



## Dispositivos móviles en el estudio de Física en Bachillerato

R. Ponce-Díaz<sup>a</sup>, A. Ruiz-Elizondo<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Eugenio Garza Lagüera. Topolobampo 4603. Colonia Valle de las Brisas C.P 64790 Monterrey, Nuevo León, México

### ARTICLE INFO

**Recibido:** 02 de febrero de 2015

**Aceptado:** 18 de febrero de 2015

**Palabras clave:**

Física.  
Dispositivos móviles.  
Preuniversitaria.

**E-mail:**

rponce@itesm.mx  
shelly.ruiz@itesm.mx

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

En la actualidad los alumnos de bachillerato ya pertenecen a los llamados “nativos digitales” que son jóvenes con un alto manejo de dispositivos móviles, computadoras y sistemas digitales. En respuesta a esta generación, los profesores de Física del Bachillerato de la Preparatoria Téc. Eugenio Garza Lagüera, hemos diseñado e implementado actividades de aprendizaje basadas en el uso de dispositivos móviles, particularmente tablets, ipads y teléfonos móviles. El objetivo es introducir esta tecnología emergente en los ambientes de aprendizaje de los alumnos, aprovechando el interés de los jóvenes en estos dispositivos y así lograr un aprendizaje significativo de los conceptos de física.

De enero de 2013 a la fecha se han diseñado e implementado diecinueve actividades distribuidas de la siguiente forma: uso de apps con simuladores de fenómenos físicos (ocho actividades), uso de apps con problemas numéricos de física paso a paso (cuatro actividades), uso de apps para conectar sensores de laboratorios (siete actividades). Las apps utilizadas son gratuitas y en su mayoría están enfocadas a la Enseñanza de la Física; sin embargo, sin un diseño instruccional las apps *per se* tendrían una utilidad como video juegos o programas de simple entretenimiento. El diseño de las actividades busca obtener un aprendizaje significativo en los temas de física como: unidades de medida, vectores, cinemática, dinámica, cinemática rotacional, trabajo y energía.

Esta experiencia ha sido medida utilizando exámenes diagnósticos (dos de diseño propio del proyecto, y el Force Concept Inventory), al iniciar y al finalizar los cursos en los que se han implementado; observándose una ganancia media en el aprendizaje de los alumnos de acuerdo al factor de Hake. El análisis de los resultados es importante para la mejora de las actividades, dado el incremento de las habilidades digitales de los alumnos de bachillerato, y su interés marcado por el ambiente digital.

Nowadays high school students and young people belong to the so-called "digital natives" with a high management of mobile devices, computers and digital systems. In response to this student generation, the high school physics teachers at Preparatoria Téc. Eugenio Garza Lagüera have designed and implemented learning activities based on the use of mobile devices, particularly tablets, ipads and mobile phones. The objective is to introduce this emerging technology in learning environments of students, taking advantage of the interest of young people in these devices and achieve meaningful learning of concepts of physics.

More than nineteen activities have been designed and implemented, since January 2013, distributed as follows: using apps simulators physical phenomena (eight activities), use of apps with numerical problems by steps (four activities), use of apps for connect sensors (seven activities). Used apps are free and most of them are focused on the teaching of Physics; however, without an instructional design, apps would be like video games or simple entertainment programs. The design of activities seeks meaningful learning in the areas of physics such as: measurement units, vectors, kinematics, dynamics, rotational kinematics, work and energy.

This experience has been measured using test (two of the project design itself, and the Force Concept Inventory) at the begin and end of the courses, in which diagnostic tests have been implemented; observed an average gain in student learning according to Hake factor. The analysis of the results is important for the improvement of activities, given the

## I. INTRODUCCIÓN

Las clases de ciencias –en particular las de Física–, se han caracterizado por su naturaleza experimental y matemática; tradicionalmente las herramientas didácticas han sido el libro de texto, pizarrón y experimentos de laboratorio. Las prácticas de laboratorio han sido utilizadas para introducir temas, clarificar conceptos, desarrollar las habilidades científicas (investigación, medición y experimentación). Sin embargo, equipar laboratorios de ciencia ha sido un reto económico para las instituciones educativas, principalmente las pre-universitarias, propiciando laboratorios con material limitado, hechizo o instrumentos de medición básicos y con poca precisión; en casos extremos no existen laboratorios y las clases se limitan a la solución teórica de problemas.

En el año 2012, el 96% de los jóvenes de 15 años de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, por sus siglas en inglés) tienen acceso a una computadora en casa, pero sólo el 72% de los jóvenes utilizan una computadora de escritorio, computadora portátil o tableta electrónica en la escuela (OECD, 2015). Los resultados de la prueba PISA, muestra resultados contradictorios, pues mientras los países con mayor uso de las Tecnologías de la Información reducen sus puntajes en la comprensión lectora, los países con bajo uso tecnológico mantienen sus puntajes.

Una conclusión de la OECD, se relaciona con el alto uso de la tecnología en las actividades de la vida cotidiana, sin embargo, no se han adoptado formalmente en la educación, y los esfuerzos actuales han generado resultados diversos.

En particular, en la Enseñanza de la Física, existen propuestas de uso de tecnología para sustituir o complementar los laboratorio de física (Zacharias, 2003; Finkelstein *et al.*, 2005).

En este proyecto, rescatamos las ventajas de las simulaciones, los experimentos de laboratorio y uso de programas para el cálculo de variables en fenómenos físicos. Se diseñaron tres tipos de actividades: apps con simuladores de fenómenos físicos (ocho actividades en total), apps con problemas numéricos de física resueltos paso a paso (cuatro actividades), apps para conectar sensores de laboratorios (siete actividades). Con estas actividades, utilizamos las tablets para la adquisición y procesamiento de datos experimentales, así como la simulación o solución de problemas teóricos.

Las actividades han impactado en los alumnos de quinto y sexto semestre de los bachilleratos Multicultural y Bilingüe de la Preparatoria Eugenio Garza Lagüera de la Zona Metropolitana de Monterrey. La preparatoria es privada en el norte de México. Los cursos involucrados fueron: Energía y Movimiento (curso pre-universitario de Física general de agosto-diciembre 2013 y agosto-diciembre 2014) que tuvo en promedio 310 alumnos, y el curso Tópicos II de Física Introductoria para Ingeniería (curso pre-universitario de cinemática y dinámica de enero-mayo 2014 y enero-mayo 2015) en promedio con 130 alumnos (quinto y sexto semestre respectivamente, es decir, el último año preuniversitario).

Se diseñaron exámenes diagnósticos para medir el avance en el aprendizaje de los temas de física a lo largo del proyecto (agosto 2013-diciembre 2014). Finalmente, en el semestre enero-mayo 2015, se implementó el test estandarizado Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes *et al.*, 1992). Los resultados de ambos test han guiado el proyecto para la mejora de las actividades, así como no han permitido saber que conocimientos previos tienen los alumnos. Ambos test han mostrado una ganancia de “baja” a “media”, usando el factor de Hake (1998) como métrica.

## II. MARCO TEÓRICO

Las tecnologías computacionales en la Enseñanza de la Física se empezaron a utilizar como actividades de simulación previas a los experimentos en el laboratorio (Zacharias, 2003), así como la sustitución de los laboratorios reales por los

laboratorios virtuales (Finkelstein *et al.*, 2005). Más recientemente se han propuesto actividades virtuales como actividades de apoyo a las clases teórico prácticas (Infante, 2014).

## II.1 Laboratorios virtuales

Los laboratorios virtuales han sido usados como una alternativa para la falta de material de laboratorio en las aulas, esto fue posible gracias a la popularización de las computadoras, y actualmente a la de los dispositivos móviles. Se ha definido a los laboratorios virtuales como “*un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación*” (UNESCO, 2002).

Los reportes de experiencias con laboratorios virtuales apuntan en las ventajas de poder contar con experiencias directas de laboratorio, sin embargo no están tan extendidas en internet como las aplicaciones multimedia y los applets de experimentación con Java y Flash. Son escasos los ejemplos de aprendizaje remoto con experimentos en tiempo real (Rosaldo & Herreros, 2005).

## II.2 Force Concept Inventory (FCI)

La investigación de la enseñanza de la física ha generado diversas metodologías de enseñanza, métricas (Hestenes *et al.*, 1992) e instrumentos de medición de la ganancia en el aprendizaje de los diversos conceptos físicos (Savinaine & Scott, 2002). La mayor parte de los resultados se han medido a nivel universitario, con algunos ejemplos en el nivel bachillerato (Pre Universitario); la mayoría son cursos diseñados por objetivos.

El FCI fue reportado por primera vez por D. Hestenes, M. Wells y G. Swackhamer en 1992; desde entonces se ha utilizado en cientos de investigaciones, se ha traducido a varios idiomas, y es un referente para validar las metodologías de la Enseñanza de la Física.

El FCI evalúa seis competencias conceptuales de la mecánica clásica: cinemática (comprende los conceptos del movimiento), Primera Ley de Newton (comprende los conceptos de equilibrio), Segunda Ley de Newton (comprende los conceptos de fuerza y aceleración), Tercera Ley de Newton (comprende los conceptos de fuerzas pares), Principio de Superposición y Concatenación (comprende el concepto de suma vectorial y lo aplica en fenómenos físicos), tipos de fuerza (comprende los diferentes tipos de fuerza y su efecto). Las competencias se evalúan usando 30 preguntas de opción múltiple, cada una con cinco opciones.

## II.3 Factor de Hake

En los estudios del aprendizaje de la física realizados por Richard Hake (1998), el análisis de los resultados del Pre-test y Post-test se realiza con la medición de la reducción de la brecha de puntos a la máxima calificación.

La reducción de la brecha de puntos a la máxima calificación se calcula con la ecuación:

$$Factor\ Hake = \frac{Post\_test - Pre\_test}{Máximo - Pre\_test} \quad (1)$$

El valor del factor de Hake determina el nivel de la ganancia de aprendizaje: bajo, medio y alto; véase la Tabla I.


**TABLA I.** Niveles de Ganancia del aprendizaje, relacionado con el valor obtenido en el factor Hake (1988).





Factor de Hake	Nivel de Ganancia
0 - 0.29	Bajo
0.30 - 0.69	Medio
0.70 - 1.00	Alto

### III. DESCRIPCIÓN DE LAS APPs y ACTIVIDADES

Las actividades fueron basadas en apps con ciertas características: acceso libre, simulaciones con resultados numéricos visibles y apps capaces de registrar datos por medio de un sensor interno del dispositivo electrónico o con capacidad de conectarse a un sensor externo. Se identificaron un total de catorce apps – detalladas en la Tabla II – las cuales cumplieran con una o varias de las características definidas.

**TABLA II.** Listado de apps para dispositivos móviles como tablets, ipads y teléfonos móviles, las cuales cumplieran con alguna de las características definidas en el proyecto: Acceso libre, simulación con resultados numéricos, uso de sensor interno o con conectividad a sensores.

Nombre APP	Logo	Descripción
Reaction		Juego de IPAD en donde toma el tiempo entre el cambio de un color y el momento en que se oprime el IPAD.
EasyMeasure		Mide la distancia a objetos lejanos usando la cámara del IPAD
LuxMeter		Mide la cantidad de luz presente con la cámara frontal y trasera.
Decibel 10th		Mide los decibeles del sonido ambiental.
Velocímetro		Mide la velocidad de un auto, siempre y cuando tenga conexión a internet.
Sparkvue		Aplicación de PASCO para conectarle sensores de posición, fuerza y temperatura. Sin los sensores se puede hacer uso del acelerómetro del IPAD.
CircularMotion		Aplicación para estudiar el movimiento rotacional y la presencia de la fuerza centrípeta. El reto es hacer que una pelotita que viaja en línea recta se mueva en una circunferencia ejerciendo una fuerza sobre ella.
Biomech		Presenta simulaciones de movimiento. En particular puede medir el coeficiente de fricción midiendo el ángulo de inclinación de un plano inclinado.
SimPhysics		Contiene ejercicios sobre diferentes temas de física. Ejemplo: Position-Time Graph. Se presenta un caso de un auto y se pide hacer una gráfica de posición contra tiempo. Cuando la gráfica es correcta continúa en el segundo nivel y así sucesivamente. Cada tema es por niveles y sigue avanzando si contesta correctamente.
S2S Mech LITE Step2Step Physics		Problemas por pasos de Cinemática, Leyes de Newton y Energía.

<b>GasLawsHD</b>		Simulación para determinar la Ley de Boyle's y Charles.
<b>Unit Converter</b>		Convertidor de Unidades
<b>NewtonsCradle</b>		Simulación del experimento Newton para explicar la conservación de la cantidad de movimiento usando unas canicas colgando de hilos.
<b>eSimulator Lite</b>		Simulador de circuitos eléctricos.

### III.1 Diseño de actividades

Las actividades se dividieron en tres categorías: simulaciones, resolución de problema numéricos paso a paso, y sensores de laboratorio. A pesar de su diferencia en cuanto al objetivo de cada una de las actividades, se planteó una estructura similar para cada actividad: familiarización con la apps, obtención de datos, análisis de los datos, y conclusiones.

En la primera sección los alumnos se familiarizaban con los controles, los datos de entrada, los datos de salida proporcionados por la app, además del significado de señales o elementos de la simulación, como flechas y cantidades en la pantalla. La segunda sección se dedica a la obtención de datos numéricos, ya sea de diferentes simulaciones, diferentes problemas o experimentos. El análisis de los datos fue parte central de las actividades cuyo objetivo fue interiorizar algún concepto o comprender como se relacionan las variables de un fenómeno físico; por ejemplo el efecto del incremento de la masa con la aceleración de un objeto en movimiento. Cada una de las actividades tenía un objetivo muy particular en cada análisis. Finalmente, la actividad termina con una conclusión sobre el aprendizaje (concepto aprendido, relación entre variables encontrada), las limitantes del experimento, las mejoras, así como la aplicación en la vida del estudiante.

### III.2 Actividades con simulaciones

Las actividades con simulaciones se basaron en apps en donde se presentaba un fenómeno físico, del cual se pueden obtener datos numéricos. En el caso de la app Simphysics, la simulación presentaba diferentes niveles, con diversos casos del fenómeno. El análisis de los datos obtenidos incluía la comparación de los diferentes experimentos, con la finalidad de comprobar el comportamiento de las variables físicas del fenómeno; por ejemplo: el cambio en la aceleración cuando la masa del objeto cambia, o las características de un diagrama de cuerpo libre en objetos en equilibrio. En la siguiente tabla se desglosan todas las actividades y su app correspondiente.

**TABLA III.** Actividades diseñadas para usar apps con simulaciones de fenómenos físicos, en cada una de las actividades es posible obtener datos del dispositivo electrónico.

ACTIVIDAD	APP	DESCRIPCIÓN
Mediciones y Conversiones	<b>Conversor</b>	Realiza diferentes conversiones para validar las operaciones realizadas por los alumnos.
Midiendo el Tiempo de Reacción	<b>UltraReaction</b>	Es un App para jugar y determinar el tiempo de reacción. La App presenta un punto en la pantalla y al momento de cambiar de color debe hacer tap con el dedo y la aplicación mide el tiempo de reacción.

Gráficas de Posición Contra Tiempo	<b>SimPhysics</b>	La App presenta varias simulaciones, una de ellas presenta un vehículo en movimiento, y se debe predecir la gráfica de posición contra tiempo y validar el movimiento del auto.
Diagrama de Cuerpo Libre	<b>SimPhysics</b>	El App presenta un escenario y un área para construir el diagrama de cuerpo libre correspondiente. Tiene en total 10 niveles.
Segunda Ley de Newton	<b>SimPhysics</b>	El App presenta un vehículo propulsado por turbinas en un movimiento horizontal. Es posible cambiar el diagrama de cuerpo libre para incrementar el peso, o la fuerza impulsora, además de controlar la fricción.
Aceleración Centrípeta	<b>Circular Motion</b>	Presenta una esfera en movimiento lineal, el jugador debe aplicar una fuerza para generar una trayectoria circular preestablecida.
Velocidad Lineal y Angular	<b>SimPhysics</b>	Presenta una animación de un vehículo en una calle circular, el reto es lograr sincronizar semáforos para un movimiento continuo.
Fuerza de Fricción	<b>SimPhysics</b>	El App presenta un vehículo propulsado por turbinas en un movimiento horizontal. Es posible cambiar el diagrama de cuerpo libre para incrementar el peso, o la fuerza impulsora, además de controlar la fricción.

### III.3 Actividades con problemas numéricos paso a paso

Las actividades de problemas numéricos paso a paso se basaron en la app Step2Step; la cual tiene como objetivo resolver problemas paso a paso. La solución se divide en pasos, en donde el alumno responde preguntas sobre los datos, las operaciones necesarias, los resultados intermedios, y finalmente la solución numérica del problema. En caso de proporcionar una respuesta incorrecta, la app envía al usuario al inicio del problema. Cada tema presenta de cuatro a cinco problemas similares, cambiando los datos numéricos del problema y con la misma cantidad y tipo de pasos.

En estas actividades los alumnos toman datos de las condiciones iniciales del problema y de la solución. La repetición de los problemas hace mecánica las respuestas; es decir, la primera solución del problema es más lenta, y en las siguientes versiones del problema se disminuyen los tiempos de respuesta.

Al terminar de contestar los diferentes problemas, la actividad guía al alumno para la realización de un análisis del fenómeno, basándose en las respuestas dadas a la app. El objetivo es lograr en el alumno la reflexión sobre el comportamiento de las variables físicas del fenómeno relacionado con el problema. De esta forma se fortalece la comprensión de la relación entre las variables física del fenómeno estudiado. Por ejemplo: ¿Cuál es la relación entre la velocidad y el tiempo necesario para recorrer una distancia fija?, ¿cuál es la relación entre la aceleración de caída de la “Máquina de Atwood” y la masa del objeto colgante? La lista completa de actividades se observa en la Tabla IV.

**TABLA IV.** Actividades utilizando el APP Step2Step, en donde se divide la solución de un problema en pasos, en donde los usuarios van respondiendo para encontrar la solución del problema.

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>APP</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Suma de Vectores	<b>Step2Step</b>	Presenta un problema de suma de dos vectores, el cual está dividido en pasos y en caso de respuesta errónea se reinicia el problema.
Movimiento a velocidad constante.	<b>Step2Step</b>	Presenta un problema un auto moviéndose con velocidad constante, y pregunta la resolución del problema paso por paso para calcular el tiempo para recorrer una distancia. En caso de respuesta errónea se reinicia el problema.

Máquina de Atwood	<b>Step2Step</b>	Presenta un problema de dos objetos atados por una cuerda. Uno de los objetos se encuentra en una superficie sin fricción y el otro se encuentra colgando. La aplicación pregunta a los alumnos paso a paso hasta encontrar la aceleración del sistema. En caso de error se reinicia el problema.
Trabajo y Energía	<b>Step2Step</b>	Presenta un problema de un objeto en un plano inclinado en donde se calcula la energía al llegar a la parte baja del plano, el cual está dividido en pasos y en caso de error en uno de ellos se reinicia el problema.

### III.4 Actividades con sensores

Las actividades con sensores se basaron en el app SparkVue, y en los sensores de laboratorio de la marca PASCO, con una interface inalámbrica basada en Bluetooth. Esta app conecta los sensores a los dispositivos electrónicos y es capaz de adquirir, grabar y analizar los datos experimentales. En tiempo real, los alumnos ven la creación de gráficas de posición contra tiempo, la gráfica de temperatura contra tiempo, o de la fuerza contra tiempo.

Los datos se pueden compartir por correo electrónico, y analizar en hojas de cálculo en computadoras de escritorio.

Cada actividad experimental se enfocó al desarrollo de una competencia en particular, o concepto teórico específico. Por ejemplo: el significado del signo de la velocidad y la aceleración de un objeto en movimiento lineal, la demostración de la Tercera Ley de Newton para colisión de objetos de diferentes masa y velocidad inicial. La lista completa de las actividades se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA V.** Actividades utilizando el app SparkVue y sensores de la marca PASCO con interface inalámbrica vía Bluetooth. El objetivo es la medición de experimentos de laboratorio. También se utilizaron las apps: EasyMeasure, Biomech y la captura de video.

<b>ACTIVIDAD CON SENSORES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Midiendo con sensores</b>	El reto es medir la estatura de los alumnos usando un sensor de posición, un flexómetro y la cámara del dispositivo electrónico y la <b>APP EasyMeasure</b> .
<b>Velocidad y aceleración</b>	Generar gráficas de velocidad contra tiempo, de un carrito en un plano inclinado, para entender el concepto de velocidad negativa y de aceleración.
<b>Caída libre</b>	Medir la aceleración de la gravedad al lanzar verticalmente un balón frente a un sensor de posición.
<b>Tercera Ley de Newton (fuerzas)</b>	Medir las fuerzas en el choque entre dos carros en movimiento, con el objetivo de demostrar la Tercera Ley de Newton para objetos de diferente masa y velocidad inicial.
<b>Trabajo y energía de un resorte.</b>	Medir la velocidad y la fuerza de un resorte con una masa colgante, con la finalidad de calcular el trabajo hecho por él y su energía.
<b>Despegue de un dron</b>	Medir la aceleración del despegue de un dron, utilizando el dispositivo para grabar un video, descárgalo en una computadora para analizarlo con programa Tracker.

<b>Medición del Coeficiente de fricción</b>	Medir el coeficiente de fricción de un plano inclinado utilizando la app <b>Biomech</b>
---	---

#### IV. RESULTADOS

Las actividades se han implementado desde enero 2013 hasta mayo de 2015, impactando a 600 alumnos aproximadamente, con la participación de siete profesores. Con el fin de establecer una métrica, se aplicaron exámenes diagnósticos diseñados exprofeso para medir la ganancia en el aprendizaje.

Se realizó un seguimiento de 83 alumnos desde agosto 2013 hasta mayo 2014 para conocer su ganancia después de utilizar las actividades en dispositivos móviles. Este grupo de alumnos fue seleccionado, debido a su participación en los dos cursos de física del último año preuniversitario, y además habían contestado cuatro exámenes diagnósticos. El resultado después de un año fue un factor de Hake de 0.45, catalogado como un nivel de ganancia “medio”. En el tema de cinemática se obtuvo un factor de Hake de 0.67, y en el tema de dinámica, un factor de Hake de 0.44, ambos en el nivel “medio” de ganancia, como se observa en la Tabla VI.

**TABLA VI.** Resultados del factor de Hake para 83 alumnos, los cuales cursaron dos clases de Física entre agosto de 2013 y mayo 2014. El instrumento de medición fue creado exprofeso para la medición.

<b>Factor de Hake</b>	<b>Valor</b>	<b>Nivel de Ganancia</b>
Puntaje Promedio	0.45	Medio
Cinemática	0.67	Medio
Dinámica	0.44	Medio

En el semestre enero-mayo 2015 se aplicó el test FCI a 105 alumnos de la clase de Física, con la finalidad de tener una métrica estandarizada. El resultado en la ganancia promedio de los alumnos fue de 0.078, catalogado como ganancia “baja”, reportada en la Tabla VII. Considerando el 100% de los alumnos, el 8% obtuvo un factor de Hake de 0.36, que es ganancia “media”, y el 53% un factor de Hake de 0.16, considerado ganancia “baja”, como se observa en la Tabla VIII.

Estos resultados nos permitirán ajustar las actividades para impactar más en la ganancia de aprendizaje de los conceptos básicos de la cinemática y la dinámica evaluados con esta métrica estandarizada.

**TABLA VII.** Resultados del test FCI aplicado a 105 alumnos, los cuales cursaron la clase de Física entre enero y mayo 2015. El factor de Hake cataloga la ganancia en el nivel “bajo”.

Pre-Test	13/Ene/15	<b>35</b>
Post-Test	4/May/15	<b>40</b>
Factor de Hake	<b>Bajo</b>	<b>0.078</b>

**TABLA VIII.** Factor de Hake para 105 alumnos, los cuales cursaron la clase de Física entre enero y mayo 2015. El instrumento de medición fue el test estandarizado FCI.

Nivel de Ganancia	Factor Hake Promedio	Porcentaje de Alumnos
Negativo	-0.13	27%
Sin Cambio	0.00	12%
Bajo	0.16	53%
Medio	0.36	8%
Alto	N.A	N.A

#### IV. CONCLUSIONES

En el presente trabajo, se reporta el uso de dispositivos móviles como tablets, ipads y teléfonos móviles en la Enseñanza de la Física, en el último año pre-universitario, en una escuela privada del norte de México. Se han diseñado e implementado diecinueve actividades distribuidas de la siguiente forma: uso de apps con simuladores de fenómenos físicos (ocho actividades), uso de apps con problemas numéricos de física paso a paso (cuatro actividades), uso de apps para conectar sensores de laboratorios (siete actividades). Las actividades hicieron uso de apps de libre acceso, con la capacidad de obtención de datos y/o el uso de sensores internos o externos.

La implementación fue medida utilizando un test diseñado *exprofeso* para el proyecto, aplicado a 83 alumnos entre agosto 2013 y mayo 2014, obteniendo un factor de Hake de 0.45, catalogado como ganancia “media”. También se aplicó el test estandarizado Force Concept Inventory (FCI) a 105 alumnos en el semestre enero-mayo 2015, en donde el 8% de los alumno obtuvo un valor de factor de Hake de 0.36, considerado ganancia “media” y el 53% de los alumnos un valor de factor de Hake de 0.16, el cual representa ganancia “baja”.

Los resultados obtenidos hasta el momento, permiten establecer planes de mejora en las actividades, para impactar en el aprendizaje de los alumnos. Los dispositivos electrónicos son ya una realidad en los salones de los colegios preuniversitarios, por lo tanto debemos enfocarlos para apoyar el proceso de enseñanza.

Futuras mediciones de las ganancias de aprendizaje en cada actividad, permitirá establecer las competencias a desarrollar puntualmente. Esta investigación educativa está enfocada en mejorar el uso de las tecnologías en la Enseñanza de la Física preuniversitaria.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de la Preparatoria Téc. Eugenio Garza Lagüera, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superior de Monterrey, presidida por el Ing. Alfredo Peña Marín, por su apoyo incondicional para la realización de este proyecto.

#### REFERENCIAS

OECD. (2015). *Students, computers and learning: Making the connection*. Pisa-ITA: OECD Publishing. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>. Consultado: 21 de septiembre de 2015.

Zacharias, Z. & Anderson, O. R. (2003). The effects of an interactive computer-based simulation prior to performing a laboratory inquiry-based experiment on students' conceptual understanding of physics. *Am. J. Phys.* 71, 618.

Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S. & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, 1, 010103.

Hestenes D., Wells, M. & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141-158.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

UNESCO. (2000). *Informe de la Reunión de Expertos sobre Laboratorios Virtuales*. París: UNESCO. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001191/119102s.pdf>. Consultado: 21 de septiembre de 2015.

Rosado, L. & Herreros, J. (2009). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Recent Research Developments. In: *Learning Technologies, International Conference on Multimedia and ICT in Education*. Lisboa, Portugal. 22-24 de abril. Recuperado de: [www.formatex.org/micte2009/](http://www.formatex.org/micte2009/). Consultado: 21 de septiembre 2015.

Infante, J. C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa (RMIE)*, 19(62), 917-937. ISSN: 14056666.

Savinaine, A. & Scott, P. (2002). Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching. *Physics Education*, 37(1), 53-58.