



¿CAMBIAN LOS APRENDIZAJES QUE SE LOGRAN EN FÍSICA, CUANDO SE INCORPORAN LAS TICs EN LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL?

Capuano, Vicente Conrado¹ y González, María Andrea²

^{1,2} Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - UNC

vcapuano@com.uncor.edu

RESUMEN

Se ofrece en este trabajo el resultado de los aprendizajes cuando se incorporan las TICs en una práctica experimental (PE) comparándolos con aquellos que se logran cuando se utiliza un equipamiento tradicional. Se operó con distintas PE, en un curso de Física del ciclo básico universitario, en experimentos asociados al movimiento de un carrito sobre un plano inclinado. Los resultados estarían indicando que ninguna de las estrategias opera sobre las ideas erróneas de los alumnos y que la incorporación de las TIC a la PE, debe necesariamente ser investigada, ya que están presentes en la educación científica, pero aún se percibe sólo como idea sospechada no avalada por el resultado del colectivo de investigaciones, los beneficios de su uso.

Palabras Clave

Laboratorios, TICs, aprendizajes, cinemática, energía.

INTRODUCCIÓN

Aun cuando no se la utiliza como se dice que se debiera utilizar, la experimentación surge como parte del proceso de enseñanza y de aprendizaje, al momento de intentar la construcción de un concepto (Capuano y otros, 2008). No se duda sobre su importancia y se señala que la utilidad de una práctica experimental, se pondrá de manifiesto cuando se logre que el alumno reflexione críticamente acerca de la práctica, no la desarrolle mecánicamente al estilo de una receta, y que la experiencia diseñada logre despertar su interés (Salinas, 1996). Otros autores advierten que las prácticas de laboratorio como actividades de mera ilustración son cuestionables (Gil Pérez y Valdéz Castro, 1996), y que por otro lado la construcción de conceptos y el cambio conceptual (Capuano y otros, 2006a; Capuano y otros, 2006b), se ven favorecido por el desarrollo de PE (Novak, 1990; García y otros, 1999).

Sobre PE es mucho lo que se ha transitado, desde las tradicionales hasta las actuales asistidas por las TICs. Las distintas modalidades de PE, impulsadas por desarrollos en el ámbito de la mecánica de precisión, de la electrónica, de la computación, de la informática y de las comunicaciones,



plantean como instancia complementaria a la de indagar sobre los aportes en general de la PE asistida por estas nuevas tecnologías, al proceso de enseñanza y de aprendizaje, la de indagar sobre cómo contribuyen las distintas maneras de asistirlas (Pesa y otros, 2012).

Las PE tradicionales han sido investigadas, como se señala en el primer párrafo de éste apartado, habiéndose aceptado la conveniencia de aproximar su estructura a la de las “experiencias cruciales” que llevadas a cabo por científicos, contribuyeron significativamente con la evolución del conocimiento (Klimovsky, 1994; Capuano, 2001). De alguna manera, se nos está sugiriendo que cuanto más se aproxime la PE a las “experiencias cruciales”, al menos en el ámbito de la construcción de conceptos físicos, será más enriquecedora desde lo conceptual.

Una de las experiencias cruciales de la Física, es aquella realizada por Galileo en el siglo XVII, con la intención de determinar las características del movimiento de un cuerpo que se desplaza por un plano inclinado (Fuertes Martínez y Pérez Gigoso, 1996; Gutierrez y Capuano, 2008; Boido, 1993). Ese experimento se ha repetido en innumerables ocasiones, en distintos países y en distintos niveles del sistema educativo (medio y superior), y se considera una práctica paradigmática en el ámbito de un laboratorio de ciencias.

Algo más complejo es lo que ocurre en el ámbito de las TICs. Su presencia está provocando, en general, una verdadera revolución educativa, pero en el ámbito de la enseñanza de la física no se ha logrado superar aún una primera fase, que podríamos llamar exploratoria, donde se proponen innumerables experiencias de laboratorio que se pueden desarrollar con las TICs, pero no se investiga, en general, sobre su valor como estrategia educativa (Kofman, 2005). Si bien se advierte sobre sus ventajas y desventajas de manera intuitiva (San Martí e Izquierdo, 2001), nadie puede negar que el uso de las TICs mejora la precisión que se logra en la toma de datos, la objetividad de su lectura (prácticamente se hace sin la intervención del operador), la velocidad con la cual pueden procesarse los datos, la contundencia de curvas experimentales muy próximas a curvas teóricas, etc., es decir, nuevos aspectos de la práctica experimental que se debieran traducir en aprendizajes sujetos de investigación.

Las PE pueden responder a distintas finalidades, siendo importante que su diseño sea realizado de acuerdo al objetivo educativo propuesto (Izquierdo y Espinet, 1999; Hodson, 1994). Esta afirmación se refiere al diseño de un Trabajo Práctico de Laboratorio e involucra no sólo la metodología procedimental de la PE, sino también el equipo con el cual se implementará. Las TIC se pueden incorporar a la PE de distintas maneras y el modo como se las incorpore, dependerá necesariamente de los objetivos planteados para la misma.

¿Podrá una práctica clásica, probada y valorizada su eficiencia como instrumento de enseñanza y de aprendizaje, incorporar las TICs sin perder



su riqueza desde lo conceptual cuando incorpora los beneficios que implica el uso de nuevas tecnologías? Creemos que es posible. Creemos que no es sencillo ni intuitivo determinarlo y por ese motivo, consideramos al problema de incorporar parcialmente o totalmente las TICs a la PE clásica, como un sujeto de investigación y procedemos a investigarlo.

A la PE clásica se la denominará Práctica Experimental Tradicional (PET); a una de las prácticas diseñadas, la que incorpora TIC sólo en algunos aspectos del uso del equipo la denominaremos Práctica Experimental Parcialmente Asistida (PEPA); y a la que incorpora TICs en variados aspectos y logra que el proceso de medición y de cálculo sea automático, la denominaremos Práctica Experimental Totalmente Asistida (PETA). Cada una de estas prácticas (PET, PEPA y PETA), constituyó una estrategia.

Como metodología de investigación se utilizó la cuantitativa. La medición de la eficacia de las estrategias, se llevó a cabo mediante un cuestionario que se aplicó a la totalidad de alumnos en distintos grupos.

Resumiendo, el trabajo ofrece los resultados de utilizar distintos diseños de incorporación de las TICs al laboratorio (PEPA y PETA), comparándolos con aquellos que se obtienen al realizar prácticas tradicionales (PET). Los tres tipos de prácticas se aplicaron en un curso de Física del ciclo básico universitario, en experimentos asociados al movimiento de un carrito en un plano inclinado, sobre los temas “cinemática” y “dinámica (energía)”.

HIPÓTESIS

Dado que aún no se ha generado un cuerpo de conocimientos asociado a la presencia de las TIC en los diseños de práctica experimental (Kofman, ob. cit.), se carece de información suficiente y conocimientos previos del objeto de estudio, por lo que orientamos esta investigación a lograr resultados que constituyan una visión aproximada de dicho objeto.

Los resultados logrados permitirán una formulación más precisa del problema ya que se dispondrá de nuevos datos y se podrán formular con mayor precisión las preguntas de investigación.

En síntesis, consideramos a esta investigación como exploratoria y con la función de profundizar en el conocimiento del problema reuniendo información que permita en próximos trabajos la formulación de hipótesis.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo proponiendo a los alumnos tres tipos de prácticas diferenciadas (PET, PEPA y PETA) en las unidades “cinemática” y “dinámica”, en un curso de Física I del ciclo básico universitario. A las seis comisiones de dicho curso y en grupos de dos, le fueron aplicadas las distintas estrategias, según el esquema que muestra la tabla I. La comisiones 1 y 2, que totalizaron 33 alumnos y que constituyeron el grupo



control (GC), realizaron dos veces una PET (cinemática y dinámica); las 3 y 4, que totalizaron 41 alumnos, y que constituyeron el grupo experimental 1 (GE1), realizaron dos veces una PEPA; y las 5 y 6, que totalizaron 37 alumnos y que constituyeron el grupo experimental 2 (GE2), realizaron

GRUPOS	GC (PET) 33 alumnos		GE1 (PEPA) 41 alumnos		GE2 (PETA) 37 alumnos	
	Comisión 1	Comisión 2	Comisión 3	Comisión 4	Comisión 5	Comisión 6
Comisiones						
Práctica 1: cinemática	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA
Práctica 2: energía	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA

Tabla I. Distribución de las estrategias

dos veces una PETA. Con la estrategia, se intervino en un 20% del total de acciones didácticas desarrolladas por la cátedra en estos temas.

Para la realización de cada una de las PE, se trabajó con comisiones de alrededor de 20 alumnos. Se dispusieron seis equipos iguales, en cada una de las comisiones, con un docente que orientó su realización.

Para indagar sobre los resultados de la aplicación de las distintas estrategias, se utilizó como instrumento de evaluación un cuestionario con 7 preguntas, elaborado para evaluar aprendizajes en relación con los temas involucrados: “cinemática” y “dinámica”. Fue aplicado a las seis comisiones del curso, 111 alumnos, luego de finalizar con el tema energía.

LAS PRÁCTICAS EXPERIMENTALES PET, PEPA y PETA

En las prácticas sobre **cinemática** y sobre **energía**, en sus tres versiones (PET, PEPA y PETA), se plantearon como objetivos generales: medir la velocidad y la aceleración de un cuerpo que se desliza por un plano inclinado; caracterizar el tipo de velocidad que experimenta el cuerpo, encontrar una relación entre la aceleración del cuerpo y la de la gravedad, considerando la inclinación del plano; introducir la problemática de la energía mecánica en sus distintas formas y operar sobre las mismas para indagar sobre cómo éstas interactúan entre sí: aplicar la “teoría de errores” a las mediciones; acumular, al finalizar la PE, información y antecedentes que se puedan utilizar como fundamentos para emitir juicios de valor y de conocimiento; y analizar críticamente la experiencia.

Las Prácticas Experimentales Tradicionales (PET)

Fueron realizadas por las comisiones del GC, y en su diseño se utilizó, para llevar a cabo las mediciones, una cinta métrica y un cronómetro. Con una plomada se aseguró la vertical en la medida de las alturas. La inclinación de la pista se determinó midiendo la altura “ h_0 ” y la distancia horizontal “ b ”. El tiempo de caída del carrito por el plano inclinado, partiendo del reposo, se midió con un cronómetro. Figura 1.

Admitiendo que el movimiento es acelerado y que su aceleración es constante (se demostró en clases teóricas), se calculó la velocidad final del móvil en el punto “B”. Con dicho valor y el tiempo de caída, se calculó la aceleración del carrito. También con la velocidad final se pudo calcular el valor de energía cinética en el punto inferior “B” y con la medición de las alturas “ h_o ” y “ h_B ”, se calculó el valor de la energía potencial del carrito en los puntos “O” y “B”.

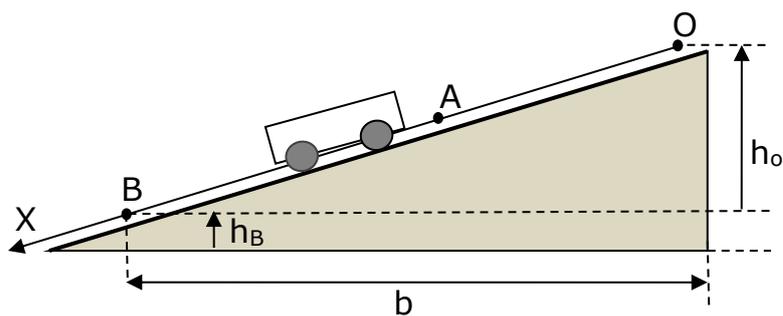


Figura 1. Esquema que muestra algunos parámetros que caracterizan a la PET

En suma, mediante mediciones y cálculos, se pudieron determinar valores de velocidad en el punto “B”, de energías potencial y cinética en los puntos indicados como “O” y “B”, y de la aceleración que experimenta el carrito. Los errores de las mediciones directas e indirectas, se determinaron a partir de las incertezas estimadas en las mediciones de los espacios y los tiempos, y utilizando la teoría de la propagación de incertezas.

Las Prácticas Experimentales Parcialmente Asistidas (PEPA)

Realizadas por el GE1, en su diseño se utilizó para medir una cinta métrica, un instrumento Xplorer Datalogger (GLX), un sistema de computación y un sensor de posición que opera con una señal de ultrasonido) por un sistema similar al de un radar. Figura 2. Con una plomada se aseguró la vertical al medir alturas. Respecto de las PET, sólo se cambió el modo de registrar las distintas posiciones del móvil y el instante de tiempo en el que ello ocurre.

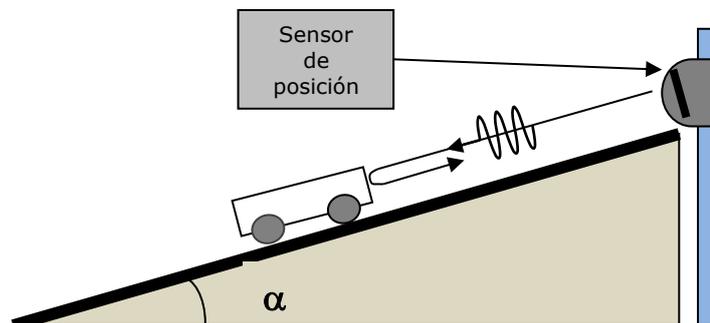


Figura 2. Esquema del montaje que utilizará durante la práctica experimental PEPA y la PETA.

El Xplorer GLX es un equipo de adquisición de datos, que puede analizar los datos recogidos, realizar operaciones y representaciones gráficas. Conectado al sensor de posición, proporciona los datos que contiene la tabla II. Luego,

Punto	Tiempos t [s]	Posición X [m]
-----	0,560	0,132
-----	0,580	0,132
-----	0,600	0,132
(x_o, t_o)	0,620	0,132
(x_1, t_1)	0,640	0,133
(x_2, t_2)	0,660	0,133
(x_3, t_3)	0,680	0,134
(x_4, t_4)	0,700	0,135
(x_5, t_5)	0,720	0,136
(x_6, t_6)	0,740	0,138
(x_7, t_7)	0,760	0,139
(x_8, t_8)	0,780	0,141
(x_9, t_9)	0,800	0,143

Tabla II. Conjunto de valores que registra el Xplorer.

se conecta el GLX a una computadora que se utiliza para imprimir la Tabla II (también se podría haber conectado el Xplorer directamente a una impresora). Los alumnos operaron sobre los datos de la Tabla II.

Las Prácticas Experimentales Totalmente Asistidas (PETA)

Realizadas por el GE2, son en todo similar a la práctica anterior, salvo que una vez que la computadora ha almacenado los datos, utiliza un software especialmente cargado en la misma, el “Data Estudio”, compatible con el modo como archivó los datos el GLX, para analizarlos. Por ejemplo, se puede observar en la pantalla de la computadora, la representación de la función posición del carrito $x(t)$; también el programa puede ajustar una función de segundo grado, $x(t)=a.t^2+b.t+c$, a la representación anterior, determinando los parámetros que caracterizan al movimiento (“a”, “b” y “c”) y sus errores asociados (“ Δa ”, “ Δb ” y “ Δc ”). Lo mismo puede hacer con la función velocidad asociada al movimiento del carrito, determinando los parámetros que la caracterizan y sus errores asociados. Los alumnos utilizan todas estas posibilidades que les proporciona el “Data Estudio”, para estudiar el movimiento.

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN Y RESULTADOS

Enunciado. Suponga un carrito que se desliza por un plano inclinado, partiendo del reposo desde una posición inicial indicada como (x_0) . **Desprecie todo tipo de rozamiento** y suponga que dispone del instrumental conveniente, para determinar la posición que ocupa el móvil por cada centésima de segundo que transcurre, es decir que a iguales intervalos de tiempo (0,01s) el instrumento detecta la posición instantánea que ocupa.

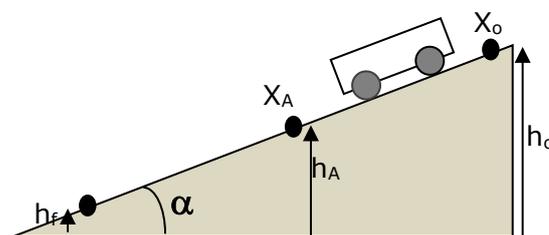


Figura 3. Esquema del arreglo.

Pregunta 1. ¿Cree Ud. que la distancia recorrida por el carrito entre dos tomas de datos consecutivas, es (IGUAL /MAYOR /MENOR) cuando el móvil se acerca a la parte inferior de la pista, en relación a cuando se encuentra en la parte superior?

1. IGUAL
2. MAYOR
3. MENOR
4. NO SE

Respuestas. En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 1.2), siendo los porcentajes más elevados los del GE1. Se destacan también porcentajes importantes en la opción 1.1, especialmente del GC, con un 30%, aun cuando no es

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
1.1	30,30	14,63	21,62
1.2	57,58	78,54	67,57
1.3	6,06	4,39	8,11
1.4	6,06	2,44	2,70
Total	100,00	100,00	100,00

Tabla III. Respuestas pregunta 1.

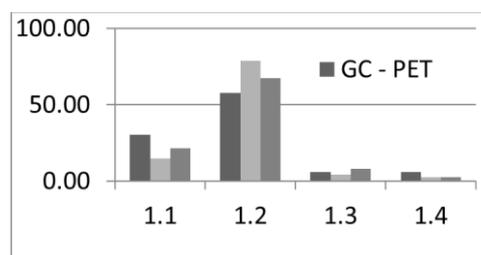


Figura 4. Diagrama de respuestas pregunta 1.

despreciable el porcentaje del (22%), del GE2. Tabla III y figura 4.

Pregunta 2. Suponga que el carrito es soltado en planos inclinados con diferentes ángulos, pero siempre inicia su movimiento con $v_0=0$ en puntos x_0 que tienen la misma altura en todos los casos, como indica la figura 5. Si se aumenta el ángulo del plano inclinado, ¿cree usted que la velocidad final del carrito es (IGUAL / MAYOR / MENOR) para el plano más inclinado con respecto al de menor ángulo?

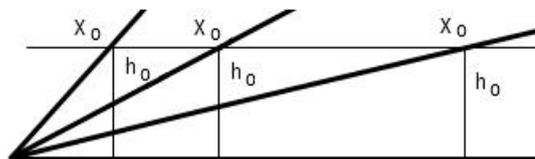


Figura 5. Varias inclinaciones del plano.

1. IGUAL
2. MAYOR
3. MENOR
4. NO SE

Respuestas. En las tres prácticas la respuesta más elegida es incorrecta (opción 2.2). Se percibe (Tabla IV y figura 6) que los estudiantes no logran aplicar a la situación propuesta conceptos relacionados con la energía mecánica ($E_m = E_c + E_p$), ya que no relacionan que al no variar la altura la velocidad final se mantiene constante. Los porcentajes son importantes y llegan hasta un 92%, en el caso del GE2. En el GE1 se advierte un menor porcentaje en la opción incorrecta 2.2 y un mayor porcentaje, en la correcta 2.1.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
2.1	12,12	31,71	8,11
2.2	81,82	68,29	91,89
2.3	6,06	0,00	0,00
2.4	0,00	0,00	0,00
Total	100	100	100

Tabla IV. Respuestas pregunta 2.

Aparentemente, asocian la velocidad con la aceleración que, dado que el ángulo se incrementa, su valor aumenta a medida que éste se hace mayor. No consideran que la velocidad final de un movimiento no sólo depende de la aceleración, sino también del lapso de tiempo en el cual ésta actúa. En síntesis el GE1 es el que menos desacierta.

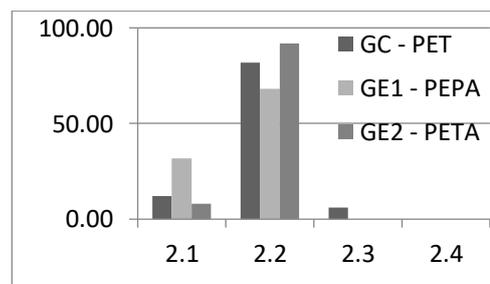


Figura 6. Diagrama de respuestas, pregunta 2.

Pregunta 3. En el mismo caso del punto anterior, si se aumenta el ángulo del plano inclinado y el móvil inicia su movimiento con $v_0=0$ en puntos x_0 que tienen la misma altura para todos los ángulos, ¿cree usted que el tiempo que le lleva al carrito deslizarse hasta el final del plano es (IGUAL / MAYOR / MENOR) para el plano más inclinado con respecto al de menor ángulo?

1. IGUAL
2. MAYOR
3. MENOR
4. NO SE

Respuestas. En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 3.3), siendo los porcentajes similares en los diferentes contextos experimentales. Apenas se destaca por encima del resto de los porcentajes, el que logra el GE1 (83%). Tabla V y figura 7.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
3.1	0,00	2,44	5,41
3.2	18,18	9,76	16,22
3.3	78,79	82,92	75,67
3.4	3,03	4,88	2,70
Total	100,00	100,00	100,00

Tabla V. Respuestas pregunta 3.

Se estima que asocian el tiempo de caída con el espacio recorrido (es menor al aumentar la inclinación), con la velocidad (es mayor al aumentar la inclinación), o con ambos, ya que operan en el mismo sentido en relación con el tiempo de caída.

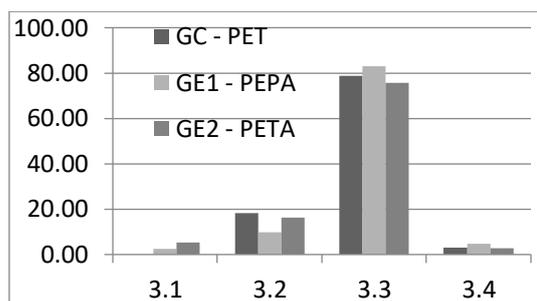


Figura 7. Diagrama de respuestas pregunta 3.

Pregunta 4. Siguiendo con el caso planteado en los puntos 2 y 3, si se aumenta el ángulo del plano inclinado, ¿cree usted que la aceleración del carrito es (*IGUAL / MAYOR / MENOR*) para el plano más inclinado con respecto al menor ángulo?

1. IGUAL
2. MAYOR
3. MENOR
4. NO SE

Respuestas. En las tres prácticas los alumnos eligen en mayor número la respuesta correcta (opción 4.2), siendo los porcentajes más elevados, del orden de 90%, los del GE2. En la opción 4.1, incorrecta, aparecen porcentajes importantes (30%) del GC. Estos resultados se ilustran en la Tabla VI y la figura 8.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
4.1	30,30	19,51	10,81
4.2	66,67	65,85	89,19
4.3	0,00	4,88	0,00
4.4	3,03	9,76	0,00
Total	100,00	100,00	100,00

Tabla VI. Respuestas pregunta 4.

Pregunta 5. Manteniendo ahora constante el ángulo del plano inclinado, considerando las posiciones inicial (x_0), intermedia (x_A) y final (x_f) indicadas, y tomando para la medida de las alturas la base de apoyo del plano, ¿con cuál de las afirmaciones siguientes usted está de acuerdo? Puede elegir más de una.

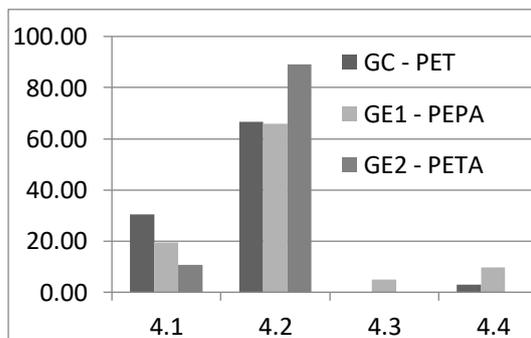


Figura 8. Diagrama de respuestas pregunta 4.

1. La energía cinética en x_A es igual a la energía potencial en x_0 .

2. Toda la energía potencial en x_0 se transforma en energía cinética en x_f .
3. La energía mecánica total en las tres posiciones indicadas es la misma.
4. La energía mecánica total inicial (posición x_0) es igual a la energía mecánica total final (posición x_f), pero no es igual a la energía mecánica total en la posición intermedia x_A .
5. No sé.

Respuestas. Dado que podían seleccionar más de una respuesta, aparecen las combinaciones de opciones que se muestran en la tabla VII y la figura 9. La respuesta más seleccionada es aquella que combina la opción 5.2 (afirmación falsa) con la 5.3 (afirmación correcta). Las respuestas correctas (afirmación 5.3) son relativamente bajas, y preocupantemente bajas en el caso de alumnos del GC (24%) que hicieron la PET y del GE1 (20%) que hicieron la PEPA. En general los alumnos no advierten que en la posición final el cuerpo aún tiene energía potencial. No han comprendido que es el “cambio” de energía potencial el que se transforma en “cambio” de energía cinética. En la opción varios se agrupan otras combinaciones cuyas frecuencias son muy bajas.

Pregunta 6. Suponga ahora que el tiempo que le lleva al carrito llegar al final del plano inclinado es superior a 1,5 s. Para calcular la velocidad instantánea en $t=1s$, si usted dispone solamente de la información dada por su instrumental (tiempos y posiciones cada 0,01s), ¿qué datos debería utilizar? Puede elegir más de una.

1. ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos muy cercanos a $t=1s$?
2. ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos alejados del valor $t=1s$?
3. ¿Dos conjuntos de pares de coordenadas (x,t) para tiempos muy alejados del valor $t=1s$?
4. ¿Muchos pares de coordenadas (x,t) ?
5. No sé.

Resultados	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
5.1	3,03	0	0
5.2	12,12	7,32	10,81
5.3	24,24	19,51	35,14
5.4	0	0	2,7
5.5	0	9,76	0
5.2 - 5.3	45,45	51,21	48,65
5.2 - 5.4	12,12	7,32	2,7
Varios	3,03	4,88	0
Total	100	100	100

Tabla VII. Respuestas pregunta 5.

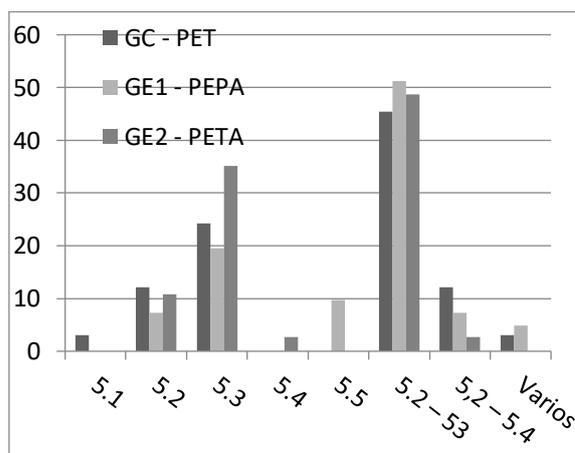


Figura 9. Diagrama de respuestas pregunta 5.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
6.1	66,67	75,61	67,57
6.2	3,03	2,44	0,00
6.3	0,00	2,44	2,70
6.4	6,06	7,32	5,41
6.5	21,21	7,32	18,92
Otras	3,03	4,88	5,4
Totales	100,00	100,00	100,00

Tabla VIII. Respuestas pregunta 6.

Respuestas. El GE1 posee el mayor número de respuestas correctas (opción 6.1) y menos respuestas de la opción 6.5, “no sé”. Valores similares de respuestas correctas se observan en el GC y el GE2, siendo las diferencias poco significativas respecto del GE1.

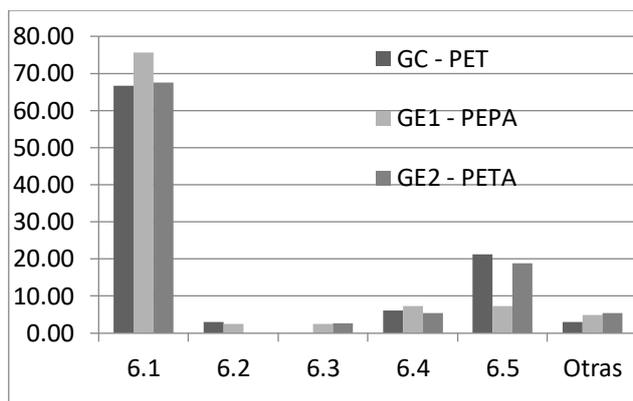


Figura 10. Diagrama de respuestas pregunta 6.

Pregunta 7. ¿Cómo calcularía la aceleración instantánea del carrito en $t=1s$? Puede elegir más de una.

1. ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes próximos a $t=1s$ y luego obtendría su promedio?
2. ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes alejados a $t=1s$ y luego obtendría su promedio?
3. ¿Calcularía dos valores de velocidades en instantes próximos a $t=1s$ y luego con el valor de la diferencia de las velocidades calculadas y el lapso en el cual ocurren, calcularía la aceleración?
4. No podría calcularla sin el dato del ángulo de inclinación del plano.
5. No sé.

Respuestas	GC PET %	GE1 PEPA %	GE2 PETA %
7.1	9,09	9,76	2,70
7.2	0,00	2,44	0,00
7.3	30,30	73,17	48,65
7.4	12,12	0,00	16,22
7.5	45,45	7,32	27,03
Otras	3,03	7,32	5,4
Totales	100,00	100,00	100,00

Tabla VIII. Respuestas pregunta 7.

Respuestas. El GE1 alcanza un 73% de respuestas correctas (opción 7.3); le sigue el GE2 con un 49%. El GC tiene sólo un 30% de respuestas correctas y en su mayoría (45%) no responde la pregunta. También el GE2 en un 27% no responde la pregunta. Los porcentajes para la opción 4, de los GC y GE2, no son para nada despreciables.

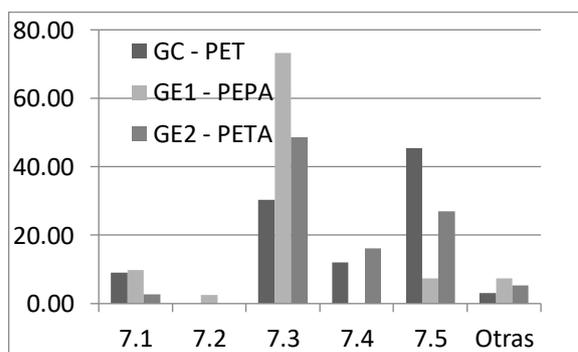


Figura 11. Diagrama de respuestas pregunta 7.

CONCLUSIONES

Los tres grupos (GC, GE1 y GE2), operaron de distinto modo y ello provocó distintos comportamientos. El GC, operó sobre dos pares ordenados posición-tiempo: cuando el carrito iniciar su movimiento y al finalizar su recorrido por el plano. Aceptando que se trata de un MRUV, calculó valores de velocidad y aceleración. El GE1, operó con muchos pares ordenados, con posiciones muy próximas en el tiempo y calculando valores de velocidad “casi” instantáneos. El GE2, miró de reojo a los pares



ordenados con los que trabajó el GE1 y dejó que el software Data Estudio, operara sobre los mismos.

Este modo de operar en la práctica, es el que direcciona algunos de los comportamientos detectados. Levemente se advierte un mejor comportamiento, en general, del GE1. Éste experimenta mejores respuestas en las preguntas 1, 2, 3, 6 y 7. Sus diferencias con el grupo que le sigue en la opción correcta son: del 11% en la pregunta 1; del 20% en la pregunta 2; del 4% en la pregunta 3; del 8% en la pregunta 6, y del 24% en la pregunta 7. Las diferencias más importantes ocurren en la pregunta 2 (estimamos se debe a que el cálculo de la velocidades “casi” instantáneas que realizaron tomando pares ordenados sucesivos, les permitió internalizar los valores de velocidad que, finalmente recordaron al momento de responder la pregunta) y en la 7 (realizaron cálculos muy relacionados con la pregunta).

También podemos señalar que el GE1, como el GC y el GE2, no responde bien la pregunta 2. Seguramente en todos los grupos, sea más fuerte la asociación entre velocidad y aceleración que relacionar la velocidad final con la aceleración y con tiempo que esta actúa.

Respecto del pregunta 4 y en relación con la buena performance del GE2, se puede señalar que éste grupo realizó la experiencia (casi automática) con rapidez. Esto permitió que se hicieran variados experimentos con distintas inclinaciones del plano, lo que contribuyó a que los alumnos internalizaran la idea: “a mayor inclinación, mayor aceleración”.

Una de las ideas más difundidas asociadas a la conservación de la energía mecánica, es que cuando un cuerpo cambia de posición, su energía potencial se transforma en energía cinética, o viceversa. Esta idea reemplaza a aquella de que es el “cambio” de una forma de energía el que se transforma en otro tipo de energía. Los resultados de la pregunta 5, estarían manifestando que ninguna de las estrategias opera sobre esta idea.

Los resultados sugieren, al menos por ahora, que la incorporación de las TIC a la PE, debe necesariamente ser investigada. Las TIC están presentes en el sistema educativo y se utilizan en la educación científica, pero aún se percibe sólo como idea sospechada, no avalada por el resultado del colectivo de investigaciones, los beneficios de su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boido, G., 1993. La reconstrucción de experimentos en la historia de la ciencia: Galileo en debate. *Enseñanza de la Física-APFA*. 6(1), pp.66-72.
- Capuano, V.; Follari, B.; Dima, G.; De la Fuente, A.; Gutierrez, E.; Perrotta, M. (2001). *Los experimentos cruciales en la enseñanza de la Física y el espejo de Lloyd*. ENPF. Córdoba, pp.119-127.



- Capuano, V.; Gutierrez, E.; Martín, J.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M. (2006a). *Sobre como las “prácticas experimentales orientadas” contribuyen al cambio conceptual*. V CAEDI. Mendoza. pp 463-470.
- Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M. (2006b). *El cambio conceptual y las prácticas experimentales orientadas, en la “formación de imágenes”*. Memorias SIEF 8. Gualeguaychú.
- Capuano, V. y González, M., 2008. Sobre cómo se incorporan las NTICS a la práctica docente en general y a la práctica experimental en particular, en Física. VI CAEDI. Trabajo N° 355. Páginas: 8.
- Fuertes Martínez, J. y Pérez Gigosos, G., 1996. Regreso al Plano Inclinado. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol. 9, N° 2, pp. 93-108.
- García, P., Insausti, M. y Merino, M., (1999). Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 533-542.
- Gil Pérez, D. y Valdéz Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 155-163.
- Gutierrez, E. y Capuano, V., 2008. Los “experimentos cruciales” en Física, la enseñanza de la Física y la “resignificación conceptual”. Memorias VI CAEDI. Trabajo N° 354. Páginas: 8.
- Hodson D., 1994. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol 12, N° 3, pp.299-313.
- Izquierdo, M. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de prácticas escolares de ciencias experimentales, *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-60.
- Klimovsky, A. (1994). *Las desventuras del conocimiento científico*. Editorial A-Z. Buenos Aires. Argentina.
- Kofman, H. (2005). Nuevos contenidos y metodologías con NTICs en la Enseñanza de la Física. *Revista de Física de La Argentina (FCEFYN – UNC) Número extraordinario*. pp 20-27.
- Novak, J. (1990). *Teoría y Práctica de la Educación*. Editorial Alianza Universitaria. IV reimpresión. Madrid, España, 175p.
- Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S., 2012. La importancia de las actividades de Laboratorio en la Formación en Física de Ingenieros. SIE11, pp.61-67.
- Salinas, J. (1996). Manifestación de razonamientos “ad hoc” en estudiantes de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*, 9 (2), 25-32.
- San Martí, N. y Izquierdo, M. (2001). Cambio y conservación en la enseñanza de las ciencias ante las TIC. *Alambique* N° 29 pp 71-83.