



### **SOBRE LA INCORPORACIÓN DE LAS TICs A LA PRÁCTICA EXPERIMENTAL EN FÍSICA: PREFERENCIAS DE LOS ALUMNOS**

Capuano, Vicente; Bordone, Eduardo; Gutierrez, Edgardo; Salazar, Ma. J.  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - UNC

[vcapuano@com.uncor.edu](mailto:vcapuano@com.uncor.edu)

#### **RESUMEN**

Este trabajo ofrece el resultado de las preferencias fundamentadas de los alumnos, en relación a realizar una práctica experimental (PE) con equipamiento tradicional o con equipamiento en el que se han incorporado de distintas maneras, las TICs. 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 una clara preferencia por la incorporación de las TICs en las PE, aun cuando en los motivos por los cuales prefieren dichas prácticas, no hay señales de que se hayan considerado características relacionadas con aspectos académicos que subyacen en la misma.

#### **Palabras Clave**

Laboratorios, TICs, alumnos, preferencias, fundamentos.

#### **INTRODUCCIÓN**

La PE aparece con fuerza entre las acciones didácticas a las que un docente puede recurrir al momento de intentar la construcción de un concepto, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje. No se duda en general sobre su importancia pero, a pesar del esfuerzo materializado en distintas propuestas para la enseñanza experimental, el colectivo de investigaciones destaca que los resultados del aprendizaje no han sido del todo satisfactorios (Pesa y otros, 2012; Hodson, 1994). En general, los intentos por producir mejoras en la PE, están orientados a lograr clases en el laboratorio en las cuales las prácticas sean “casi” individuales (2 ó 3 alumnos por equipo), a incrementar el tiempo destinado a las mismas, incrementando a su vez la variedad de experimentos, y a incorporar equipamiento moderno dotado de nuevas tecnologías (Kofman, 2005).

Una PE será efectiva, siempre y cuando se logre que el alumno reflexione críticamente acerca de la misma, no la desarrolle mecánicamente al estilo de una receta, y que la experiencia diseñada logre despertar su interés (Salinas, 1996; Gil Pérez y Valdéz Castro (1996). También la construcción de conceptos y el cambio conceptual, se ven favorecidos por el desarrollo de experimentos (Novak, 1990; García y otros, 1999).



Sobre PE es mucho lo que se ha transitado, desde las tradicionales hasta las actuales, fuertemente asistidas por las nuevas Tecnologías Informáticas y de la Comunicación (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 la fortaleza en general de la PE en el ámbito de la Enseñanza de la Física, el estudio de sus distintas modalidades.

Otras investigaciones realizadas en el ámbito de la Enseñanza Experimental de la Física, concluyeron en la conveniencia de aproximar la PE, a las “experiencias cruciales” que llevadas a cabo por científicos, contribuyeron significativamente con la evolución del conocimiento (Klimovsky, 1994; Capuano y otros, 2001). 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, G., 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.

Respecto de las TICs, es generalmente aceptado en el ámbito académico, que éstas pueden provocar una verdadera revolución educativa (Kofman, ob. cit.), aun cuando, en general y al menos en la Enseñanza de la Física, no se ha logrado superar aún una primera fase, que podríamos llamar exploratoria. Casi no se ha investigado su valor como estrategia educativa (Capuano y Gonzalez, 2008). Hay advertencias que se asientan más que nada en la intuición (Sanmartí e Izquierdo, 2001), sobre las ventajas y desventajas de utilizarlas. Finalmente, nadie puede negar que con 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.

Es sabido que las prácticas responden a distintas finalidades, y que de acuerdo al objetivo debe realizarse su diseño (Izquierdo y Espinet, 1999; Capuano y otros, 2006a; Capuano y otros 2006b). Las prácticas deben orientarse a lograr determinados aprendizajes y para ello es determinante la arquitectura del equipo (instrumentos y elementos en general que lo componen), así como el modo sugerido para su uso. Las TICs 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 las TICs a la PE clásica, como un sujeto de investigación y procedemos a investigarlo.

El propósito de este trabajo es, sobre la base de una PE clásica con plano inclinado, diseñar al menos dos tipos de prácticas con distintos grados de incorporación de las TICs, para investigar en una primera etapa, sobre las preferencias de los alumnos por utilizar una u otra práctica, prestando especial atención en los motivos que guían su elección. 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 aquella 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), constituirá una estrategia.

Como metodología de investigación se utilizó la cuantitativa, utilizando un cuestionario aplicado con la técnica del pretest y postest, especialmente elaborado en un diseño experimental que contempla dos Grupos Experimentales (GE1 y GE2) de alumnos y un Grupo Control (GC).

### **HIPÓTESIS**

Dado que aún no se ha generado un cuerpo de conocimientos asociado a la presencia de las TICs en los diseños de PE (Kofman, ob. cit.), por lo que se carece de información suficiente y conocimientos previos del objeto de estudio, 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.

Resumiendo, 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.

### **HIPÓTESIS**

Dado que aún no se ha generado un cuerpo de conocimientos asociado a la presencia de las TICs en los diseños de PE (Kofman, ob. cit.), por lo que se carece de información suficiente y conocimientos previos del objeto de estudio, 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.

Resumiendo, consideramos a esta investigación como exploratoria, y con

GRUPOS	GC (PET) 32 alumnos		GE1 (PEPA) 31 alumnos		GE2 (PETA) 33 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: dinámica	PET	PET	PEPA	PEPA	PETA	PETA

**Tabla I.** Distribución de las estrategias

la función de profundizar en el conocimiento del problema reuniendo información que permita en próximos trabajos la formulación de hipótesis.

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. Las comisiones 1 y 2 que constituyeron el grupo control (GC), realizaron dos veces una PET (cinemática y dinámica); las 3 y 4, grupo experimental 1 (GE1), realizaron dos veces una PEPA; y las 5 y 6, grupo experimental 2 (GE2), realizaron dos veces una PETA. Se considera que la intervención con la estrategia, se realizó en un 20% del total de acciones didácticas desarrolladas por la cátedra en estos temas.

En cada una de las comisiones, de algo menos de 20 alumnos, se dispusieron seis equipos iguales, para la realización de cada una de las PE, 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 8 preguntas, de las cuales sólo utilizaremos 3 en este trabajo, elaborado especialmente para evaluar preferencias por el tipo de práctica, y aspectos cinemáticos y dinámicos del movimiento de un cuerpo que se desplaza por un plano inclinado. Fue aplicado a las seis comisiones del curso, con la técnica del pretest y postest. Los alumnos de todas las comisiones debieron completar el cuestionario en un tiempo máximo de 30 minutos, antes de iniciar los temas involucrados en la investigación (pretest) y al finalizar los mismos (postest).

### **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

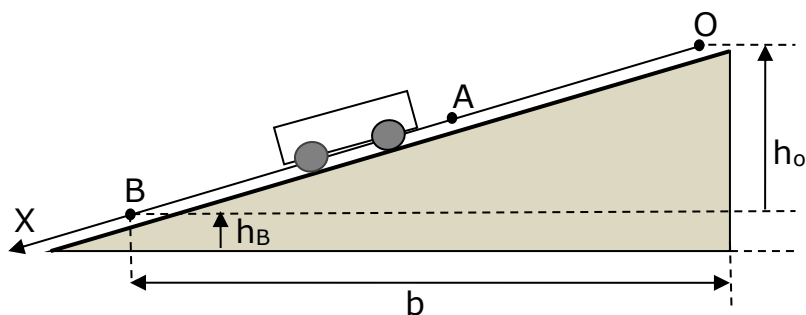


Figura 1. Esquema que muestra algunos parámetros que caracterizan a la PET

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 “ $h_o$ ” y la distancia horizontal “ $b$ ”. El tiempo de caída del carrito por el plano inclinado, partiendo del reposo, se midió con un cronómetro. La Figura 1. muestra un esquema del arreglo experimental.

Admitiendo que el movimiento es acelerado y que ésta 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”.

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. Las incertidumbres 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 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 Dataloger (GLX), un sistema de computación y un sensor de posición que opera con una señal de ultrasonido (mayor que la frecuencia audible) por un sistema similar al de un radar. 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.

El Xplorer GLX es un equipo de adquisición de datos, que puede analizar los datos recogidos, realizar operaciones y representaciones gráficas, y conectado el sensor de posición, proporciona los datos que contiene la Tabla II. Luego, se acopla el GLX a una computadora que se utiliza para imprimir la Tabla II (también se podría haber conectado el Xplorer directamente a una impresora).

Punto	Tiempos t [s]	Posición X [m]
-----	0,560	0,132
-----	0,580	0,132
-----	0,600	0,132
<b>(x<sub>0</sub>, t<sub>0</sub>)</b>	<b>0,620</b>	<b>0,132</b>
(x <sub>1</sub> , t <sub>1</sub> )	0,640	0,133
(x <sub>2</sub> , t <sub>2</sub> )	0,660	0,133
(x <sub>3</sub> , t <sub>3</sub> )	0,680	0,134
(x <sub>4</sub> , t <sub>4</sub> )	0,700	0,135
(x <sub>5</sub> , t <sub>5</sub> )	0,720	0,136
(x <sub>6</sub> , t <sub>6</sub> )	0,740	0,138
(x <sub>7</sub> , t <sub>7</sub> )	0,760	0,139
(x <sub>8</sub> , t <sub>8</sub> )	0,780	0,141
(x <sub>9</sub> , t <sub>9</sub> )	0,800	0,143

Tabla II. Conjunto de valores que registra el Xplorer.

### Las Prácticas Experimentales Totalmente Asistidas (PETA)

Realizadas por el GE2, son en todo similares 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 incertezas asociadas (“ $\Delta a$ ”, “ $\Delta b$ ” y “ $\Delta c$ ”).

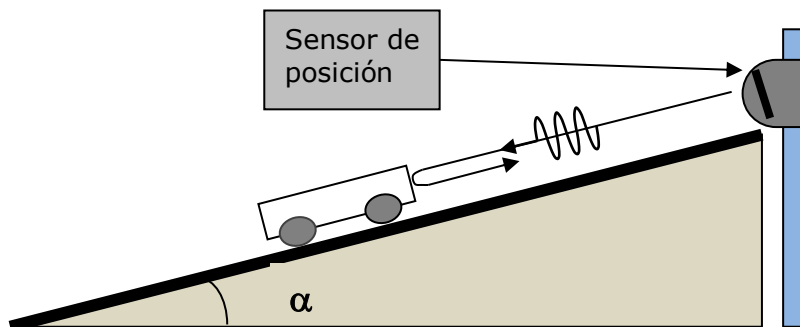


Figura 2. Esquema del montaje que utilizará durante la práctica experimental PEPA y la PETA.

Lo mismo puede hacer con la función velocidad asociada al movimiento del carrito, determinando los parámetros que la caracterizan y sus incertidumbres asociadas. Los alumnos utilizan todas estas posibilidades que les proporciona el “Data Estudio”, para estudiar el movimiento.

### INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN Y RESULTADOS

A continuación se incorpora el cuestionario (en cursiva) y luego de cada una de las preguntas, se agregan los 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 considere que dispone de distintos instrumentos de medición y registro, con los cuáles puede determinar la posición que ocupa el

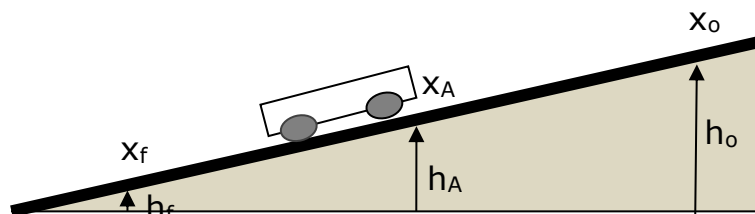


Figura 3. Cuerpo que se desplaza por un plano inclinado

móvil en distintos instantes de tiempo (ver Figura 3). **NOTA:** luego se detallan los instrumentos disponibles, sus características y su uso (**cinta métrica, cronómetro, sensores sonoros y Dataloger**), similar a como se los detalló cuando se describen las prácticas (no se incluye por razones de espacio), especialmente los dos últimos que se supone desconocidos para los alumnos.

**Pregunta 1.** Si usted tuviese la posibilidad de trabajar de las maneras **A.**, **B.** y **C.** que se indican a continuación, ¿cual elegiría? Seleccione en orden a su gusto, las opciones: 1º).....; 2º)..... 3º).....

A. Opera con el **cronómetro** midiendo el tiempo que tarda el carrito en recorrer una cierta distancia, que mide con una cinta métrica, y luego, con las expresiones analíticas del MRUV, determina los parámetros que caracterizan al movimiento.

B. Opera con el **sensor sonoro** para que le proporcione la tabla, obviamente mucho más extensa que la de la figura, con las distintas posiciones del carrito y los tiempos en las cuales las ocupa.

C. Opera con el sensor conectado a una **computadora**, para que ésta procese los datos y obtenga las expresiones analíticas de las funciones posición, velocidad y aceleración, y sus correspondientes representaciones gráficas.

**NOTA:** EXPLIQUE BREVEMENTE el motivo del orden de su selección, y si le parece que ninguna de las opciones propuestas para trabajar es interesante, y usted dispone de una manera mejor de trabajar, también EXPLIQUE BREVEMENTE.

**Resultados.** Si bien la pregunta solicitaba un “orden” de preferencia de las estrategias dadas, con la posibilidad de agregar otra en el caso de que ninguna fuese considerada interesante, no se consideró el orden agrupándose las que tenían la misma opción en primer lugar (A, B ó C).

La Tabla III presenta los resultados. El GC que hizo como PE la PET, expresó en el pretest la preferencia que indica la segunda columna y en el postest la que indica la tercera, contadas desde la izquierda. En las que siguen, se indican las preferencias del GE1 y del GE2 antes y después de recibir la aplicación de la estrategia.

Preferencias	GC – PET		GE1 - PEPA		GE2 - PETA	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	28%	44%	16%	0%	30%	3%
B (PEPA)	22%	12%	16%	16%	12%	3%
C (PETA)	50%	44%	68%	84%	58%	94%

Tabla III. Respuestas a la pregunta 1.



En la tabla se ha sombreado el comportamiento del grupo (pretest y postest), en relación con la estrategia que le fue aplicada. El GC incrementa su preferencia por la práctica realizada en un 16%; el GE1 no modifica su preferencia; y el GE2 incrementa en un 36%.

El mayor cambio se da en el GE2 que incrementa la preferencia por la PETA en un 36%. Los dos grupos asistidos por las TICs, disminuyen a un mínimo sus preferencias por la PET: el GE1 a 0% (-16%) y el GE2 al 3% (-27%). El GC incrementa en un 16% su preferencia por la PET.

En relación con las explicaciones solicitadas, estas fueron agrupadas en las siguientes categorías:

1. no justifica,
2. la elección se justifica por la facilidad operativa, practicidad, automaticidad de la toma de datos.
3. la elección se justifica por la precisión en la toma de datos, apuntando a minimizar las incertidumbres y maximizar la exactitud.
4. la elección se justifica por una combinación de las categorías 2 y 3.
5. la elección se justifica en la mejor comprensión del fenómeno y de las funciones asociadas que lo describen.
6. Otros, la justificación dada no es comprensible o no tiene relación con lo que se preguntaba.

Dado que la justificación pudo involucrar dos o más categorías, la suma de porcentajes de las columnas, supera el 100%. La explicación más frecuente del porqué de la preferencia, Tabla IV, está asociada a la categoría 3.

Categoría	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	4%	22%	3%	6%	3%	9%
2	9%	3%	13%	23%	3%	15%
3	56%	41%	48%	42%	43%	55%
4	9%	9%	13%	26%	30%	12%
5	13%	25%	23%	3%	21%	9%
6	9%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabla IV. Justificación de la preferencia

**Pregunta 2.** Suponga que su intención es medir la velocidad instantánea del carrito en su caída por la pista, ¿con cuál de los tres modos de operar “A”, “B” y “C” descriptos en el punto 1, usted puede lograrlo? **INDIQUE EL MODO (“A”, “B” o “C”) Y EXPLIQUE BREVEMENTE.**

**Resultados.** En la Tabla V, similar a la III, todos los grupos incrementan su preferencia por la práctica realizada, según se observa en las celdas sombreadas: el GC un 9%, el GE1 un 20%, y el GE2 un 47% que resulta el mayor cambio en la pregunta 2, alcanzando su preferencia luego en el postest al

Preferencia de práctica	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	15%	24%	17%	0%	17%	3%
B (PEPA)	41%	32%	40%	60%	23%	0%
C (PETA)	37%	40%	43%	40%	50%	97%
No responde	7%	4%	0%	0%	10%	0%

Tabla V. Respuestas a la pregunta 2





97%. En este grupo, las preferencias por la PET y la PEPA disminuyen a un mínimo. En los dos grupos asistidos (GE1 y GE2), las preferencias por la PET disminuyen a un mínimo.

Preferencia de práctica	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A (PET)	59%	59%	41%	15%	33%	18%
B (PEPA)	6%	8%	16%	23%	28%	15%
C (PETA)	29%	33%	40%	62%	33%	64%
No responde	6%	0%	3%	0%	6%	3%

Tabla VII. Respuesta a la pregunta 3.

En relación con las explicaciones del porqué de la preferencia, se mantienen las categorías del punto anterior y el resultado se muestra en la Tabla VI. La categoría “6” es mayoritaria y disminuye entre el pretest y el postest; un 35% en el GC, un 21 % en el GE1 y un 6% en el GE2. El cambio más significativo aparece en el GC, que incrementa su categoría “1” en un 41%. Llama la atención el bajo porcentaje de la categoría “5”, en el pretest y en el postest.

**Pregunta 3.** Si ahora su problema es analizar las incertezas asociados a las magnitudes que mide en la experiencia, por ejemplo errores asociados a la medición de los tiempos y de los espacios recorridos, para luego asociar errores absolutos a los valores de velocidad y aceleración ¿cuál de los tres modos de operar “A”, “B” y “C” descriptos en el punto 1, usted cree que es sencillo para determinar dichos errores? INDIQUE EL MODO (“A”, “B” o “C”) Y EXPLIQUE BREVEMENTE:

**Resultados.** La Tabla VII, es similar a la anterior. En la práctica realizada (sombreada) el GC mantiene su preferencia muy alta, del 59% y sin cambios, entre el pretest y el postest; el GE1 la incrementa levemente, en un 7%; y el GE2, la incrementa significativamente, en un 31%, que resulta el mayor cambio de la tabla.

El GE1 mantiene su preferencia por la PEPA y traslada preferencias de la PET (-26%) a la PETA (+22%). El GC, no manifiesta cambios.

La explicación más frecuente está asociada a la categoría “3”, seguida por la “2”. Entre ambas superan el 50% en los tres grupos y en el pretest y en el postest. (Tabla VIII).

Cate-	PET (GC)		PEPA (GE1)		PETA (GE2)	
goría	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	3%	44%	0%	21%	14%	14%
2	9%	3%	21%	21%	11%	9%
3	9%	12%	21%	24%	9%	23%
4	3%	0%	3%	6%	6%	0%
5	0%	0%	6%	0%	3%	3%
6	76%	41%	49%	28%	57%	51%

Tabla VI. Justificación de la preferencia.

### OTRA MANERA DE MIRAR LOS RESULTADOS

La Tabla IX, muestra los cambios de preferencia entre la PET, PEPA y PETA, en los tres grupos y en cada una de las preguntas: pregunta 1 (P1) referida en general a la PE; pregunta 2 (P2) referida a la capacidad de la práctica para medir velocidad instantánea; y pregunta 3 (P3) referida a la precisión con la cual se puedan calcular las incertezas en las mediciones.



Nuevamente se han sombreado las celdas que corresponden a la práctica que realizó el grupo.

### Comportamiento del GC.

Consideramos que no son en general

significativos, los cambios que ocurren. El 16% que incrementa la preferencia en la P1, por la práctica que realizó (la PET), tal vez se deba a que los alumnos percibieron que aun con equipamiento sencillo, pueden lograrse resultados razonablemente buenos. Naturalmente, tuvieron que hacerlo a expensas de disminuir su preferencia por la PEPA y por la PETA.

**Comportamiento del GE1.** Se destaca una disminución del 26% en la preferencia por la PET en la P3, un crecimiento del 22% en la preferencia por la PETA en la P3, y también un crecimiento del 20% en su preferencia por la PEPA (práctica que realizó) en la P2.

En la P1 hay un traslado de preferencia del 16%, de la PET a la PETA. Los tres grupos forman parte de un mismo curso y es posible que al momento de aplicar el postest, ya se haya difundido entre los alumnos, información sobre fortalezas y debilidades de las tres prácticas: por ejemplo que quienes realizaron la PETA, finalizaron con su práctica, con cálculos matemáticos y de incertezas, y representaciones gráficas, en clase, ya que esa tarea fue realizada por el Data Estudio.

En la P2, los cambios pueden interpretarse como que los alumnos por trabajar con la tabla de pares ordenados casi simultáneos ( $\Delta t=0,02s$ ), se convencieron que la mejor práctica para calcular la velocidad instantánea o casi instantánea, es la PEPA. Este incremento hizo que disminuyera (-17%) la preferencia por la PET, práctica en la cual claramente se miden valores de velocidad media. La preferencia por la PETA, prácticamente no se modifica. En relación con la P3, el grupo reduce (-26%) su preferencia por la PET e incrementa (+22%) su preferencia por la PETA. El pasar de la PET a la PETA, les permite evitar los tediosos cálculos asociados a la teoría de propagación de las incertezas que sí deben abordar cuando realizan la PET y la PEPA, pero que no hacen cuando realizan la PETA.

**Comportamiento del GE2.** Los cambios más significativos ocurren en el GE2, con la preferencia por la PETA, en las tres preguntas. Agreguemos a ello que el cambio de +47%, que ocurre en la P2, es a partir de un valor de preferencia en el pretest del 50%, Tabla V, lo que le permite llegar al 97%. La elección de la PETA en las 3 preguntas, crece a expensas de disminuir la preferencia por las PET y PEPA. Resumiendo, el GE2 que realizó la PETA considera después de realizarla, que con ese tipo de

Preferencia de práctica	GC - PET Cambios			GE1 - PEPA Cambios			GE2 - PETA Cambios		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
A (PET)	+16%	-11%	0%	-16%	-17%	-26%	-27%	-14%	-15%
B (PEPA)	-10%	-9%	+2%	0%	+20%	+7%	-9%	-23%	-13%
C (PETA)	-6%	+3%	+4%	+16%	-3%	+22%	+36%	+47%	+31%
No responde	----	-3%	-6%	----	0%	-3%	----	-10%	-3%

Tabla IX. Cambios en las preferencias de los grupos en cada una de las preguntas.



equipamiento puede realizar la mejor PE, al menos en relación a las 3 preguntas realizadas. Es de las tres estrategias, la más impactante.

**Explicaciones del porqué de la preferencia.** En la P1 (Tabla IV), los mayores porcentajes en los tres grupos (pretest y postest), los tiene la categoría 3, que se refiere a *“precisión en la toma de datos, apuntando a minimizar los errores y maximizar la exactitud”*. En la P2 (Tabla VI), los mayores porcentajes corresponden a la categoría 6, que se refiere a que *“no es comprensible o no tiene relación con la pregunta”*. También presenta porcentajes importantes, la categoría 1 que contiene a quienes *“no justifican”*. En la P3 (Tabla VIII), los mayores porcentajes corresponden a la categoría 3, como en la pregunta 1.

### CONCLUSIONES

Tanto en las preferencias como en las explicaciones del porqué de las mismas, no se perciben patrones claros de comportamientos (cambio entre pretest y postest). Sin embargo, señalamos observando la penúltima fila de la Tabla IX, que en las tres preguntas, el GC no modifica su preferencia por la PETA, y los GE1 y GE2, la incrementan significativamente.

Analizando la tabla por fila, se percibe que: la preferencia por la PET, en las tres preguntas y en los tres grupos (9 celdas) exhibe 7 cambios negativos, 1 positivo y una celda sin cambios; la preferencia por la PEPA, 3 positivos, 5 negativos y una celda sin cambios; y la preferencia por la PETA, 7 positivos y dos negativos. Ponderando los porcentajes, para todo el curso se llega a un corrimiento de preferencias de la PET a la PETA.

Las explicaciones del motivo de las preferencias, estarían aportando una preocupación en el sentido de que se analiza la presencia de las TICs, desde la facilidad operativa, practicidad, automaticidad de la toma de datos, minimizar incertidumbres y maximizar exactitud, y no aparece en ninguna de las preguntas que la elección se justifique por una mejor comprensión del fenómeno y de las funciones asociadas al mismo. Por otro lado, y tomando como ejemplo la incerteza asociada a los distintos parámetros que caracterizan el movimiento, con la PETA, son provistos por el sistema, pero no se conoce en absoluto sobre cómo los calcula. Incluso, la tabla de pares ordenados que entrega el GLX, proporciona valores numéricos de los cuales se desconoce su incerteza.

En los resultados finales se percibe que cada grupo confía en la experiencia que realizó, pero esa confianza es claramente mayor, en aquellos que automatizaron el experimento. La ausencia de aspectos académicos que fundamenten la confianza, nos alientan a continuar con las investigaciones. Las restantes preguntas del cuestionario realizado, indagan sobre los contenidos y aprendizajes, yendo más allá de las preferencias y sus razones. Queda pendiente un próximo trabajo de análisis y correlaciones.



### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boido, G., 1993. La reconstrucción de experimentos en la historia de la ciencia: Galileo en debate. *Ens. 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. Mza., pp 463-470.
- Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Rocchietti, R.; Albarracín, L. y González, M., 2006b. *El cambio conceptual y las PE orientadas, en la "formación de imágenes"*. 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
- Sebastiá, J., 1987. ¿Qué se pretende en los Laboratorios de Física Universitaria? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5 N° 3. pp. 196-204.
- Séré, M., 2002. La enseñanza en el Laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 20 N° 3. pp. 357-368.