivos móviles está en un rápido aumento en el mundo y su uso en la educación es un hecho que tiene implicaciones importantes en el proceso enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes de hoy, como nativos digitales, pueden aprovechar las posibilidades que los dispositivos móviles brindan dentro de la educación. La aplicación de TICs para el aprendizaje es uno de los ingredientes básicos del Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey que lo ha caracterizado como una institución de vanguardia en la aplicación, innovación y uso de tecnología para fortalecer el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Se definió con éxito una metodología para estudiar y medir el impacto del uso de recursos de AM en el proceso de enseñanza - aprendizaje y se aplicó en plan piloto a un conjunto específico de grupos de Matemáticas II y Física I de profesional del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

La experiencia tras dos años de utilizar recursos de AM indica que en el diseño de los recursos educativos móviles es crucial definir los objetivos de aprendizaje y el alcance que tendrá cada recurso, así como delimitar su ubicación dentro del programa de estudios de la materia.

Los resultados obtenidos hasta este momento son alentadores y nos motivan para seguir utilizando esta tecnología en nuestros cursos.

Una siguiente fase consiste en evaluar la conveniencia y alcance de los Smartphones contra el uso de otros dispositivos móviles como PDA's, netbooks, iPads entre otros, con el fin de ampliar las posibilidades de acceso al conocimiento, al aprendizaje significativo y a la integración de distintas opciones conforme a sus posibilidades de uso.

Los resultados obtenidos para los recurso de Física para todos los estilos de aprendizaje (excepto para el Reflexivo) muestran que el uso de recursos de AM mejora las ganancias de aprendizaje para el grupo Foco comparadas con el grupo de Control. Una posible explicación para esto es que los alumnos Reflexivos no son tan dependientes de los estímulos visuales como el resto de los estilos de aprendizaje. Este resultado merece mayor investigación. Los resultados generales nos animan a seguir desarrollando los recursos mLearning teniendo en cuenta los diferentes EA de los estudiantes, para atender mejor las necesidades cognitivas y motivacionales correspondientes a estos diferentes estilos de aprendizaje.

REFERENCIAS

- Chirino, V., & Molina, A., (2010). Critical factors in a definition of mobile learning model. In M. M.Cruz- Creswell, John W. (2010). Editorial Mapping the Field of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*. SAGE, pp. 95-108.
- Creswell, John W. (2009). Editorial: Mapping the Field of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*. SAGE, pp. 95-108.
- Felder, R.M., y Silverman, L.K., (1988) Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, Vol. 78, No. 7, 1988, pp. 674–681.
- Felder, R. (1993) Reaching the Second Tier: Learning and Teaching Styles in College Science Education. *J. College Science Teaching*, 23(5), 286-290.

Felder, R.M., y Brent, R.,(2005) Understanding Student Differences, J. Engr. Education, Vol. 94, No. 1, 2005, pp. 57–72.

Felder, R. (2009) Active Learning an Introduction. En ASQ Higher Education Brief, 2(4).

<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ALpaper%28ASQ%29.pdf>. Consultado en enero 10, 2010.

Gallego, D. J. (2006) Diagnosticar los estilos de aprendizaje. II Congreso Internacional de Estilos de Aprendizaje. Concepción, Chile. Consultado el 14-2-2010 de <http://www.ciea.udec.cl/>

Hake R R., 1988. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. Am. J. Phys. 66, No. 1, pp. 64-74.

Kolb, D.A. 1976. Learning style inventory. Boston: McBer

Martín Pérez, M., (2002). El modelo educativo del Tecnológico de Monterrey, Tecnológico de Monterrey.

McCarthy, B. 1987. 4MAT System. Barrington, Ma

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.

Richardson W., (2009). Blogs, wikis, podcast, and other powerful tools for classrooms. 2nd Edition. Ed. Corwin Press. CA. USA.

Sharples M., Taylor J., and Vavoula G., Towards a Theory of Mobile Learning. Proceedings of mLearn 2005 Conference, Cape Town, South Africa, 2005. <http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples-%20Theory%20of%20Mobile.pdf>. Recuperado en septiembre de 2009.