

VENTAJA COMPARATIVA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL LABORATORIO DE CIENCIAS VERSUS EL METODO TRADICIONAL: DETERMINACIÓN DE LA ACELERACION DE GRAVEDAD g .



Pedro Unda Bravo*, Tatiana Urzúa Llanos**, Juan Vargas Marín ***

Resumen

La incorporación de las nuevas tecnologías abre una amplia gama de posibilidades en el laboratorio de ciencias. El presente artículo analiza las ventajas en la obtención de datos experimentales al utilizar las nuevas tecnologías en comparación con los obtenidos en el método tradicional. Se utilizan ambos métodos en la determinación del valor de la aceleración de caída libre, a través de la caída de una esfera de acero desde diferentes alturas y midiendo el tiempo de caída, usando un cronómetro y el sensor adaptador de caída libre. En este último caso, los datos fueron registrados utilizando una interface electrónica y analizados computacionalmente a través del software Data Studio. Se comparan los datos experimentales obtenidos por ambos métodos y su correspondencia con la teoría. Al utilizar las nuevas tecnologías propuestas, el valor de la aceleración de gravedad g , muestra un error que se encuentra tan sólo el rango de 0-0.04%. El método tradicional muestra errores en el rango entre 5 - 56%.

Palabras claves: Interface electrónica, Data Studio, adaptador de caída libre, medición de g , tiempo real.

Abstract

New technologies offer a very large set of possibilities for use in science demonstrations and laboratory work. This paper shows the clear advantages of these new technologies over the traditional ones, by means of the following example.

When measuring the acceleration value for a steel ball, in free fall from different altitudes, the elapsed time was measured simultaneously, both by means of a chronometer and with an special electronic sensor free fall adapter, the

latter, branched to an interface allows us to analyze recorded data with a special software, named Data Studio. Both obtained sets of experimental data were used to fit with those expected from theory. A comparison between the obtained g values, shows the best results for the electronic system, with small errors placed between 0 and 0.4%. The traditional method shows errors in the range between 5-56%.

Keywords: Electronic interface, Data Studio, free fall adapter, measurement of g , real time

Introducción

Las tecnologías tradicionales, cada vez están dejando de ser las únicas disponibles para enseñar y aprender ciencias. En las últimas décadas, en diferentes países del mundo, se han creado las condiciones de innovación tecnológica y su aplicación en el campo de las ciencias, contándose actualmente con equipamiento alternativo de última generación.

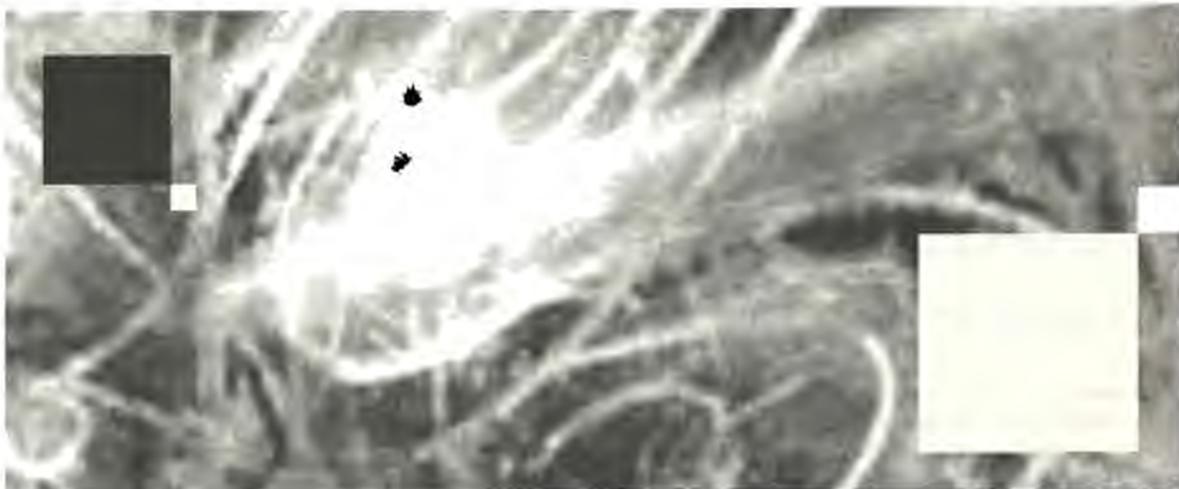
Si se considera el rápido avance de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) las cuales han creado un nuevo ambiente educacional al que se debe adaptar la docencia y por otro lado los requerimientos de la Reforma Educacional puesta en marcha en Chile en la Educación Media, surge como necesidad, incorporar el uso de nuevas tecnologías en el aula (Arellano, 2000; Mineduc, 1998; UMCE, 1998). El uso de las nuevas tecnologías en el laboratorio de ciencias implica el uso de sensores, interfaces electrónicas, software y computadora.

¿Cuáles son las ventajas al utilizar las nuevas tecnologías comparado con el método tradicional? Como una forma de ilustrar una

(*) Depto. de Física. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / punda@umce.cl / Chile

(**) Depto. de Física. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / turzua@umce.cl / Chile

(***) Depto. de Química. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / jvargas@umce.cl / Chile



respuesta a esta interrogante, en este trabajo, se presenta un experimento cuya finalidad es determinar el valor de la aceleración de gravedad (g), en el cual se utilizan ambos tipos de enfoques. El tema seleccionado, forma parte del programa de Enseñanza Media en Chile y es recurrente en cursos de Física General en niveles de pre-grado universitario (Mineduc,1998).

El fundamento de éste estudio está orientado básicamente en poner de manifiesto las diversas ventajas de las nuevas tecnologías (Barclay,1995; Pasco,1999; Roger,1997). La comparación con el método tradicional, se encuentra centrada entre otros factores en: la forma de obtener los datos experimentales, el análisis de los resultados, las conclusiones obtenidas con ambos métodos y la respectiva correspondencia entre los resultados experimentales y la teoría. El experimento fue realizado con alumnos del primer año de la carrera de Licenciatura en Educación Química de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago Chile, como parte del curso de Física General.

Experimental

Equipamiento y Materiales: Interface Science Workshop 750 CI-6450; Sensor Free Fall Adapter ME-9207 B ; Software Data Studio de Pasco Scientific ; PC ambiente Window ; Digital Stopwatch SE-8702B Casio resolución 0.01 s y Cinta de medir Tornado precisión 1 mm. (Pasco,2001)

Metodología

El método consistió en dejar caer una bolita de acero desde cierta altura h y medir el tiempo t que demora en caer al suelo. Se varió la altura

de caída y para cada valor de h se registró el tiempo.

Para llevar a cabo este experimento, se utilizaron dos métodos de registro de datos, uno de ellos usando el método tradicional, y el otro las nuevas tecnologías.

Metodo I: Método tradicional

Se dispone del montaje que muestra la Fig.1. Se deja caer la bolita y se mide con la cinta métrica la altura desde donde se dejó caer y con el cronómetro el tiempo empleado. Se repitió el experimento varias veces para cada altura con el objeto de tener un tiempo promedio.

Metodo II. Método usando nuevas tecnologías

El montaje utilizado es el mismo utilizado en el experimento tradicional, sólo que el tiempo se ha medido con el sensor adaptador de caída libre, Fig. 2. Al dejar caer la bolita, la altura se mide con la cinta desde donde se deja caer, se ingresa el valor por teclado y el sensor registra el tiempo de caída.

Resultados y discusión

Metodo I

Observando la Tabla I, se puede apreciar que la mayor diferencia entre el tiempo experimental t_a y el tiempo de caída teórico calculado t_b es de 0.11 s y la menor diferencia es de 0.02 s. Estas diferencias son pequeñas y difíciles de disminuir dada la baja precisión del instrumento usado para medirlo, en este caso un cronómetro digital que entrega lecturas de tiempo sólo hasta la centésima de segundo. Hay que señalar que al realizar el registro del tiempo, se detectaron dos dificultades las cuales influyen en la

precisión de los resultados: para una misma altura, diferentes alumnos registraron tiempos distintos; las diferencias entre los valores medidos entre ellos fueron significativas, aún tomando el máximo de precauciones. Por otro lado, se detectaron diferentes tiempos de reacción de los alumnos al iniciar y finalizar los registros de datos.

Al revisar el porcentaje de error obtenido en el valor de la aceleración de gravedad Tabla I, se observan porcentajes de error que van desde un 5.64 % hasta un 55.62%.

La ecuación:

$$g = 2h / t^2$$

permite calcular el valor de g y en ella están involucradas la altura h y particularmente el tiempo t de caída elevado al cuadrado, lo que hace aumentar el error en t . Influye también en el error, la incerteza en la lectura de h debido a baja precisión de la cinta métrica, cuya lectura mínima es del orden del milímetro.

La ecuación anterior permite establecer que:

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

Considerando el valor patrón aceptado g igual 9.794 ms^{-2} en la ciudad de Santiago de Chile donde se realizó el experimento, el que fue medido mediante gravímetro, la ecuación es:

$$h = 4.895 t^2$$

A partir de los datos experimentales, la ecuación de la recta ajustada es:

$$h = 2.6893 t^2 + 0.7384$$

por lo tanto el valor g es igual a 5.38 ms^{-2}

La determinación experimental del valor de g implica, respecto al valor aceptado, un 45.08% de error.

Por otro lado, el valor del intercepto 0.7384 obtenido a partir de la recta ajustada, sería inconsistente con las condiciones experimentales iniciales, pues para $t = 0$, $h = 0$.

En este método, el error es debido fundamentalmente al uso del cronómetro. Al comparar el tiempo teórico y el experimental la diferencia es pequeña, pero aún así, los errores son significativos. Con el montaje utilizado, aún teniendo el máximo de precauciones en el registro del tiempo, no es posible obtener un error menor, puesto que el instrumento no lo permite, requiriéndose una mayor precisión para obtener mejores resultados.

Método II

Observando la Tabla II, se puede apreciar que la mayor diferencia entre el tiempo experimental t_a y el tiempo de caída teórico calculado t_b es de 0.00021s y hay valores de coincidencia entre ambos tiempos.

Al revisar el porcentaje de error obtenido en el valor de la aceleración de gravedad Tabla II, se observan porcentajes de error desde un 0% hasta un 0.04%.

El gráfico 2 representa los valores experimentales de h en función del tiempo t de caída. La curva obtenida puede ser representada por el polinomio del tipo: $y = A + Bx + Cx^2$. Como $y = h$, $x = t$, entonces se tiene la siguiente ecuación: $h = A + Bt + Ct^2$.

El ajuste correspondiente indica que:

$$A = -0.00884$$

$$B = 0.03449$$

$$C = 4.86345$$

La teoría señala la siguiente ecuación:

$$h = h_0 + v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$$

Donde h_0 y v_0 corresponde a la posición y velocidad inicial respectivamente. En este caso, ambas son cero.

Comparando la ecuación polinomial obtenida experimentalmente con la ecuación teórica, se concluye que g sería igual a: $g = 2C$ considerando el valor de $C = 4.86345$, se tiene finalmente que: $g = 9.727 \text{ ms}^{-2}$

Al comparar los valores obtenidos de g por ambos métodos, Tabla I y II, se concluye que el error se minimiza al utilizar el sensor para medir el tiempo. La precisión del sensor permite obtener un valor de la aceleración de gravedad muy aproximado al valor teórico. La determinación experimental del valor de g obtenida a partir del gráfico, implica, respecto al valor aceptado, un 0.7% de error.



Conclusiones

Sobre la base del análisis y comparación de los resultados experimentales, podemos dar respuesta a la interrogante planteada ¿Cuáles son las ventajas al utilizar las nuevas tecnologías comparado con el método tradicional? podemos señalar las siguientes:

Se obtiene una gran cantidad de datos en tiempo real. Los alumnos realizan el experimento y en el mismo instante obtienen los datos en un gráfico y la respectiva tabla de valores. El alumno requiere de un tiempo breve para el registro de datos, lo que le permite disponer de mayor tiempo para realizar un análisis detallado de ellos, discusión y conclusiones.

La información obtenida de las magnitudes físicas involucradas en el experimento, es almacenada en la computadora, puede ser manipulada, analizada punto a punto, matematizada, etc. Se permite un número alto de gráficas y tablas en forma simultánea en pantalla, integrar y derivar en cada punto, incluido el análisis estadístico correspondiente. Permite aplicar todo el análisis matemático al fenómeno observado en la situación real. Las señales son procesadas en el ordenador por el software y la información obtenida se exhibe en la pantalla en forma gráfica o numérica. Por otra parte, permite al docente un considerable ahorro de tiempo en el diseño y realización de diversos experimentos, teniendo una participación más activa como guía del proceso enseñanza-aprendizaje y lograr una mayor profundización en los conceptos.

Los sensores y las interfaces electrónicas, permiten diseñar y llevar cabo experimentos y obtener registros de datos con una alta confiabilidad debido a la alta precisión de los mismos. Se puede observar una correspondencia entre los resultados que se obtienen con estas mediciones y las predicciones derivadas de la teoría, como es el caso del experimento anteriormente descrito.

Con este equipamiento, se puede optimizar la docencia, incorporando la vivencia de los fenómenos teóricos estudiados, favoreciendo además, el trabajo interdisciplinario. Finalmente, el uso de las nuevas tecnologías en el laboratorio de ciencias como es el uso de diferentes sensores, interfaces electrónicas, computadoras conectadas en redes y el hecho de trabajar en estaciones de trabajo en grupo reducidos, permiten realizar una intervención educativa innovadora, donde el proceso de

aprendizaje se encuentra centrado en el alumno y el profesor se transforma en un guía de apoyo, aportando al proceso de discusión elementos que facilitan los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El uso de recursos pedagógicos manejados electrónicamente, amplía la experiencia de los alumnos, más allá de las limitaciones temporales y espaciales que implican los materiales convencionales. (Valdés,1994; Hodson,1994; Barclay,1995).



Bibliografía

Arellano, J.P., *La Reforma Educacional: Prioridad que se consolida*. Santiago de Chile, 2000.

Barclay,T., *Promover la investigación en las salas de clases es un acto creativo*. *Tecnología en Educación*. N° 3. ORT, Fundación Andes. Santiago de Chile,16-19,1995.

Brunner,J y otros., *Los desafíos de la Educación chilena frente al siglo XXI*. Ed. Universitaria, Santiago de Chile, 96-99,1997.

Hodson,D., *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 12[3], 299-313, 1994.

MINEDUC Ministerio de Educación., *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos de la Educación Media* Ministerio de Educación de Chile, Santiago de Chile, 1998.

PASCO.,*Science Workshop: Success Stories*. Case Study Collection. *First-Hand Experiences of Teachers using e-measure in the Science Classroo*, [I], 10-14,1999.

PASCO. *Science Workshop Physics Lab with Computers*, [I], 07/1-9,2000.

Roger, L., *New Data-Loggin Tools-New Investigation*, SSR, 1997.

UMCE, *Proyecto de Fortalecimiento de la Formación Inicial Docente*. Dirección de Planificación, Santiago de Chile ,1998

UNESCO *La Educación encierra un Tesoro*, Ed Unesco, Santiago de Chile. 192-200,1996.

Valdés, R., *Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 1[3], 412-415, 1994.

TABLA I : Datos obtenidos Método I

h/ m	t ^a / s	t ^b / s	Δt/s	%error t	g ^a /ms ⁻²	%error g
2,000	0,67	0,64	0,03	4,67	8,91	8,98
1,900	0,65	0,62	0,03	4,84	8,99	8,13
1,800	0,59	0,6	0,02	2,70	10,34	5,64
1,700	0,61	0,59	0,02	3,28	9,14	6,67
1,600	0,54	0,57	0,03	5,26	10,97	12,09
1,500	0,5	0,55	0,05	9,09	12,00	22,57
1,400	0,43	0,54	0,11	20,37	15,14	54,68
1,300	0,42	0,52	0,10	19,23	14,74	50,55
1,200	0,46	0,50	0,04	8,00	11,34	15,85
1,100	0,38	0,47	0,09	19,15	15,24	55,62

TABLA II : Datos obtenidos Método II

h/m	t ^a / s	t ^b / s	Δt/s	%error t	g ^a /ms ⁻²	%error g
2,000	0,63907	0,63920	0,00013	0,02 %	9,794	0
1,900	0,62302	0,62302	0,00000	0,00%	9,790	0,04
1,800	0,60640	0,60640	0,00000	0,00%	9,790	0,04
1,700	0,58925	0,58932	0,00007	0,01%	9,792	0,02
1,600	0,57157	0,57172	0,00015	0,03%	9,795	0,01
1,500	0,55343	0,55357	0,00014	0,02%	9,795	0,01
1,400	0,53459	0,53480	0,00021	0,04%	9,798	0,04
1,300	0,51529	0,51534	0,00005	0,01%	9,792	0,02
1,200	0,49508	0,49512	0,00004	0,01%	9,792	0,02
1,100	0,47393	0,47405	0,00012	0,02%	9,795	0,01

h : altura
 t^a : tiempo experimental
 t^b : tiempo teórico calculado
 g^a : aceleración de gravedad experimental
 g : 9,794 ms⁻² aceleración de gravedad patrón
 Δt : Variación de tiempo

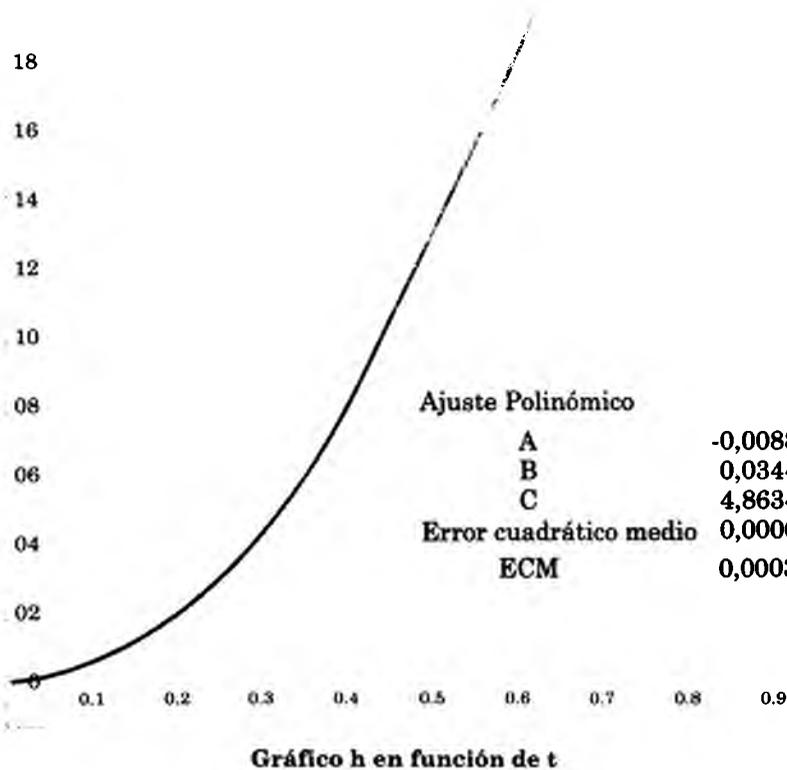


Fig. 1 / Montaje



Fig. 2 / Free Fall Adapter