

Uso de Tabletas en el Laboratorio de Física (Nivel Preparatoria)

Rodrigo Ponce Díaz, Aracely Ruiz Elizondo, Hugo Ariel Santos Garduño
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Preparatoria Eugenio Garza Lagüera
Zona Metropolitana de Monterrey

Resumen

Este proyecto se enfocó en el uso de los dispositivos móviles (tabletas y teléfonos inteligentes), para la adquisición y procesamiento de datos experimentales y datos obtenidos por simulaciones computacionales en el laboratorio de física en Preparatoria. Se adquirieron tres estaciones con sensores electrónicos de posición, fuerza, temperatura y corriente eléctrica, así como adaptadores inalámbricos para conectarlos con los dispositivos móviles. En total se realizaron once actividades, involucrando a ocho profesores y a 319 alumnos de quinto y sexto semestre de la preparatoria Eugenio Garza Lagüera. Para validar la eficacia de esta propuesta se realizó un seguimiento del avance del aprendizaje de los alumnos por medio de exámenes diagnóstico al inicio y fin de cada semestre. Se obtuvo un "Alto" nivel de ganancia en el aprendizaje en el 54% de los alumnos en el tema de Cinemática, y 22% de alumnos en el tema de Dinámica.

1. Introducción

Las clases de ciencias se han caracterizado por su naturaleza experimental; a lo largo del tiempo 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, propiciando laboratorios con material limitado, hechizo o instrumentos de medición básicos y con poca precisión; en casos extremos no existen laboratorios.

La masificación de las computadoras, y ahora con la llegada de las tabletas, ha propiciado la creación de actividades con simulaciones de fenómenos naturales, proponiendo la creación de laboratorios virtuales en las clases de ciencias [1,2]. No obstante, la falta de una experiencia real en los fenómenos de la naturaleza representa una desventaja de estas propuestas.

En este proyecto, rescatamos las ventajas de las simulaciones y de los experimentos en el laboratorio; utilizando las Tabletas para la adquisición y procesamiento de datos experimentales o simulados. Se diseñaron e implementaron actividades de laboratorio con apps (Aplicaciones para Tabletas) para simular fenómenos y para adquirir datos por medio de sensores conectados inalámbricamente.

Las actividades impactaron 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. Los cursos involucrados fueron Energía y Movimiento con un total de 319 alumnos y Tópicos II: Física Introductoria para Ingeniería con un total de 139 alumnos, quinto y sexto semestre respectivamente.

Se diseñaron exámenes diagnósticos para medir el avance en el aprendizaje de los temas de física, a lo largo del proyecto (agosto 2013 - mayo 2014). Los resultados del análisis arrojaron una "Alta" ganancia en el aprendizaje en el 54% de los alumnos en el tema de Cinemática y en 22% de los alumnos en el tema de Dinámica. Además se detectaron temas en donde la ganancia fue baja y es necesario implementar actividades, como en el caso de Calor y Electricidad.

2. Objetivo

En este proyecto NOVUS 2013, se planteó como objetivo el usar las Tabletas y sensores electrónicos como herramientas de investigación científica dentro del laboratorio de preparatoria. El propósito es mejorar el aprendizaje de los conceptos físicos en los cursos básicos de preparatoria, integrando una tecnología móvil de uso lúdico entre los adolescentes, y convertirlo en una herramienta de creación de

conocimiento. Buscamos transmitir al alumno la necesidad de pasar de ser usuarios de la tecnología, a ser creadores de conocimiento y tecnología.

3. Descripción del proyecto

El proyecto se basó en el diseño e implementación de actividades de aprendizaje en el laboratorio, en donde estuvieran involucrados las Tabletas y los sensores de medición. Por tal motivo fue necesaria la adquisición de tres estaciones de trabajo para el Laboratorio de Física de la preparatoria Eugenio Garza Lagüera. Cada estación fue equipada con: sensores electrónicos de posición, fuerza, temperatura, corriente y voltaje, adaptador inalámbrico de los sensores, así como rieles, carritos sin fricción, sistemas de masa-resorte. El costo por estación fue de \$2350 USD.

Los sensores se conectaban a las Tabletas por medio de la aplicación Sparkvue de la compañía PASCO. Durante la implementación fue posible conectar teléfonos inteligentes como los iPhone.

Se diseñaron seis actividades utilizando aplicaciones de Tabletas únicamente, las cuales tenían las siguientes características: realizaban alguna simulación de un fenómeno físico y se podían obtener mediciones numéricas de la

simulación, se presentaba una secuencia de problemas por pasos, y las aplicaciones utilizadas (APPs) eran de acceso libre. En la tabla 1 se resumen estas seis actividades, la APP utilizada y su descripción.

Se diseñaron cinco actividades de laboratorio utilizando los sensores de medición y la aplicación Sparkvue. El diseño contempló la inclusión de instrumentos de medición tradicionales como: flexómetros, cronómetros, balanzas, dinamómetros; lo cual enriqueció la actividad al comparar las formas de medir de forma tradicional y moderna. En la tabla 2 se resumen las actividades y su descripción.



Figura 1. Logo de la aplicación Sparkvue de la compañía PASCO; la cual permite obtener datos de los sensores electrónicos conectados por bluetooth. Esta aplicación tiene una versión gratis y una de paga.

Tabla 1 *Actividades diseñadas basadas en APPs gratuitas para las Tabletas. En las aplicaciones se presentaba una simulación (Circular Motion, SimPhysics), o una serie de problemas por pasos (Step2Step); y se podían obtener valores numéricos para su posterior análisis y conclusión*

ACTIVIDAD CON TABLETA	APP	DESCRIPCIÓN
Mediciones y Conversiones	Conversor	Realiza diferentes conversiones para validar las operaciones realizadas por los alumnos.
Suma de Vectores	Step2Step	Presenta un problema de suma de vectores, el cual está dividido en pasos y en caso de error en uno de ellos se reinicia el problema.
Gráfica de Velocidad contra Tiempo	SimPhysics	Presenta una animación de un carro en movimiento lineal, el alumno debe predecir la gráfica velocidad/tiempo correspondiente.
Aceleración Centrípeta	Circular Motion	Presenta una esfera en movimiento lineal, el jugador debe aplicar una fuerza para generar una trayectoria circular preestablecida.
Velocidad Lineal y Angular	SimPhysics	Presenta una animación de un vehículo en una calle circular, el reto es lograr sincronizar semáforos para un movimiento continuo.
Trabajo y Energía	Step2Step	Presenta un problema de un plano inclinado, el cual está dividido en pasos y en caso de error en uno de ellos se reinicia el problema.

Tabla 2 Actividades diseñadas e implementadas usando los sensores electrónicos y la aplicación Sparkvue para Tabletas.

ACTIVIDAD CON SENSORES	DESCRIPCIÓN
Midiendo con Sensores	El reto es medir la estatura de los alumnos usando un sensor de posición y un flexómetro
Velocidad y Aceleración	Generar gráficas de velocidad contra tiempo, de un carrito en un plano inclinado.
Caída Libre	Medir la aceleración de la gravedad al lanzar verticalmente un balón frente a un sensor de posición.
Tercera Ley de Newton (Fuerzas)	Medir las fuerzas en el choque entre dos carros en movimiento.
Trabajo y energía de un resorte.	Medir la velocidad y la fuerza de un resorte con una masa colgante.

En las figuras 2, 3 y 4 se observan las imágenes de alumnos desarrollando las actividades con Tabletas y sensores.



Figura 2. Alumnos realizando una actividad con aplicaciones gratuitas para Tabletas únicamente.



Figura 3. Alumnos trabajando en el laboratorio con una actividad utilizando Sensores y Tabletas.



Figura 4. Los alumnos pudieron comparar el uso de sensores electrónicos con el uso de instrumentos de medición tradicionales.

4. Evaluación del aprendizaje

Con el fin de validar la efectividad de esta propuesta se diseñaron dos "Exámenes Diagnósticos", aplicados al inicio y al final de cada curso impartido. Los resultados de los Exámenes Diagnóstico fueron analizados con estadística descriptiva y utilizando el Factor de Hake para determinar la ganancia en el aprendizaje.

4.1 Examen Diagnóstico.

El primer Examen Diagnóstico fue diseñado para el curso de Energía y Movimiento. El examen fue de opción múltiple (5 opciones), con 16

reactivos en cuatro áreas diferentes: Cinemática, Dinámica, Calor y Electricidad. Se imprimieron dos versiones, con la única diferencia en el orden de los reactivos.

El segundo examen diagnóstico se diseñó para el curso de Tópicos II: Física Introductoria para Ingeniería. Se retomaron ocho reactivos del primer examen (Cinemática y Dinámica) y se agregaron reactivos en los temas: conversiones, vectores dinámica y cinemática, para un total de 21 reactivos con cinco opciones cada uno.

4.2 Factor de Hake

En los estudios del aprendizaje de la física realizados por Richard Hake [3], el análisis de pre 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 diferencia entre el pre y post test, y la diferencia del pre test a la máxima puntuación esperada:

$$Factor\ Hake = \frac{Postest - PreTest}{Máximo - PreTest}$$

El valor del factor de Hake determina el nivel de la ganancia de aprendizaje: Bajo, Medio y Alto; acorde a la siguiente tabla.

Tabla 3 Niveles de Ganancia del aprendizaje, relacionado con el valor obtenido en el factor Hake.

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

Tabla 4. Puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica aplicada a 319 alumnos del quinto semestre de los bachilleratos Multicultural y Bilingüe. El promedio de la prueba se incrementó en un 46%, en la sección de dinámica se tuvo un incremento del 128%.

Diagnóstico	Promedio	Cinemática	Dinámica	Calor	Electricidad
Agosto 2013	31	51	19	34	19
Noviembre 2013	45	68	43	45	24
Diferencia/Porcentaje	46%	32%	128%	33%	26%

5. Resultados

Los resultados se presentaron de manera parcial y final, debido a la implementación en dos semestres diferentes. Los resultados parciales se refieren a los resultados obtenidos en cada uno de los semestres y el resultado final se refiere a los resultados contemplando el año completo del proyecto.

5.1 Semestre agosto-diciembre 2013

En el semestre agosto diciembre 2013 el proyecto impactó a los 319 alumnos del 5º semestre del Bachillerato Multicultural y Bachillerato Bilingüe (el total de la generación); alumnos inscritos en las clases de Energía y Movimiento. Así mismo se involucraron siete profesores: Rodrigo Ponce Díaz, Aracely Ruiz Elizondo, Hugo Ariel Santos Garduño, Alfredo Peña Marín, Myrthala Wong, Luis Pérez, Carlos Miguel Rosales.

En este semestre los alumnos tuvieron una mejora en su desempeño en la prueba diagnóstica, el puntaje promedio se incrementó en 46.0%, con un factor de Hake de 0.20, lo cual representa una ganancia de aprendizaje “Bajo”.

En la tabla 4 se observan los resultados para cada tema, observando la mayor diferencia en el tema de Dinámica, y la menor diferencia para el tema de Electricidad.

Los temas de Cinemática y Dinámica presentaron ganancia de aprendizaje “Medio”. Las ganancias de aprendizaje de los temas de Calor y Electricidad se encontraron en el nivel “Bajo”. Una posible razón es el menor tiempo dedicado a los temas y el encontrarse al final del semestre. En la tabla 5 se resumen los valores del factor de Hake para cada tema.

Tabla. 5 Factor de Hake para el puntaje total y por sección, incluyendo su nivel de ganancia.

Factor de Hake	Valor	Nivel de Ganancia
Puntaje Promedio	0.20	Bajo
Cinemática	0.33	Medio
Dinámica	0.30	Medio
Calor	0.17	Bajo
Electricidad	0.06	Bajo

5.2 Semestre enero-mayo 2014

En el semestre enero-mayo 2014 el proyecto impactó a 139 alumnos del sexto semestre, aproximadamente el 45% de la generación de los bachilleratos Multicultural y Bilingüe. La reducción de alumnos se debió a la naturaleza del curso "Tópico"; el cual puede ser elegido entre tres opciones: Física Introductoria para Ingeniería, Administración-Financias y Biomédicas. Participaron cuatro profesores en su implementación: Rodrigo Ponce Díaz, Aracely Ruiz Elizondo, Hugo Ariel Santos Garduño, Alfonso Serrano Heredia

Las ganancias de aprendizaje se mantuvieron en un nivel "Bajo", como se puede observar en las tablas 6 y 7 en donde se resumen los resultados de los exámenes diagnósticos.

Tabla 6. Puntajes obtenidos en la prueba diagnóstica aplicada a 139 alumnos del sexto semestre en el tópico de Física Introductoria para Ingeniería. El promedio de la prueba se incrementó en un 12%, en la sección de dinámica se tuvo un incremento del 17%.

Examen Diagnóstico	Promedio	Cinemática	Dinámica
Enero 2014	55	77	48
Mayo 2014	61	82	56
Ganancia/ Porcentaje	12%	6%	17%

Tabla 7. Factores de Hake para los alumnos del sexto semestre del Tópico: Física Introductoria para Ingeniería.

Factor de Hake	Valor	Nivel de Ganancia
Puntaje Promedio	0.146	Bajo
Cinemática	0.214	Bajo
Dinámica	0.159	Bajo

5.3 Resultado Final de la Implementación.

Al integrar los resultados de todos los exámenes diagnósticos, pudimos analizar el desempeño de 83 alumnos. Este grupo de alumnos obtuvo una ganancia de aprendizaje "Medio", tanto en el promedio del examen diagnóstico como en los temas de Cinemática y Dinámica. En la tabla 8 se observan los resultados de los diagnósticos, y es visible el constante incremento de los puntajes promedios y en los dos temas analizados.

Se observó un incremento en el puntaje de Noviembre 2013 a Enero 2014, debido principalmente a la aplicación de un examen final intermedio. Cabe hacer notar que estos exámenes no formaban parte de la calificación del curso.

Tabla 8. Seguimiento de 83 alumnos en los cuatro exámenes diagnóstico aplicados durante el proyecto. Se observa un incremento del puntaje entre noviembre y enero, debido principalmente al examen final presentado por los alumnos en el inter entre las fechas.

Examen Diagnóstico	Promedio	Cinemática	Dinámica
Agosto 2013	33	54	21
Noviembre 2013	47	68	47
Enero 2014	57	80	50
Mayo 2014	63	85	56

En la tabla 9 se resumen los valores para el Factor de Hake y el nivel de ganancia "Medio" para todos los casos.

Tabla 7. Factor de Hake para todo el proceso del proyecto desde agosto 2013 hasta mayo 2014.

Factor de Hake	Valor	Nivel de Ganancia
Puntaje Promedio	0.45	Medio
Cinemática	0.67	Medio
Dinámica	0.44	Medio

La distribución de los alumnos por nivel de ganancia en el aprendizaje mostró la presencia de alumnos con un nivel "Alto": 54% en Cinemática y 22% en Dinámica. En las gráficas 1 y 2 se observa la distribución de los alumnos en ambos temas observados.

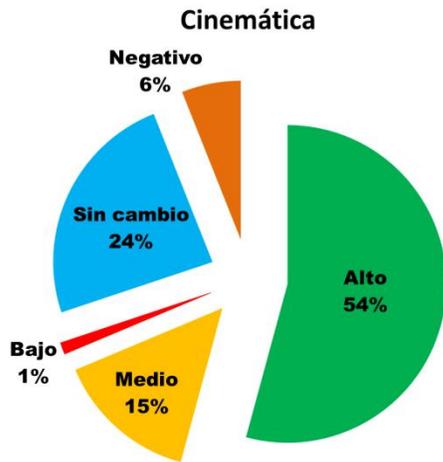


Figura 5. Distribución de alumnos por nivel de ganancia de aprendizaje en el tema de Dinámica, utilizando el Factor de Hake. El 54% de los alumnos obtuvieron un nivel de ganancia "Alto", el 15% se ubicó en el nivel "Medio" y 1% en el nivel "Bajo".

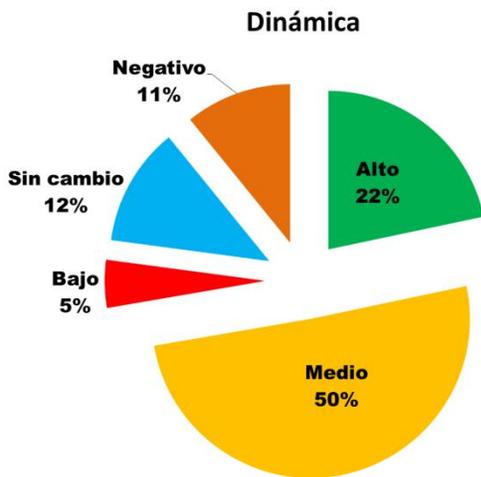


Figura 6. Distribución de alumnos por nivel de ganancia de aprendizaje en el tema de Dinámica, utilizando el Factor de Hake. El 22% de los alumnos obtuvieron un nivel de ganancia "Alto", el 50% se ubicó en el nivel "Medio" y 5% en el nivel "Bajo".

Con el objetivo de medir el avance de los alumnos que no cursaron el Tópico de Física, se seleccionó una muestra de 30 alumnos de los Tópicos de Administración y Biomédicas. En la tabla 10 se resumen los resultados de sus exámenes diagnósticos.

Los puntajes obtenidos por este grupo de alumnos en el semestre agosto-diciembre 2013, se encontraron dentro del promedio de la generación. Sin embargo, hay una disminución

en los puntajes obtenidos en mayo 2014, debido a que no cursaron el tópico de física.

Tabla 10 Seguimiento de 30 alumnos de los tópicos de Administración y Biomédicas. Se observa un decremento del puntaje entre noviembre y mayo, debido principalmente a que no cursaron el tópico de física.

Examen Diagnóstico	Promedio	Cinemática	Dinámica
Agosto 2013	28	47	15
Noviembre 2013	50	73	51
Mayo 2014	43	60	48

En la tabla 11 se resumen los valores para el Factor de Hake del grupo de alumnos de los tópicos de Administración y Biomédicas. Los niveles de ganancia en el aprendizaje son "Bajos" a excepción del Tema de Dinámica que es "Medio", sin embargo es menor al observado en los alumnos del Tópico de Física.

Tabla 11. Factor de Hake para todos los alumnos de los tópicos de Administración y Biomédicas. La ganancia en el aprendizaje se debió en gran medida por el curso de quinto semestre, debido a que en sexto semestre no cursaron el tópico de física.

Factor de Hake	Valor	Nivel de Ganancia
Puntaje Promedio	0.21	Bajo
Cinemática	0.25	Bajo
Dinámica	0.38	Medio

6. Conclusiones

En el presente proyecto de NOVUS se implementó el uso de Tabletas en las actividades de laboratorio de Física en la preparatoria Eugenio Garza Lagüera. Se adquirieron tres estaciones de trabajo con sensores y adaptadores inalámbricos para conexión a Tabletas y teléfonos inteligentes.

Se implementaron en total once actividades de laboratorio, cinco de ellas involucrando sensores y Tabletas, las restantes solo aplicaciones de las Tabletas.

Se diseñaron exámenes diagnósticos para medir la ganancia en el aprendizaje, obteniendo un

nivel de ganancia “Medio” acorde al Factor de Hake.

Un aprendizaje importante en este proyecto, fue el de contrastar los sistemas modernos de adquisición de datos con las formas tradicionales de hacerlo. Esto fue posible en las actividades en donde los alumnos pudieron realizar la misma medición con los sensores y con los instrumentos tradicionales.

Asimismo aprendimos el lenguaje de las nuevas tecnologías, en donde la palabra “Aplicación”, se refiere a los programas de las Tablet as o teléfonos inteligentes (APPs). Distinto significado a la expresión en donde se busca implementar lo aprendido en una actividad de la vida cotidiana.

Recomendamos esta experiencia para ser implementada en otros laboratorios de ciencias, debido a la existencia de sensores para la medición de variables químicas o biológicas. Para futuras implementaciones recomendamos hacer énfasis en valorar y contrastar los nuevos dispositivos electrónicos con los instrumentos tradicionales. Debemos promover el uso de la tecnología para la obtención y análisis de datos.

Transmitamos la inquietud por el desarrollo de la tecnología, más allá del simple uso lúdico de la tecnología.

7. Referencias

- [1] Zacharias, Zacharias; Anderson O. Roger “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 (2003).
- [2] N. D. Finkelstein, W. K. Adams, C. J. Keller, P. B. Kohl, K. K. Perkins, N. S. Podolefsky, S. Reid, and R. LeMaster “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, 2005
- [3] Hake, Richard “Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses,” Am. J. Phys. 66, 64–74 1998.