

**ISFDyT N°.9-006 “PROF. FRANCISCO
HUMBERTO TOLOSA”**

**“LA ENSEÑANZA DE TRABAJO Y ENERGÍA EN EL NIVEL
SUPERIOR: USO DE SIMULADORES PARA FÍSICA
INTRODUCTORIA”**

Director: Prof. Farina, Esteban

Co-Director: Prof. Debandi, Alberto Fabián

Docentes: Prof. Jofré, Sergio Walter; Prof. Baldo, Héctor Javier

INFORME FINAL – INVESTIGACIÓN 2016

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN SEDE Y RESPONSABLES DEL PROYECTO

Nombre y número de la Institución	ISFDyT N°.9-006 "Prof. Francisco Humberto Tolosa"
C.U.E.	5001363-00
Domicilio de la Institución	San Martin N°.562, Rivadavia, Mendoza.
Correo electrónico de la Institución	tolosasup@mendoza.edu.ar
Nombre del/ de la Rector/a de la Institución	Abraham, Patricia
Título del Proyecto	La enseñanza activa de trabajo y energía en el nivel superior. Uso de simuladores para física.
Nombre del/ de la Director/a del Proyecto	Farina, Esteban
Correo electrónico del/ de la director/a del Proyecto	farinaesteban@yahoo.com.ar

2- PARA COMPLETAR EN LA OFICINA DE COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Fecha de presentación en Institución sede de Comisiones	7 de Mayo de 2015
Código del proyecto	
Evaluación	

3- I- DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

<i>Título</i>	<i>La enseñanza activa de Trabajo y Energía en el nivel superior. Uso de simuladores para Física.</i>
<i>Tema</i>	<i>La enseñanza activa de Trabajo y Energía en el nivel superior.</i>
<i>Trayectoria formativa docente/técnica</i>	
<i>Palabras clave</i>	<i>Física, Simuladores y Aprendizaje conceptual</i>
<i>Disciplinas involucradas</i>	<i>Física</i>

3- II - DATOS DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE TRABAJO

	<i>Apellido y Nombre</i>	<i>Cargo</i>	<i>Horas cátedra semanales asignadas institucionalmente para investigación</i>		<i>Firma del docente integrante</i>
			<i>Primer cuatrimestre</i>	<i>Segundo Cuatrimestre</i>	
<i>Director</i>	<i>Farina, Esteban</i>	<i>Docente</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	
<i>Domicilio:</i> <i>Localidad:</i> <i>Teléfono:</i> <i>E/mail:</i>	<i>Lamadrid 565 Rivadavia – Mendoza 0263-154256621 farinaestebanceledonio@gmail.com</i>				
<i>Codirector</i>	<i>Debandi, Fabián</i>	<i>Docente</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
<i>Domicilio:</i> <i>Localidad:</i> <i>Teléfono:</i> <i>E/mail:</i>	<i>José Manuel Estrada 118 Rivadavia Mendoza 0263-154453288 debandialbertofabian@gmail.com</i>				
<i>Docentes investigadores con formación</i>	<i>Jofré, Sergio</i>	<i>Docente</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
	<i>Baldo, Javier</i>	<i>Docente</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
<i>Docentes Investigadores en formación</i>					

<i>Técnicos, ayudantes, adscriptos</i>					
<i>Colaboradores</i>	<i>Romero, Jennifer</i>	<i>Estudiante</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	
<i>Firma de aval del Rector/a, a la dedicación de horas al proyecto por parte de los investigadores.</i>					

3- III- DATOS DE OTRAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS CON ACUERDOS PREESTABLECIDOS Y ACEPTADOS INSTITUCIONALMENTE

<i>NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN</i>	<i>TIPO DE INSTITUCIÓN</i>	<i>CARACTERÍSTICA DEL ACUERDO (COOPERACIÓN MUTUA, ASESORAMIENTO ACADÉMICO, METODOLÓGICO, FINANCIERO, ETC).</i>
<i>Nº.9-006 "Profesor Francisco Humberto Tolosa"</i>	<i>ISFDyT</i>	<i>UNSL</i>

REFERENTES

Director:

Domicilio:

Localidad:

Teléfono:

E/mail:

Codirector:

Domicilio:

Localidad:

Teléfono:

E/mail:

3-IV- COPIA DE LA RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO APROBANDO EL PROYECTO Y LA CARGA HORARIA.

(En trámite)

ÍNDICE

- *Presentación del proyecto* _____ Pág.2
- *Resumen* _____ Pág. 6
- *Abstract* _____ Pág.7
- *Introducción* _____ Pág. 8
- *Importancia y justificación* _____ Pág. 10
- *Formulación e identificación del problema* _____ Pág. 11
- *Objetivos* _____ Pág. 12
- *Marco teórico* _____ Pág. 12
- *Metodología de la investigación* _____ Pág. 17

- *Diseño de la experiencia* _____ Pág. 18
- *Tipo de investigación* _____ Pág. 19
- *viabilidad* _____ Pág. 19
- *Formulación de hipótesis* _____ Pág. 19
- *Selección de la muestra* _____ Pág. 19
- *Recolección de los datos* _____ Pág. 19
- *Resultados y discusión de los resultados* _____ Pág. 19
- *Anexos* _____ Pág. 44
- *Conclusión de los resultados* _____ Pág. 45
- *Bibliografía* _____ Pág. 46

RESUMEN

El presente trabajo surge gracias al lugar otorgado por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS departamento de Física, Carrera “MAESTRÍA EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”, en el cual se tiene como objetivo comparar la enseñanza Tradicional y la enseñanza activa mediante la utilización de simulaciones en Física, ambos métodos utilizados por los mismos profesores.

Para llevar a cabo dicha investigación se hizo uso de distintos instrumentos como son Pre-test y Post-test de Mecánica para evaluar ambos métodos de enseñanza (Tradicional y Activa) y guías de simulaciones PHET también utilizados para la enseñanza activa de este espacio. Las metodologías antes mencionadas serán aplicadas en el nivel superior del ISFDyT N° 9-006 “Prof. Francisco Humberto Tolosa”

del departamento de Rivadavia, provincia de Mendoza, en donde se observarán estudiantes de la carrera de Profesorado en Física y de la carrera de Profesorado en Matemática.

Además, el presente trabajo incluye conclusiones parciales referidas a cada una de las metodologías de enseñanza, que se tomaron como base para realizar la conclusión final.

Para concluir, se utilizan los resultados de estas comparaciones como indicadores para refutar o corroborar la hipótesis inicial de la investigación.

ABSTRACT

This work comes through the place awarded by the National University of San Luis Department of Physics, Carrera "MASTERS IN TEACHING PHYSICS" in which it aims to compare the traditional teaching and active learning using simulations in Physics, both methods used by the teachers themselves.

To carry out this research made use of various instruments such as pre-test and post-test of Mechanical for both teaching methods (traditional and active) and guide simulations PHET also used for active teaching this space, these aforementioned methodologies will be applied on the upper level of the ISFDyT. N°. 9-006 "Prof. Francisco Humberto Tolosa", department of Rivadavia, province of Mendoza, where

students in the career of teachers in Physics, Chemistry teacher career and career of teachers in mathematics were observed.

In addition, this study includes partial conclusions regarding each of the lessons, which were taken as the basis for an inclusive conclusion.

Finally, comparisons of these results are used to arrive at an overall conclusion in which a holistic view of the sample taken into account appears. This will lead to the restatement or confirmation of the initial hypothesis.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación encuentra su justificación en la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza de la Física, y por ende de las capacidades, habilidades y competencias científicas de los estudiantes para que se relacionen fácilmente con el mundo de los fenómenos naturales. Esto significa que debemos trabajar para mejorar efectivamente las metodologías de enseñanza aprendizaje de la Física, incorporando nuevos instrumentos y procedimientos que permitan a los estudiantes alcanzar los conocimientos y las competencias básicas necesarias para comprender mejor el mundo de la Física.

Mucho se ha dicho acerca de la necesidad de mejorar la enseñanza de la Física, de la importancia de la adquisición del conocimiento y el manejo de conceptos físicos para desenvolverse tanto en la vida diaria, como en lo profesional. Desde esta posición, el aprendizaje de la física implica fundamentalmente desarrollar la capacidad de observación, predicción, comprensión, trabajo en grupo, resolución de problemas y otras habilidades más.

Esto significa que debemos analizar y cambiar positivamente el proceso de enseñanza aprendizaje actual por uno más efectivo que permita a los estudiantes alcanzar el conocimiento y las competencias deseadas.

Por otro lado los estudiantes viven en un mundo donde los avances tecnológicos de estas ultimas décadas están innegablemente ligados al desarrollo de las ciencias experimentales y principalmente, de la Física. A esto se agrega que el conocimiento teórico y experimental en Física ha crecido de manera fabulosa en los últimos años. En este contexto, nuestros estudiantes deben adquirir la capacidad y preparación suficientes para asimilar cada vez más y más información, en una ciencia que avanza permanentemente, de modo de poder incursionar profundamente en una rama de interés y en su futura profesión. Los fundamentos de la ciencia, en este caso de la Física, deben ser aprendidos de manera sólida, debido a que el conocimiento específico y las aplicaciones pueden cambiar, pero lo que perdura en realidad son los principios. Los cuestionamientos sobre la mejor manera de enseñar los conceptos de la Física (y la mejor manera de aprenderlos), están permanentemente en discusión, con respuestas, a veces, sumamente opuestas. En el escenario histórico aparecen personajes, entre alumnos y profesores, que han logrado su mejor conocimiento con experiencias muy diferentes. Es frecuente además observar que las materias de Física básica se cuentan entre las que tienen los índices más altos de reprobación. Esto indica, al menos en la opinión de alumnos y padres, que la Física es difícil. Estos son algunos de los aspectos que tornan la enseñanza y el aprendizaje de la Física un problema que no es muy simple y fácil de resolver. Sin embargo, todo esfuerzo volcado a resolverlo, todo aporte que apunte en el sentido de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Física a todo nivel, es verdaderamente digno de aprobación. Como ocurre con el propio desarrollo de

la Física, el objetivo final se logra con la contribución y esfuerzo de mucha gente que trabaja unida, con el aporte de cada individuo, sumando su propia experiencia y capacidad.

Desde una cierta perspectiva pedagógica una gran mayoría de docentes y alumnos están convencidos que clases con elevado nivel, con resolución de ejercicios es una estrategia de enseñanza superior a cualquier otra metodología, o manera de enseñar. En las clases con elevado nivel el docente trata al conocimiento como una información ya construida y que debe ser transmitida del docente al alumno. Enseñar de esta manera es “dar clase”, se trata de comunicar un saber a los estudiantes. El docente muestra las nociones, las introduce, provee los ejemplos y propone la ejercitación. De esta manera el estudiante escucha, debe estar atento, se entrena, se ejercita y al final aplica.

El docente es el que selecciona y presenta los problemas, previa explicación del tema; el alumno, en general, resuelve los problemas en forma individual y mecánica, intentando aplicar lo aprendido para obtener la respuesta que espera el docente; y, finalmente, si encuentra dificultades, es el docente quien da las pistas necesarias que permitan acceder al resultado correcto.

En las nuevas estrategias de enseñanza activa, basadas en el modelo constructivista del aprendizaje, se parte de los preconceptos de la población estudiantil, para construir, modificándolos a través de la instrucción, los nuevos esquemas conceptuales deseados (Ausubel (1976), Novak (1977) y Novak y Gowin (1984)).

Como una consecuencia de esta visión del aprendizaje, una alternativa a la enseñanza tradicional es la instrucción con la participación activa de los estudiantes en donde el conocimiento resulta de la interacción del alumno con el docente y con sus compañeros y donde se tienen en cuenta las experiencias previas del mundo. En esta metodología de trabajo el alumno tiene un rol central en la producción de su propio conocimiento a través de actividades, del intercambio de opiniones grupales, de la predicción, de la observación; todos procesos que facilitan la comprensión conceptual de los fenómenos que se estudian. Estos procesos se completan con la aplicación de los conceptos y habilidades adquiridas a situaciones problemáticas en distintos contextos.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

La educación en nuestro sistema educativo desde la enseñanza básica hasta la universitaria como proceso de una variedad de idiomas, se ha ido transformando debido a los cambios que experimenta el entorno, tanto social, como político, económico y cultural.

De acuerdo a estas nuevas exigencias se necesita que en la formación de los estudiantes de todos los niveles de enseñanza se fortalezcan los conocimientos conceptuales y experimentales que proporcionen una concepción científica del mundo y las competencias en el plano intelectual, teórico e investigativo.

Estos logros no son posibles si no se le da una mirada científica actualizada a la enseñanza de las ciencias naturales y en especial a la Física.

Entre las diversas estrategias de enseñanza activa que se han propuesto en los últimos años se destacan los “Simuladores para Física” que constituyen un conjunto de herramientas didácticas diseñadas para servir de complemento a las clases teóricas y a los libros de texto de un curso normal introductorio de Física general a nivel universitario. El propósito de los simuladores no es ayudar a adquirir dominio en la resolución de los problemas cuantitativos que se encuentran en el final de capítulo de los textos tradicionales, sino favorecer la construcción de las ideas, de los conceptos básicos de la Física promoviendo así el desarrollo del razonamiento científico.

Cada uno de los Simuladores para Física está estructurado de forma que promueve el compromiso intelectual activo de los estudiantes con el proceso de aprendizaje de la Física. Las guías de aprendizaje y las situaciones presentadas en los Simuladores orientan a los alumnos hacia el tipo de razonamiento indispensable para la construcción de los conceptos y para su aplicación a situaciones de la vida real.

La aplicación de “Simuladores para Física” puede llegar a ser una metodología de trabajo subsistente para desarrollar clases activas en nuestro sistema educativo regional. Existe actualmente software en donde se pueden realizar simulaciones y animaciones interactivas de situaciones o problemas físicos, observar el problema e

interactuar con él, logrando aumentar la comprensión y el aprendizaje significativo, como también desarrollar didácticas que vayan de lo atractivo a lo abstractivo.

FORMULACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En este trabajo nos proponemos analizar la implementación de la enseñanza activa en el tema Trabajo y Energía que se desarrolla en el Nivel Superior del ISFDyT “Prof. Francisco Humberto Tolosa” del departamento de Rivadavia, provincia de de Mendoza. Este tema es uno de los estudiados en las investigaciones que se han realizado sobre las dificultades que el aprendizaje de la Física plantea a los alumnos del nivel terciario y universitario básico, quizás por la facilidad de disponer de material experimental simple pero también por el interés de los alumnos por la relación del tema con la vida cotidiana. Es este sin duda, uno de los temas en los que la conexión de la Física con la vida cotidiana es más clara y directa.

En la presente propuesta nos planteamos específicamente el uso de simuladores para Física (PHET) diseñados por un equipo especializado de la Universidad de Colorado (Estados Unidos de América) para el aprendizaje de Trabajo y Energía: en clases con estudiantes del Nivel Superior del sistema educativo local. Puesto que los Simuladores para Física Introdutoria es una metodología diseñada y comprobada en los cursos de Física básica Universitaria en las Universidades y Colleges de los Estados Unidos de América, debemos comprender que parte de nuestra tarea consistirá en analizar las condiciones de aplicación y la conveniencia de la utilización de Simuladores en el Nivel Terciario (específicamente en la Formación de Profesores de Nivel Secundario) del sistema educativo regional.

Los Simuladores fueron diseñados para alumnos ya entrenados en Física, más maduros intelectualmente y que han demostrado su inclinación por carreras técnicas y/o científicas (típicamente alumnos universitarios de carreras científicas y de ingeniería).

Nuestros alumnos del Nivel superior han tenido una preparación muy ligera en Física, (en el mejor de los casos) en su paso por la Educación Secundaria. Eventualmente

seguirán carreras o actividades no necesariamente conectadas con las ciencias, o la Física en particular.

Por ello el objetivo de esta tesis es experimentar con esta estrategia en el nivel superior, para determinar sus alcances y limitaciones y comparar resultados con los obtenidos mediante una instrucción tradicional. Como en toda propuesta educativa nos planteamos determinar las condiciones necesarias para que la estrategia pueda ser llevada a cabo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Determinar la aplicabilidad de los “Simuladores para Física” para la enseñanza de Trabajo y Energía en el nivel superior del ISFDyT “Prof. Francisco Humberto Tolosa”.

Objetivos particulares:

Experimentar sobre la aplicabilidad de “Simuladores para Física”, en lo referente al aprendizaje conceptual de Trabajo y Energía.

Analizar la efectividad relativa de dos métodos diferentes de enseñanza: la instrucción tradicional y la instrucción activa mediante Simuladores para Física en lo referente a Trabajo y Energía.

MARCO TEÓRICO

SIMULACIÓN¹

La simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos periodos de tiempo.

Según el epistemólogo alemán Stephan Hartmann una simulación es la imitación de un proceso mediante otro proceso. Para el Dr. en Física Luis A. Pugnaroni, una simulación

es la resolución numérica de ecuaciones matemáticas que modelan fenómenos de un sistema real.

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y APRENDIZAJE CONCEPTUAL²

Aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel (1963, p. 58), el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento.

No-arbitrariedad y sustantividad son las características básicas del aprendizaje significativo.

No-arbitrariedad quiere decir que el material potencialmente significativo se relaciona de manera no-arbitraria con el conocimiento ya existente en la estructura cognitiva del aprendiz. O sea, la relación no es con cualquier aspecto de la estructura cognitiva sino con conocimientos específicamente relevantes a los que Ausubel llama subsumidores. El conocimiento previo sirve de matriz “ideacional” y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos cuando éstos “se anclan” en conocimientos específicamente relevantes (subsumidores) preexistentes en la estructura cognitiva. Nuevas ideas, conceptos, proposiciones, pueden aprenderse significativamente (y retenerse) en la medida en que otras ideas, conceptos, proposiciones, específicamente relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto y funcionen como puntos de “anclaje” a los primeros.

Sustantividad significa que lo que se incorpora a la estructura cognitiva es la sustancia del nuevo conocimiento, de las nuevas ideas, no las palabras precisas usadas para expresarlas.

El mismo concepto o la misma proposición pueden expresarse de diferentes maneras a través de distintos signos o grupos de signos, equivalentes en términos de significados. Así, un aprendizaje significativo no puede depender del uso exclusivo de determinados signos en particular (op. cit. p. 41).

La esencia del proceso de aprendizaje significativo está, por lo tanto, en la relación no-arbitraria y sustantiva de ideas simbólicamente expresadas con algún aspecto relevante de la estructura de conocimiento del sujeto, esto es, con algún concepto o proposición que ya le es significativo y adecuado para interactuar con la nueva información. De esta interacción emergen, para el aprendiz, los significados de los materiales potencialmente significativos (o sea, suficientemente no arbitrarios y relacionables de manera no-arbitraria y sustantiva a su estructura cognitiva). En esta interacción es, también, en la que el conocimiento previo se modifica por la adquisición de nuevos significados.

Queda, entonces, claro que en la perspectiva ausubeliana, el conocimiento previo (la estructura cognitiva del aprendiz) es la variable crucial para el aprendizaje significativo. Cuando el material de aprendizaje es relacionable con la estructura cognitiva solamente de manera arbitraria y literal que no da como resultado la adquisición de significados para el sujeto, el aprendizaje se denomina mecánico o automático. La diferencia clave entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico está en la capacidad de relación con la estructura cognitiva: no arbitraria y sustantiva versus arbitraria y literal (ibid.). No se trata, pues, de una dicotomía, sino de un continuo en el cual éstas ocupan los extremos.

El aprendizaje significativo más básico es el aprendizaje del significado de símbolos individuales (típicamente palabras) o aprendizaje de lo que ellas representan. Ausubel denomina aprendizaje representacional a este aprendizaje significativo (op. cit. p. 42). El aprendizaje de conceptos, o aprendizaje conceptual, es un caso especial, y muy importante, de aprendizaje representacional, pues los conceptos también se representan por símbolos individuales. Sin embargo, en este caso son representaciones genéricas o categoriales. Es preciso distinguir entre aprender lo que significa la palabra-concepto, o sea, aprender qué concepto está representado por una palabra

dada y aprender el significado del concepto (op.cit. p. 44). El aprendizaje proposicional, a su vez, se refiere a los significados de ideas expresadas por grupos de palabras (generalmente representando conceptos) combinadas en proposiciones o sentencias. Según Ausubel, la estructura cognitiva tiende a organizarse jerárquicamente en términos de nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de sus contenidos.

Consecuentemente, la emergencia de los significados para los materiales de aprendizaje típicamente refleja una relación de subordinación a la estructura cognitiva. Conceptos y proposiciones potencialmente significativos quedan subordinados o, en el lenguaje de Ausubel (op. cit. p. 52), son “subsumidos” bajo ideas más abstractas, generales e inclusivas (los “subsumidores”). Este aprendizaje se denomina aprendizaje significativo subordinado. Es el tipo más común. Si el nuevo material es sólo corroborador o directamente derivable de algún concepto o proposición ya existente, con estabilidad e inclusividad, en la estructura cognitiva, el aprendizaje se denomina derivativo. Cuando el nuevo material es una extensión, elaboración, modificación o cuantificación de conceptos o proposiciones previamente aprendidos de manera significativa, el aprendizaje subordinado se considera correlativo (ibid.).

El nuevo material de aprendizaje guarda una relación de superordenación con la estructura cognitiva cuando el sujeto aprende un nuevo concepto o proposición más abarcadora que pueda subordinar, o “subsumir”, conceptos o proposiciones ya existentes en su estructura de conocimiento. Este tipo de aprendizaje, mucho menos común que el subordinado, se llama aprendizaje superordenado. Es muy importante en la formación de conceptos y en la unificación y reconciliación integradora de proposiciones aparentemente no relacionadas o conflictivas (op. cit. p. 53).

Ausubel cita además el caso del aprendizaje de conceptos o proposiciones que no son subordinados ni superordenados en relación con algún concepto o proposición, en particular, ya existente en la estructura cognitiva. No son subordinables ni son capaces de subordinar algún concepto o proposición ya establecido en la estructura cognitiva de la persona que aprende. A este tipo de aprendizaje le da el nombre de aprendizaje significativo combinatorio (ibid.). Según él, generalizaciones inclusivas y ampliamente

explicativas tales como las relaciones entre masa y energía, calor y volumen, estructura genética y variabilidad, oferta y demanda, requieren este aprendizaje.

De manera resumida, y prácticamente sin ejemplos, intenté presentar en esta sección los significados originales atribuidos por Ausubel al concepto de aprendizaje significativo.

Este concepto es hoy muy usado cuando se habla de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, frecuentemente sin que se sepa con exactitud lo que significa. Además de procurar aclarar esto, este apartado también pretende proporcionar ayudas para argumentar, en las secciones siguientes, que el concepto de aprendizaje significativo es compatible con otras teorías constructivistas pero que su mayor potencial, en la perspectiva de la instrucción, está en la teoría original de Ausubel, complementada por Novak y Gowin.

FÍSICA³

La palabra Física viene del término griego que significa naturaleza, y por ello la Física debía ser la ciencia dedicada al estudio de todos los fenómenos naturales.

En verdad, hasta principios del siglo diecinueve se entendía la Física en este amplio sentido, y se denominó “filosofía natural”. Sin embargo, durante el siglo diecinueve y hasta muy recientemente, la Física estuvo restringida al estudio de un grupo más limitado de fenómenos, designados por el nombre de fenómenos físicos y definidos sin precisión como procesos en los cuales la naturaleza da las sustancias participantes no cambia. Esta definición poco precisa de la Física ha sido gradualmente descartada, retornándose al concepto más amplio y más fundamental de antes. Por ello, podemos decir que la Física es una ciencia cuyo objetivo es estudiar los componentes de la materia y sus interacciones mutuas. En función de estas interacciones el científico explica las propiedades de la materia en conjunto, así como los otros fenómenos que observamos en la naturaleza.

FACTOR DE HAKE⁴

Este factor, establecido por Richard R. Hake en 1998, se utiliza para determinar el índice de ganancia (g), en la evaluación de los cursos en los cuales hay un componente didáctico.

Ésta cantidad indica la ganancia real promedio del aprendizaje conceptual normalizada.

La ganancia g se determina a partir de los aciertos obtenidos en el instrumento de evaluación utilizado (en nuestro caso el test utilizado). Si consideramos el puntaje porcentual del pre-test y del post-test, tenemos que la ganancia relativa de aprendizaje conceptual se determina con la siguiente ecuación:

$$g = \frac{(\text{Postest}\%) - (\text{Pretest efectivo}\%)}{100\% - (\text{Pretest efectivo}\%)}$$

El valor de este índice o factor se sugiere dividirlo en los siguientes tres intervalos:

- Ganancia alta: cuando el resultado obtenido para g es ≥ 0.7 .
- Ganancia media: cuando el resultado obtenido para g está en el rango $0.3 \leq g \leq 0.7$.
- Ganancia baja: cuando el resultado obtenido para g es ≤ 0.3 .

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La primera parte de la presente investigación estará basada en una comparación estática de grupos, bajo un diseño cuasi-experimental. Se tomarán tres grupos, en donde cada grupo es un curso completo del área de Profesorados del Nivel Superior de esta institución educativa.

Para indagar sobre el estado inicial de conocimientos de los grupos se les administrará un pre-test para Mecánica antes de la instrucción del módulo de Física que llamaremos "Pre-test I", un grupo se los instruirá con la Enseñanza tradicional y el otro grupo se lo instruirá con la utilización de guías de trabajo de Simuladores de PHET.

Al final de las dos instrucciones se les administrará un post-test a los efectos de cuantificar los resultados de la instrucción.

La suposición aquí es que determinadas las condiciones iniciales de la instrucción y la manera en que ésta es llevada a cabo, la evaluación pre/post test será una buena indicación de los efectos de la estrategia de enseñanza seguida.

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión Bibliográfica	x	x										
Realización de Pre-test			x	x	x			x	x			
Realización de Post-test						x	x	x	x			
Análisis de Datos										x	x	x

DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

Efectividad de la enseñanza para el Aprendizaje activo vs. Enseñanza tradicional

Esta experiencia consistirá de una comparación estática de grupos previamente constituidos. Los cursos corresponden en el caso del Profesorado Secundario en Física al 1^{er} Año, en el caso del Profesorado en Química al 2^{do} año y en el caso del Profesorado en Matemática al 3^{er} año del I.S.F.D. y T. N° 9-006. "Prof. Francisco Humberto Tolosa", del Nivel Superior del sistema educativo regional. Se tomarán tres grupos, los cuales los definiremos como Grupos Control y Experimental, uno constituido por alumnos del Profesorado Secundario en Física, otro por estudiantes del Profesorado en Química (grupos de control) y un tercero del Profesorado en Matemática (grupo experimental), pertenecientes al mismo Instituto. Cada grupo tiene habitualmente en promedio alrededor de 15 alumnos.

Grupo	Tipo de Institución	Genero	Carreras	Edad Promedio (años)	Módulos semanales	Tipo de instrucción
Experimental	<i>Pública</i>	<i>Mixto</i>	<i>Matemática</i>	21	Tres	<i>Basada en simulación</i>
Control	<i>Pública</i>	<i>Mixto</i>	<i>Química</i>	20	Tres	<i>Tradicional</i>
Control	<i>Pública</i>	<i>Mixto</i>	<i>Física</i>	20	Tres	<i>Tradicional</i>

Tabla I: Características de las poblaciones experimental y de control descritas en el texto. Cada módulo horario tiene 80 minutos de duración. Los dos grupos tienen los mismos contenidos en la materia Física I.

Los grupos Control seguirán una instrucción Tradicional vigente hasta ahora, mientras que en el grupo Experimental se pondrá en práctica una guía de trabajo basada en la utilización de Simulaciones de PHET.

VIABILIDAD

El desarrollo de esta investigación es posible de realizar, debido a que se cuenta con recursos técnicos, netbooks, software de uso libre, hardware, aulas con acceso a internet, libros, cañón de proyección multimedial, pantalla de proyección, elementos del laboratorio de Física tal como: Rieles, Poleas, pesas, adecuados para desarrollar los temas a enseñar y también recursos humanos (Profesores y alumnos).

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Correlacional: Porque se pretende relacionar y comparar la enseñanza tradicional, con un modo nuevo de enseñar la Física, mediante la utilización de simulaciones.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

La utilización de simuladores mejora el aprendizaje conceptual de Física en tópicos de Trabajo y energía, en alumnos del Nivel Superior de una institución pública del interior de la Argentina.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Como se estudiaron la totalidad de los alumnos de los tres cursos (31 alumnos de ambos sexos y con edad promedio de 20 años) podemos hablar de población y no de muestras.

RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

La recolección de los datos se realizó durante el primer semestre y el segundo semestre del año 2015.

A estos estudiantes se les aplica un instrumento para medir conocimientos previos de trabajo y energía. Se ha utilizado la aplicación de un Pre-Test y Pos-Test para Física (PHET), desarrollados en la University of Colorado at Boulder para su utilización en los cursos de física de ese sistema y nivel educativo.

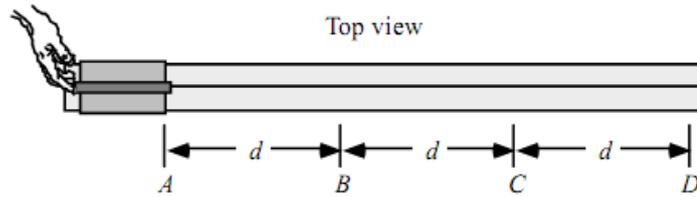
Para realizar esta investigación se aplica una guía de estudio obtenida del sitio oficial de PHET con algunas modificaciones. Este instrumento contiene preguntas abiertas y actividades que involucran contenidos conceptuales y procedimentales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presenta el resultado global obtenido para cada grupo, a saber: grupo control de Física (5 estudiantes), grupo control de Química (7 estudiantes) y grupo experimental correspondiente al profesorado en Matemática (19 estudiantes). Los resultados se presentan indicando el porcentaje promedio de acierto de las preguntas del test Trabajo y cambios en la energía cinética, en sus aplicaciones pre y post test y el cálculo del factor de Hake para visualizar numéricamente el nivel de aprendizaje logrado.

RESULTADOS PRE-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE FÍSICA.

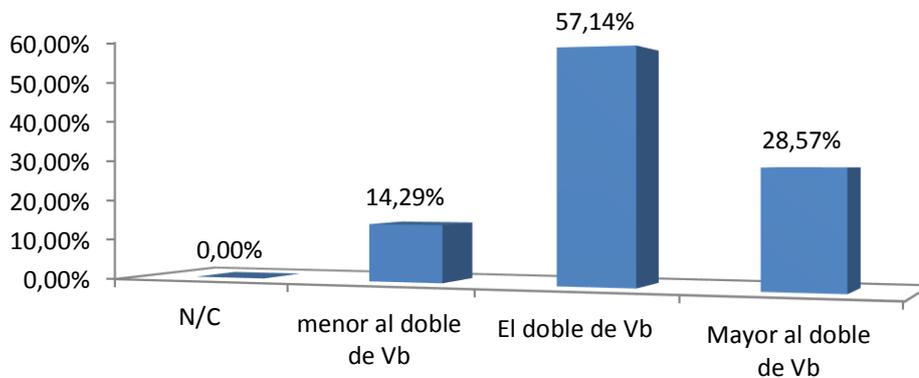
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

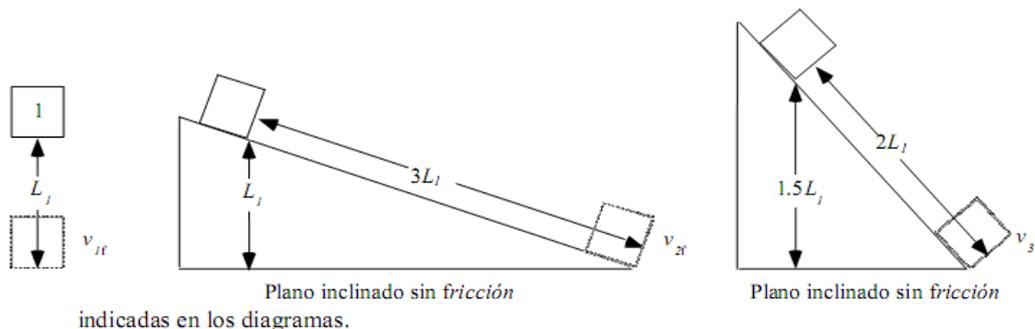
Opciones	Resultado
N/C	0,00%
menor al doble de v_B	14,29%
El doble de v_B	57,14%
Mayor al doble de v_B	28,57%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Pre-Test del grupo control Profesorado de Física.



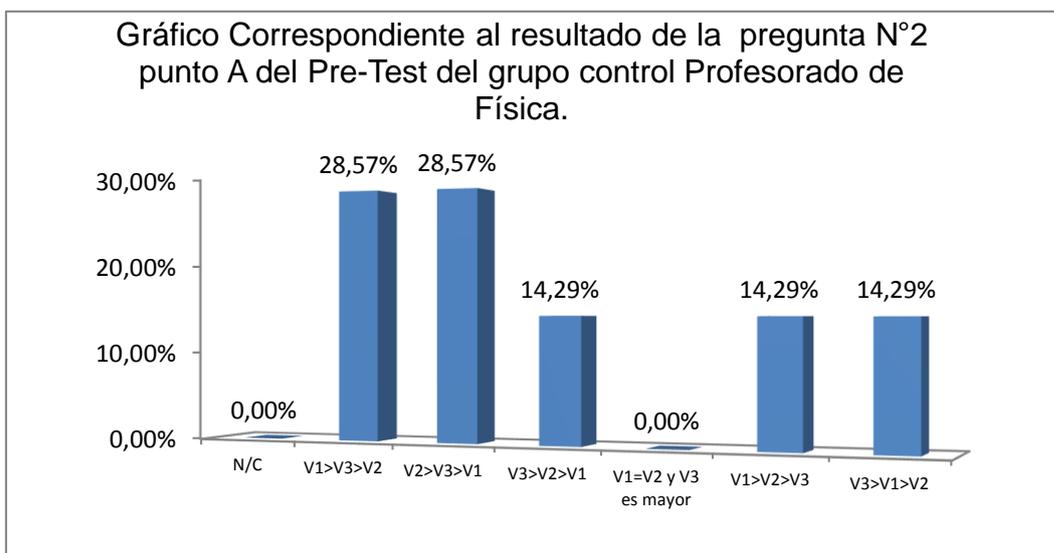
Comentario: La respuesta correcta dice: *Que la velocidad en el punto C es “menor al doble de v_B ”*.
¹ significa la magnitud de la velocidad en el punto b.

2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



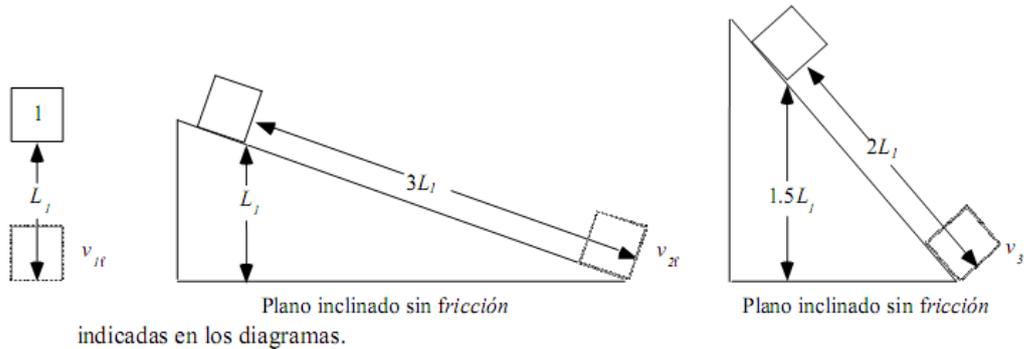
a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

Opciones	Respuestas
N/C	0,00%
$V1 > V3 > V2$	28,57%
$V2 > V3 > V1$	28,57%
$V3 > V2 > V1$	14,29%
$V1 = V2$ y $V3$ es mayor	0,00%
$V1 > V2 > V3$	14,29%
$V3 > V1 > V2$	14,29%



Comentario: La respuesta correcta dice: Que la velocidad $V1 = V2$ y $V3$ es mayor. Esto significa que la velocidad 1 es igual que la velocidad 2 y que la velocidad 3 es mayor que las anteriores. ($V1$, $V2$ y $V3$ representan las magnitudes de las velocidades).

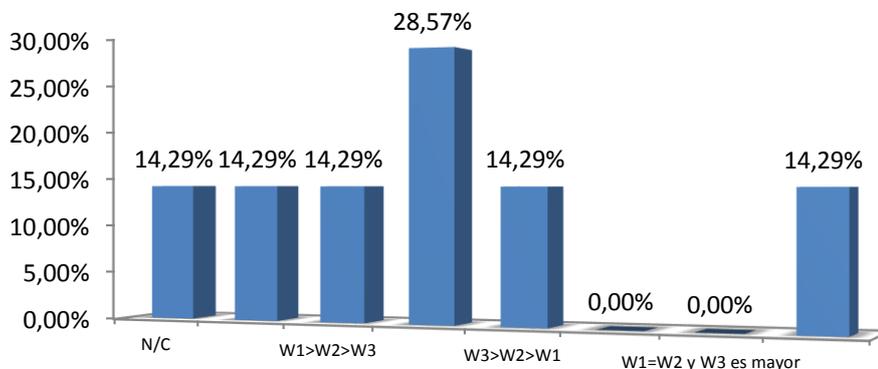
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	Resultados
N/C	14,29%
$W3 > W1 = W2$	14,29%
$W1 > W2 > W3$	14,29%
$W2 > W3 > W1$	28,57%
$W3 > W2 > W1$	14,29%
$W3 = W1 = W2$	0,00%
$W1 = W2$ y $W3$ es mayor	0,00%
$W3 > W1 > W2$	14,29%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto B del Pre-Test del grupo Control Profesorado de Física.

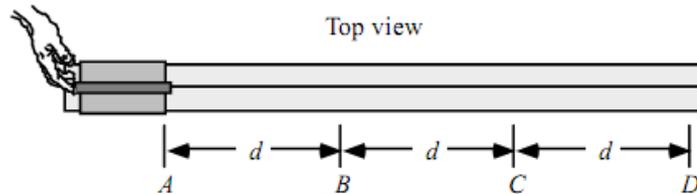


Comentario: La respuesta correcta, dice que el Trabajo $W1 = W2$ y $W3$ es mayor. Esto significa que el Trabajo Neto 1 es igual que el Trabajo neto 2 y que el Trabajo neto 3 es mayor que los anteriores.

(W_1 , W_2 y W_3 representan los Trabajos netos).

RESULTADO POST-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE FÍSICA.

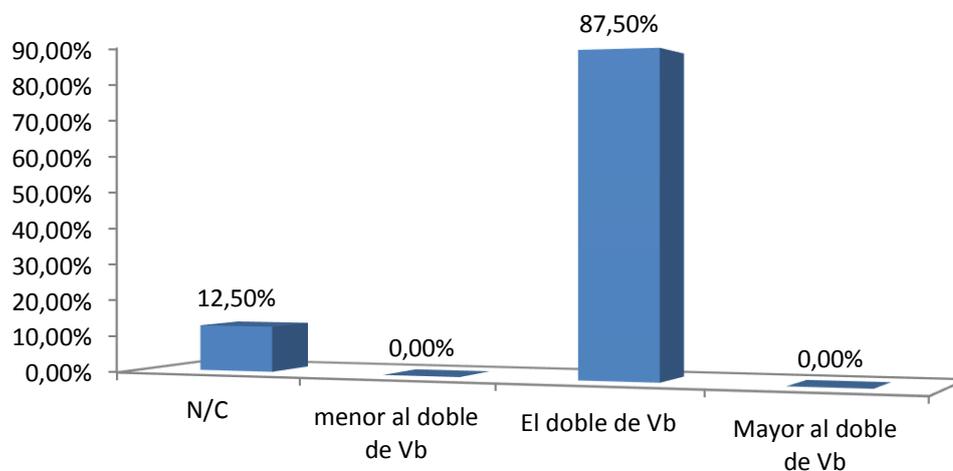
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

Opciones	Resultado
N/C	12,50%
menor al doble de v_B	0,00%
El doble de v_B	87,50%
Mayor al doble de v_B	0,00%

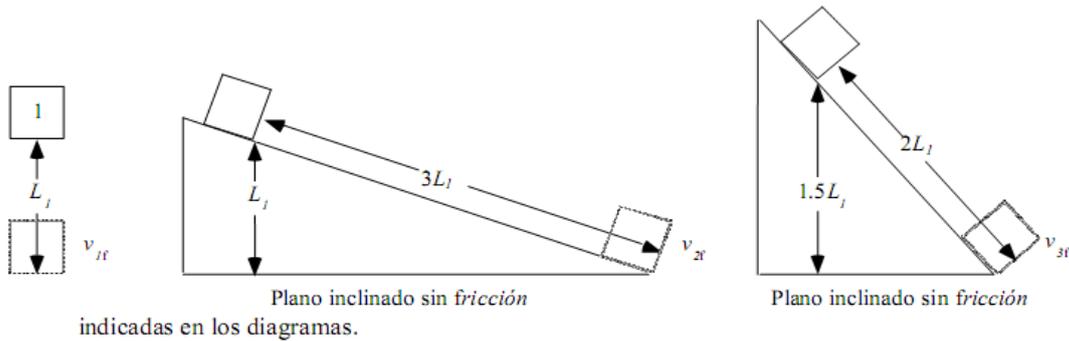
Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Post-Test del grupo control Profesorado de Física.



Comentario: La respuesta correcta dice: *Que la velocidad en el punto C es “menor al doble de v_B ”*.

¹ significa la magnitud de la velocidad en el punto b.

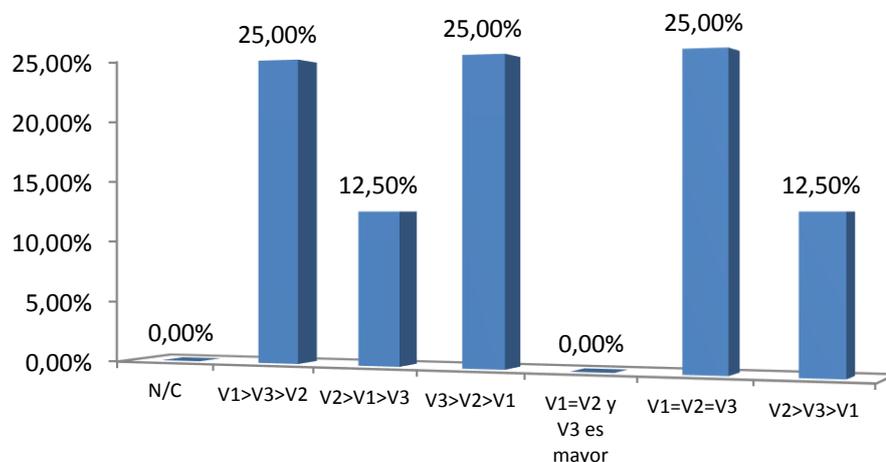
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

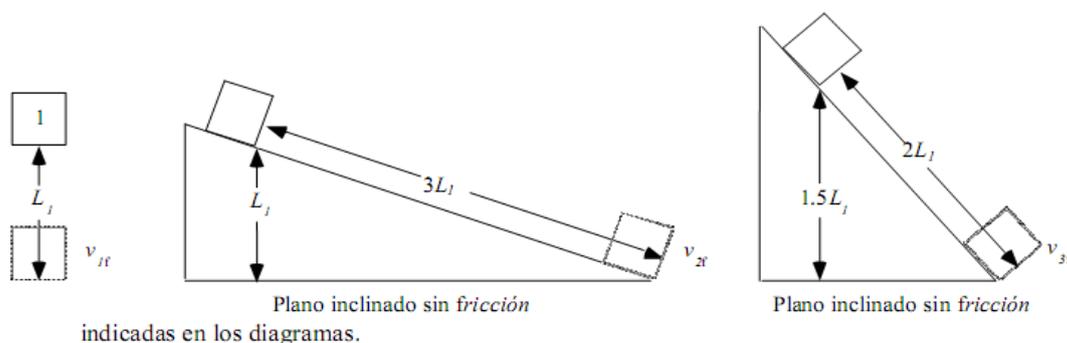
Opciones	Respuestas
N/C	0,00%
$V_1 > V_3 > V_2$	25,00%
$V_2 > V_1 > V_3$	12,50%
$V_3 > V_2 > V_1$	25,00%
$V_1 = V_2$ y V_3 es mayor	0,00%
$V_1 = V_2 = V_3$	25,00%
$V_2 > V_3 > V_1$	12,50%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto A del Post-Test del grupo control Profesorado de Física.



Comentario: La respuesta correcta dice: Que la velocidad $V1=V2$ y $V3$ es mayor. Esto significa que la velocidad 1 es igual que la velocidad 2 y que la velocidad 3 es mayor que las anteriores. ($V1$, $V2$ y $V3$ representan las magnitudes de las velocidades).

2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones

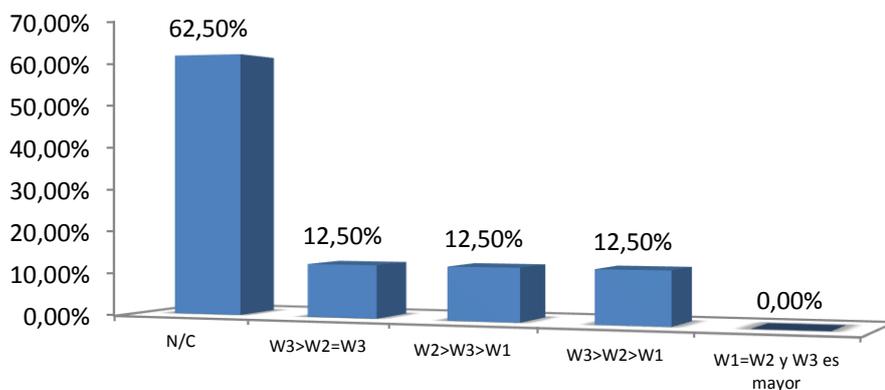


indicadas en los diagramas.

- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	Resultados
N/C	62,50%
$W3 > W2 = W3$	12,50%
$W2 > W3 > W1$	12,50%
$W3 > W2 > W1$	12,50%
$W1 = W2$ y $W3$ es mayor	0,00%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto B del Post-Test del grupo Control Profesorado de Física.



Comentario: La respuesta correcta, dice que el Trabajo $W1=W2$ y $W3$ es mayor. Esto significa que el Trabajo Neto 1 es igual que el Trabajo neto 2 y que el Trabajo neto 3 es mayor que los anteriores. ($W1$, $W2$ y $W3$ representan los Trabajos netos).

A continuación se presentan las gráficas y tablas de datos para cada una de las preguntas del grupo control de química, para su análisis y discusión.

Gráfica I

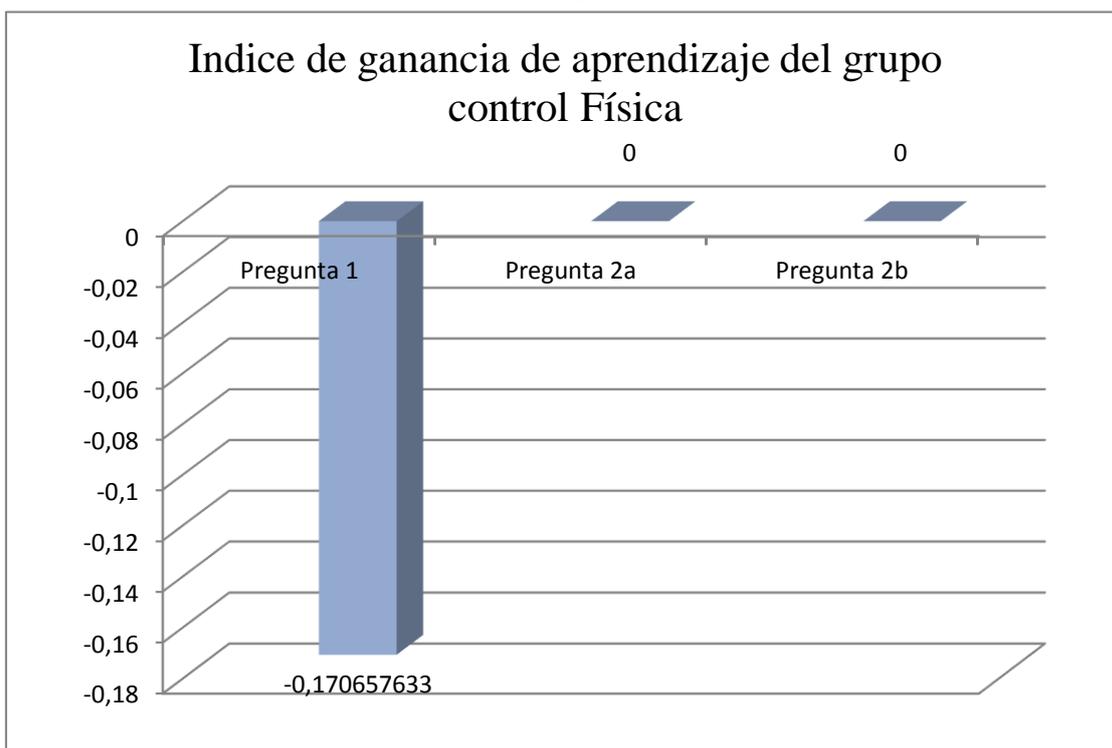


Tabla 1

<i>Índice de Hake de ganancia de aprendizaje de las preguntas sobre trabajo y energía cinética para el grupo control medido con la prueba de Pre-Test.</i>		
<i>Grupo (control)</i>	<i>Índice de Hake (g)</i>	<i>Nivel</i>
<i>Preguntas 1</i>	<i>-0,17</i>	<i>Bajo negativo</i>
<i>Preguntas 2a</i>	<i>0</i>	<i>Nulo</i>
<i>Preguntas 2b</i>	<i>0</i>	<i>Nulo</i>

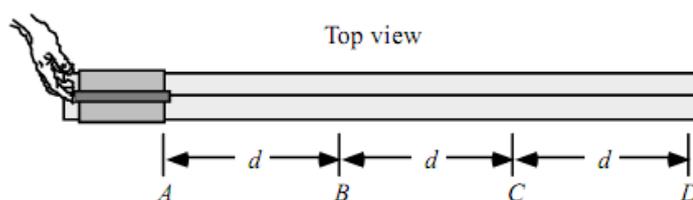
Gráfica 1 y Tabla 1**ÍNDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA GRUPO CONTROL.**

Se hace evidente que la aplicación de la propuesta de esta práctica docente generó una ganancia negativa en la 1^{ra} pregunta, mientras que en la 2^{da} pregunta opción a y b, no se obtuvo ganancias de aprendizaje en lo referente al Trabajo y Energía (Gráfica 1, Tabla 1), lo cual puede deberse a que no hubo una asimilación de los contenidos dados debido a que: los alumnos no representan adecuadamente el sistema físico de interés, la enseñanza tradicional y los instrumentos utilizados no son compatibles con el test

(las estrategias y recursos usados ponen el acento en lo conceptual-experimental y el test exige una formalización matemática importante) o no aplican correctamente las leyes físicas a tal sistema.

RESULTADOS PRE-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE QUÍMICA.

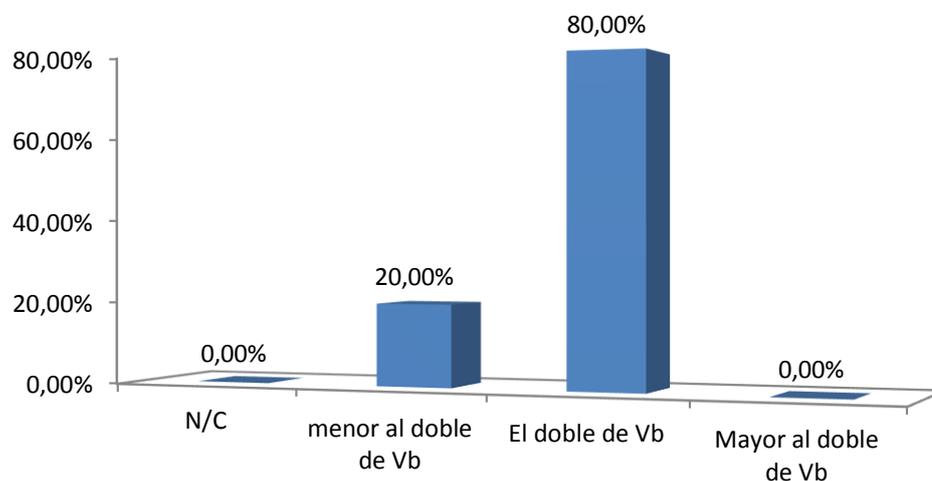
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

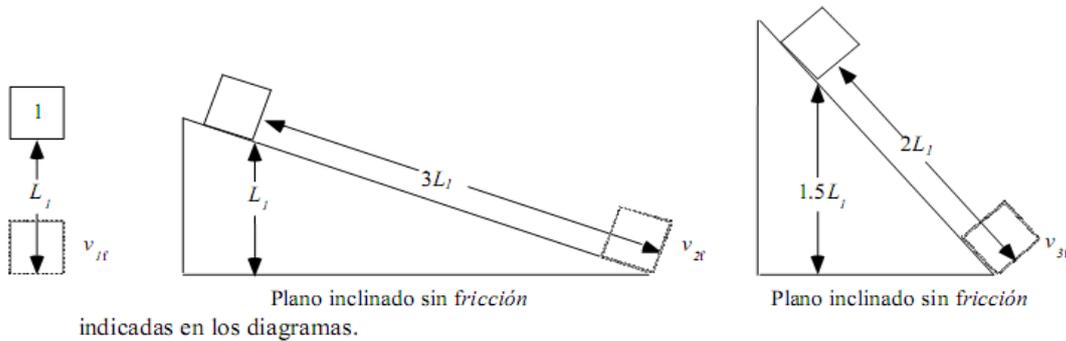
Opciones	Resultado
N/C	0,00%
menor al doble de v_B	20,00%
El doble de v_B	80,00%
Mayor al doble de v_B	0,00%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Pre-Test del grupo control Profesorado de Química.



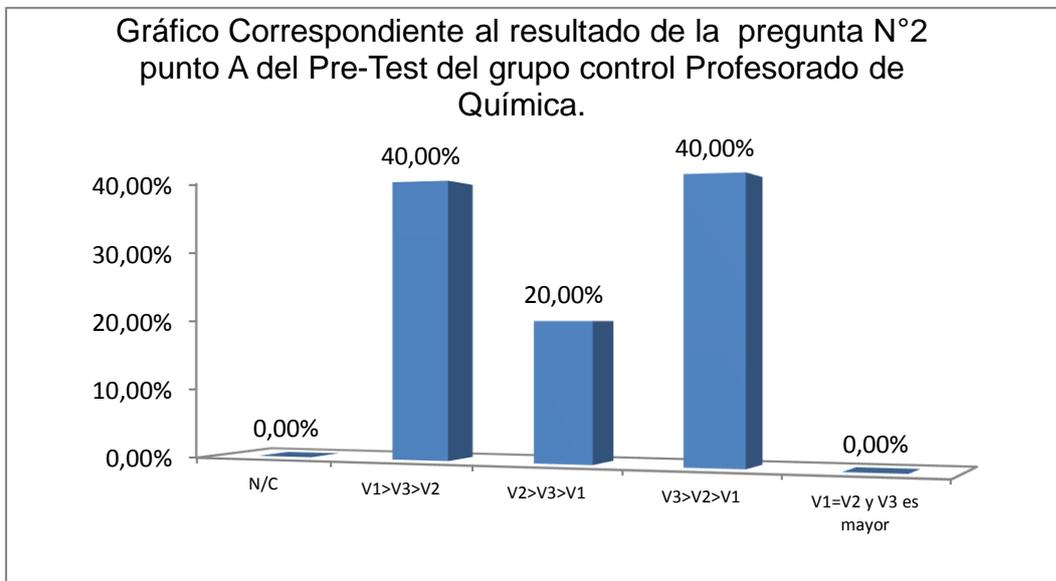
Comentario: La respuesta correcta dice: *Que la velocidad en el punto C es “menor al doble de v_B ”*.
¹ significa la magnitud de la velocidad en el punto b.

2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



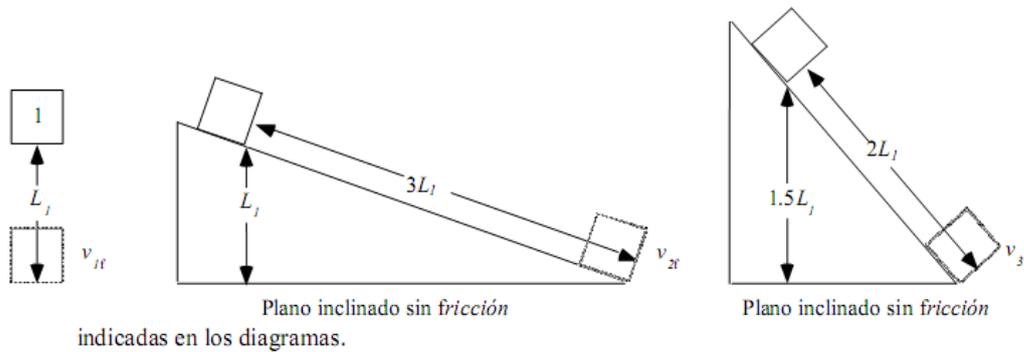
- a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

Opciones	Respuestas
N/C	0,00%
$V1 > V3 > V2$	40,00%
$V2 > V3 > V1$	20,00%
$V3 > V2 > V1$	40,00%
$V1 = V2$ y $V3$ es mayor	0,00%



Comentario: La respuesta correcta dice: Que la velocidad $V1 = V2$ y $V3$ es mayor. Esto significa que la velocidad 1 es igual que la velocidad 2 y que la velocidad 3 es mayor que las anteriores. ($V1$, $V2$ y $V3$ representan las magnitudes de las velocidades).

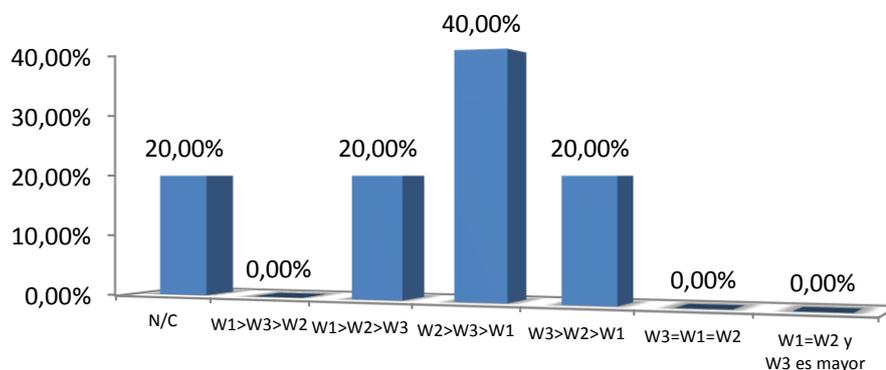
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	Resultados
N/C	20,00%
$W1 > W3 > W2$	0,00%
$W1 > W2 > W3$	20,00%
$W2 > W3 > W1$	40,00%
$W3 > W2 > W1$	20,00%
$W3 = W1 = W2$	0,00%
$W1 = W2$ y $W3$ es mayor	0,00%

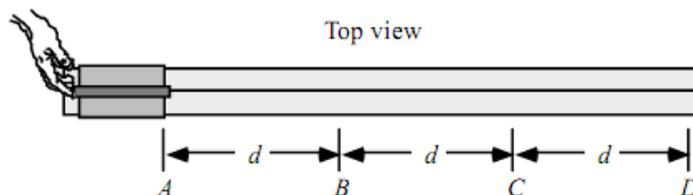
Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto B del Pre-Test del grupo Control Profesorado de Química.



Comentario: La respuesta correcta, dice que el Trabajo $W1 = W2$ y $W3$ es mayor. Esto significa que el Trabajo Neto 1 es igual que el Trabajo neto 2 y que el Trabajo neto 3 es mayor que los anteriores. ($W1$, $W2$ y $W3$ representan los Trabajos netos).

RESULTADOS POST-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE QUÍMICA.

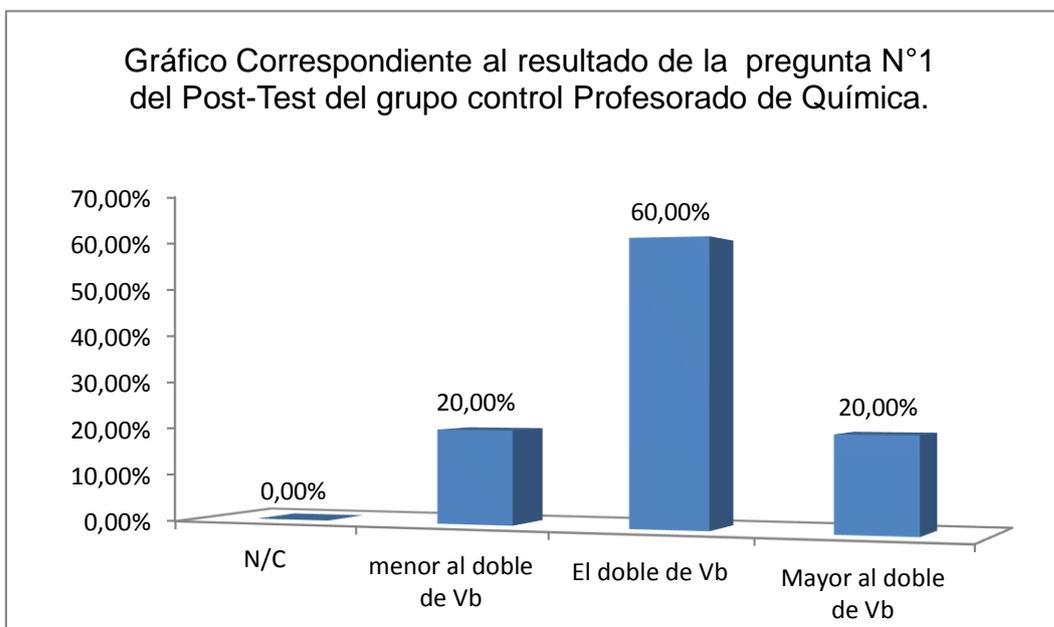
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

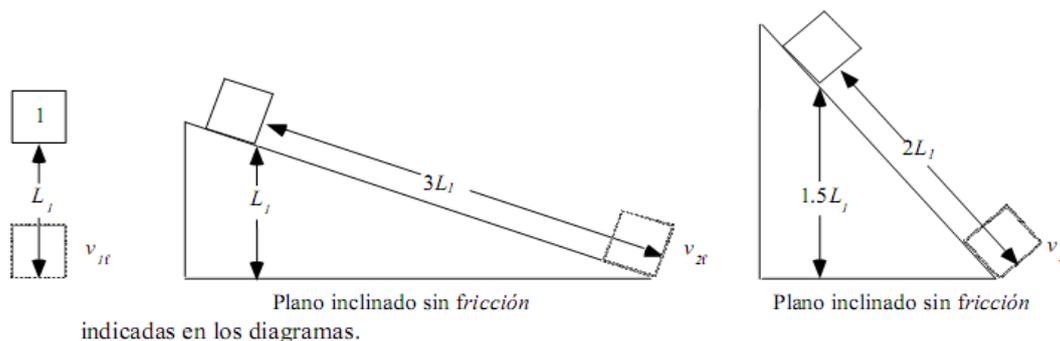
Opciones	Resultado
N/C	0,00%
menor al doble de v_B	20,00%
El doble de v_B	60,00%
Mayor al doble de v_B	20,00%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Post-Test del grupo control Profesorado de Química.



Comentario: La respuesta correcta dice: *Que la velocidad en el punto C es “menor al doble de v_B ”*.
¹ significa la magnitud de la velocidad en el punto b.

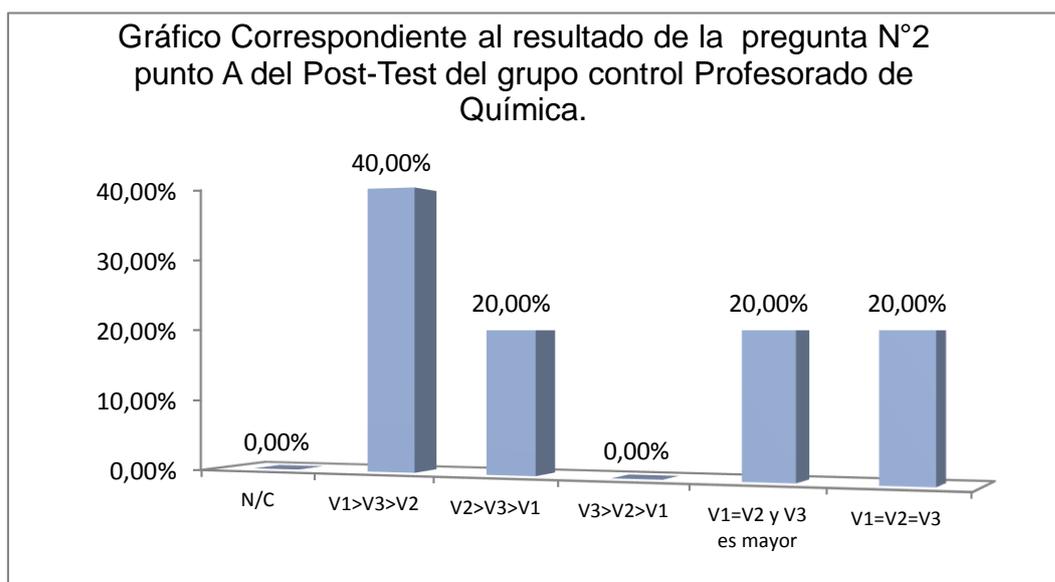
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



indicadas en los diagramas.

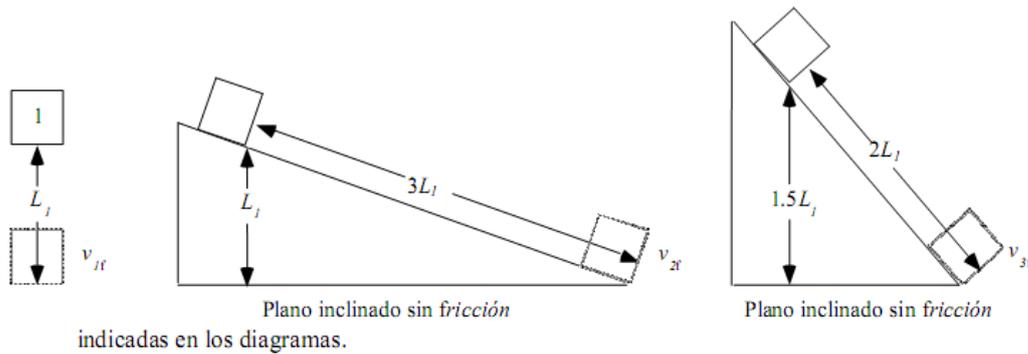
- a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

Opciones	Respuestas
N/C	0,00%
$V1 > V3 > V2$	40,00%
$V2 > V3 > V1$	20,00%
$V3 > V2 > V1$	0,00%
$V1 = V2$ y $V3$ es mayor	20,00%
$V1 = V2 = V3$	20,00%



Comentario: La respuesta correcta dice: Que la velocidad $V1 = V2$ y $V3$ es mayor. Esto significa que la velocidad 1 es igual que la velocidad 2 y que la velocidad 3 es mayor que las anteriores. ($V1$, $V2$ y $V3$ representan las magnitudes de las velocidades).

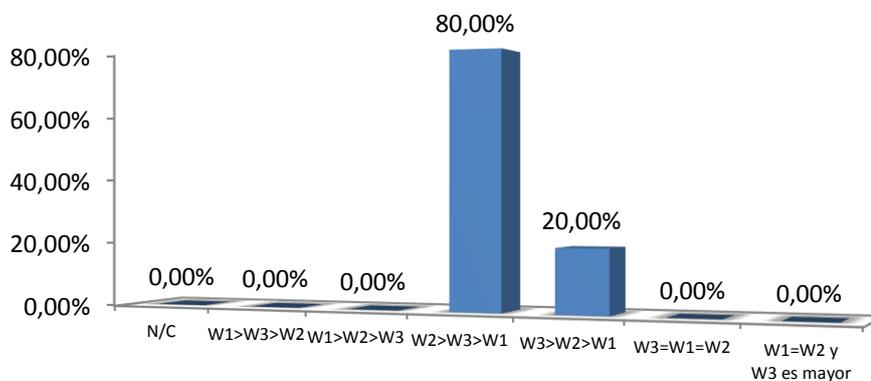
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	Resultados
N/C	0,00%
$W1 > W3 > W2$	0,00%
$W1 > W2 > W3$	0,00%
$W2 > W3 > W1$	80,00%
$W3 > W2 > W1$	20,00%
$W3 = W1 = W2$	0,00%
$W1 = W2$ y $W3$ es mayor	0,00%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto B del Post-Test del grupo Control Profesorado de Química.



Comentario: La respuesta correcta, dice que el Trabajo $W1=W2$ y $W3$ es mayor. Esto significa que el Trabajo Neto 1 es igual que el Trabajo neto 2 y que el Trabajo neto 3 es mayor que los anteriores. ($W1$, $W2$ y $W3$ representan los Trabajos netos).

A continuación se presentan las gráficas y tablas de datos para cada una de las preguntas del grupo control de química, para su análisis y discusión.

Gráfica II

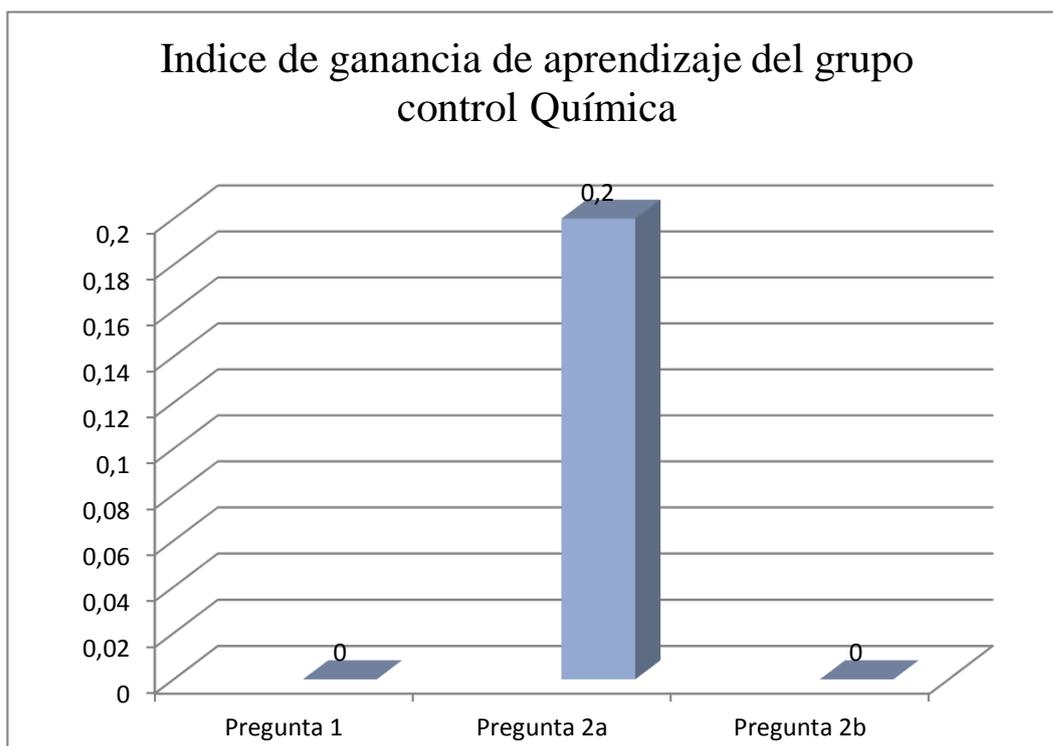


Tabla II

<i>Índice de Hake de ganancia de aprendizaje de las preguntas sobre trabajo y energía cinética para el grupo control medido con la prueba de Pre-Test.</i>		
<i>Grupo (control)</i>	<i>Índice de Hake (g)</i>	<i>Nivel</i>
<i>Preguntas 1</i>	<i>0</i>	<i>Nulo</i>
<i>Preguntas 2a</i>	<i>0,2</i>	<i>Bajo</i>
<i>Preguntas 2b</i>	<i>0</i>	<i>Nulo</i>

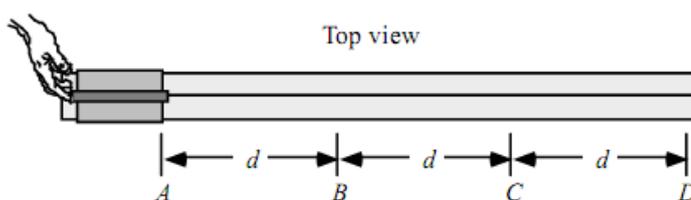
Gráfica II y Tabla II

ÍNDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA GRUPO CONROL.

Se hace evidente que la aplicación de la propuesta de esta práctica docente no generó ganancia en la 1^{ra} pregunta y 2^{da} pregunta opción b, mientras que en la 2^{da} pregunta opción a se obtuvo ganancia de aprendizaje baja en lo referente al Trabajo y la Energía (Gráfica 2, Tabla 2), lo cual no es relevante para este tipo de investigación. Los motivos de este resultado podrían ser exactamente los mismos que para el caso del otro grupo control.

RESULTADOS PRE-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE MATEMÁTICA.

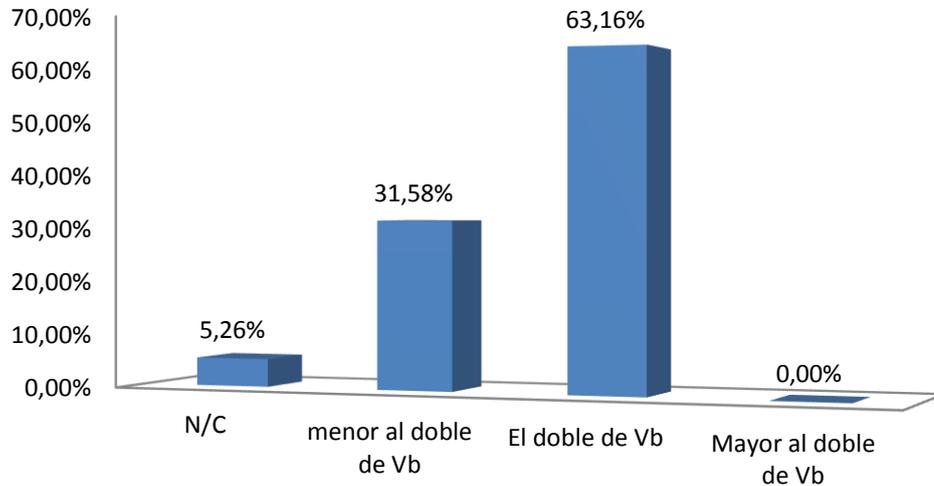
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

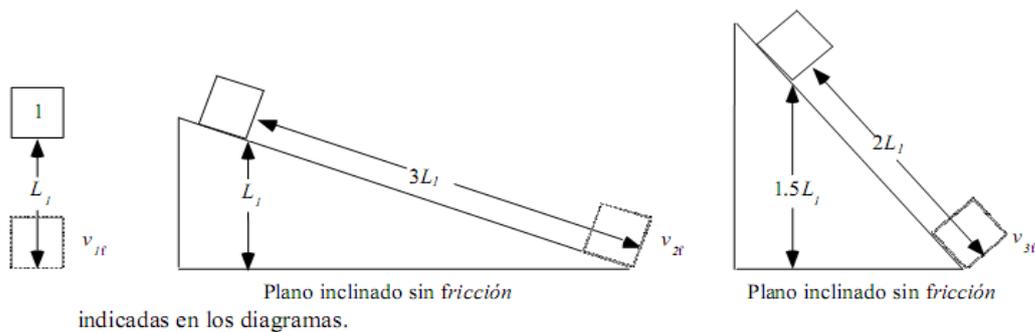
Opciones	Resultado
N/C	5,26%
menor al doble de v_B	31,58%
El doble de v_B	63,16%
Mayor al doble de v_B	0,00%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Pre-Test del grupo Experimental Profesorado de Matemática.



Comentario: La respuesta correcta dice: *Que la velocidad en el punto C es “menor al doble de V_b ”*.
¹ significa la magnitud de la velocidad en el punto b.

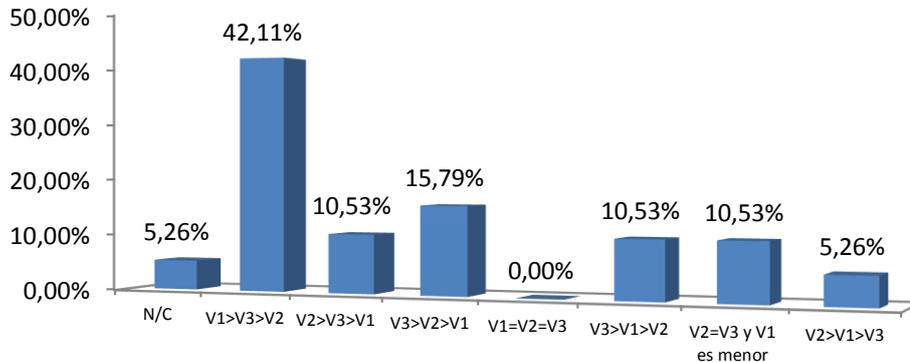
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

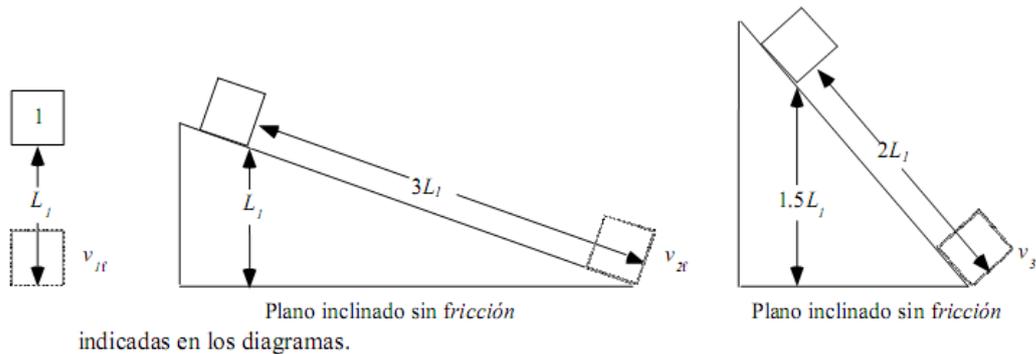
Opciones	Resultado
N/C	5,26%
$V_1 > V_3 > V_2$	42,11%
$V_2 > V_3 > V_1$	10,53%
$V_3 > V_2 > V_1$	15,79%
$V_1 = V_2 = V_3$	0,00%
$V_3 > V_1 > V_2$	10,53%
$V_2 = V_3$ y V_1 es menor	10,53%
$V_2 > V_1 > V_3$	5,26%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°2 punto A del Pre-Test del grupo Experimental Profesorado de Matemática.



Comentario: La respuesta correcta dice: Que la velocidad $V1=V2$ y $V3$ es mayor. Esto significa que la velocidad 1 es igual que la velocidad 2 y que la velocidad 3 es mayor que las anteriores. ($V1$, $V2$ y $V3$ representan las magnitudes de las velocidades).

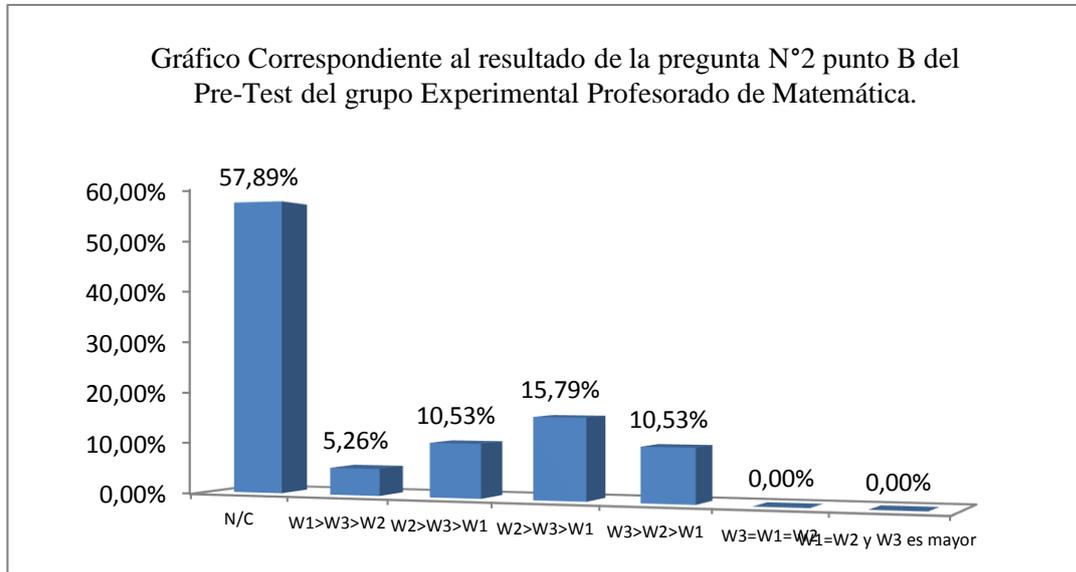
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones indicadas en los diagramas.



- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	Resultado
N/C	57,89%
$W1 > W3 > W2$	5,26%
$W2 > W3 > W1$	10,53%
$W2 > W3 > W1$	15,79%
$W3 > W2 > W1$	10,53%

$W3=W1=W2$	0,00%
$W1=W2$ y $W3$ es mayor	0,00%



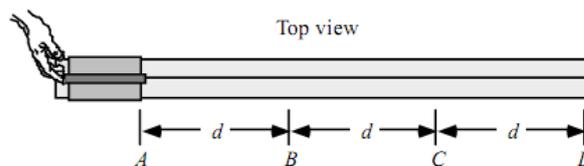
Comentario: La respuesta correcta, dice que el Trabajo $W1=W2$ y $W3$ es mayor. Esto significa que el Trabajo Neto 1 es igual que el Trabajo neto 2 y que el Trabajo neto 3 es mayor que los anteriores. ($W1$, $W2$ y $W3$ representan los Trabajos netos).

RESULTADOS POST-TEST REALIZADO AL GRUPO CONTROL QUE CORRESPONDE A LOS ALUMNOS DE MATEMÁTICA.

TRABAJO Y CAMBIOS EN LA ENERGÍA CINÉTICA

Nombre _____

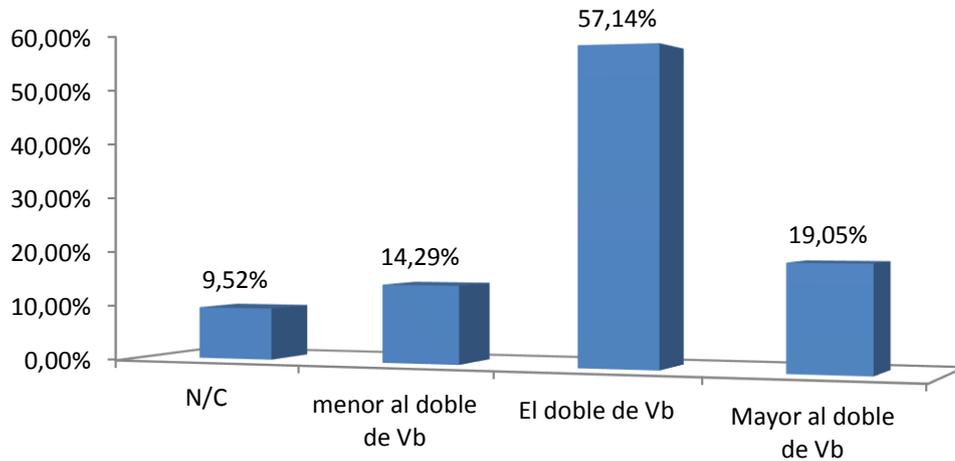
1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



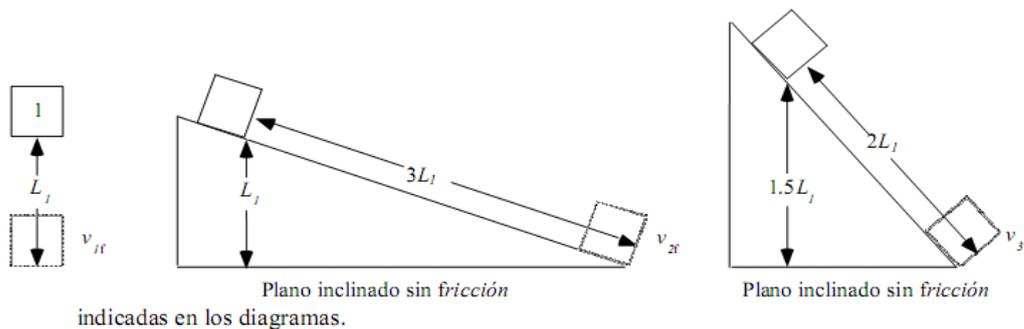
¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble de v_B ? Explique su razonamiento.

Opciones	Resultado
N/C	9,52%
menor al doble de v_B	14,29%
El doble de v_B	57,14%
Mayor al doble de v_B	19,05%

Gráfico Correspondiente al resultado de la pregunta N°1 del Post-Test del grupo control Profesorado de Matemática.



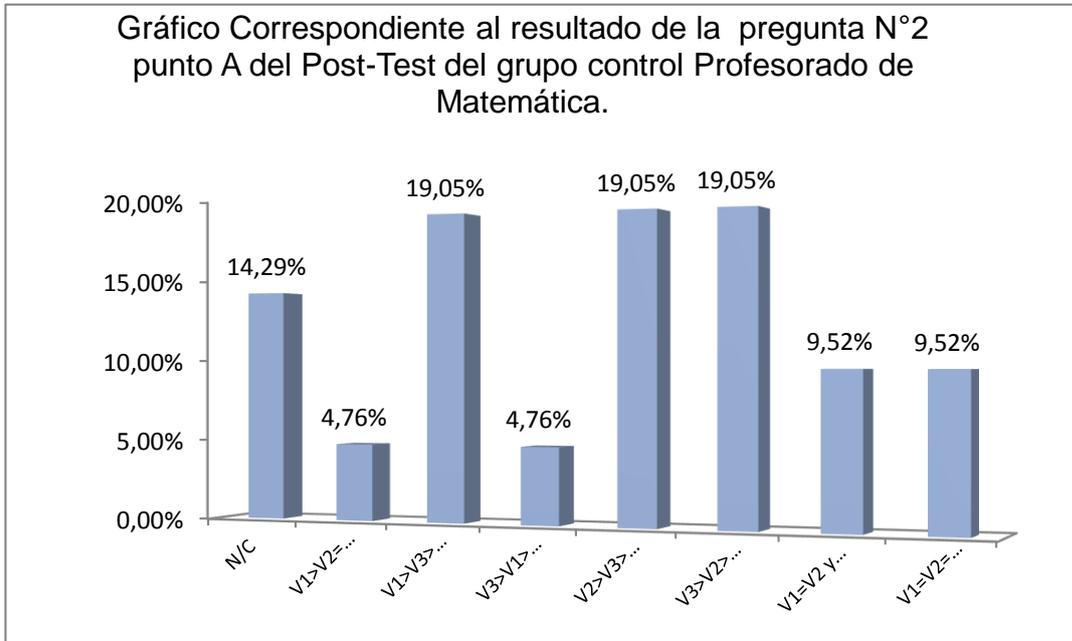
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones indicadas en los diagramas.



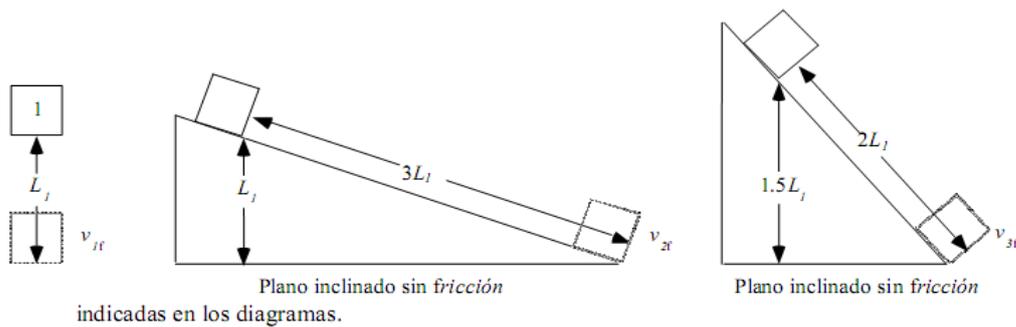
- a. Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.

Opciones	Resultado
N/C	14,29%
$V_1 > V_2 = V_3$	4,76%
$V_1 > V_3 > V_2$	19,05%
$V_3 > V_1 > V_2$	4,76%
$V_2 > V_3 > V_1$	19,05%

$V3 > V2 > V1$	19,05%
$V1 = V2$ y $V3$ es mayor	9,52%
$V1 = V2 = V3$	9,52%



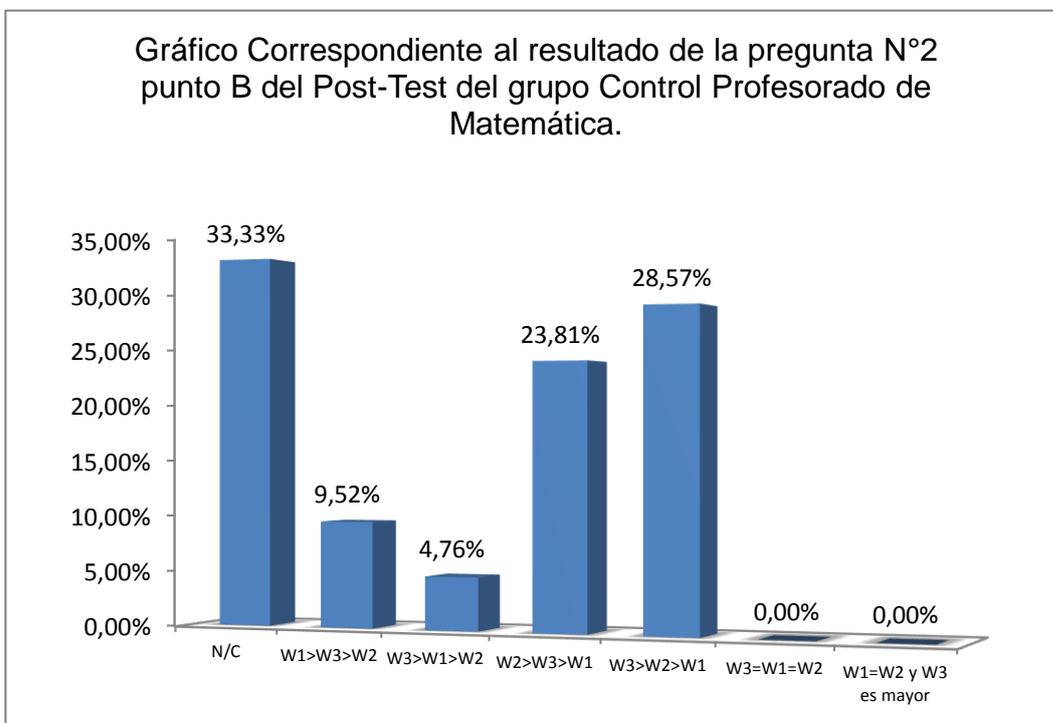
2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



- b. Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique..

Opciones	resultado
N/C	33,33%
$W1 > W3 > W2$	9,52%
$W3 > W1 > W2$	4,76%
$W2 > W3 > W1$	23,81%

$W3 > W2 > W1$	28,57%
$W3 = W1 = W2$	0,00%
$W1 = W2$ y $W3$ es mayor	0,00%



A continuación se presentan las gráficas y tablas de datos para cada una de las preguntas del grupo experimental, para su análisis y discusión.

Gráfica III

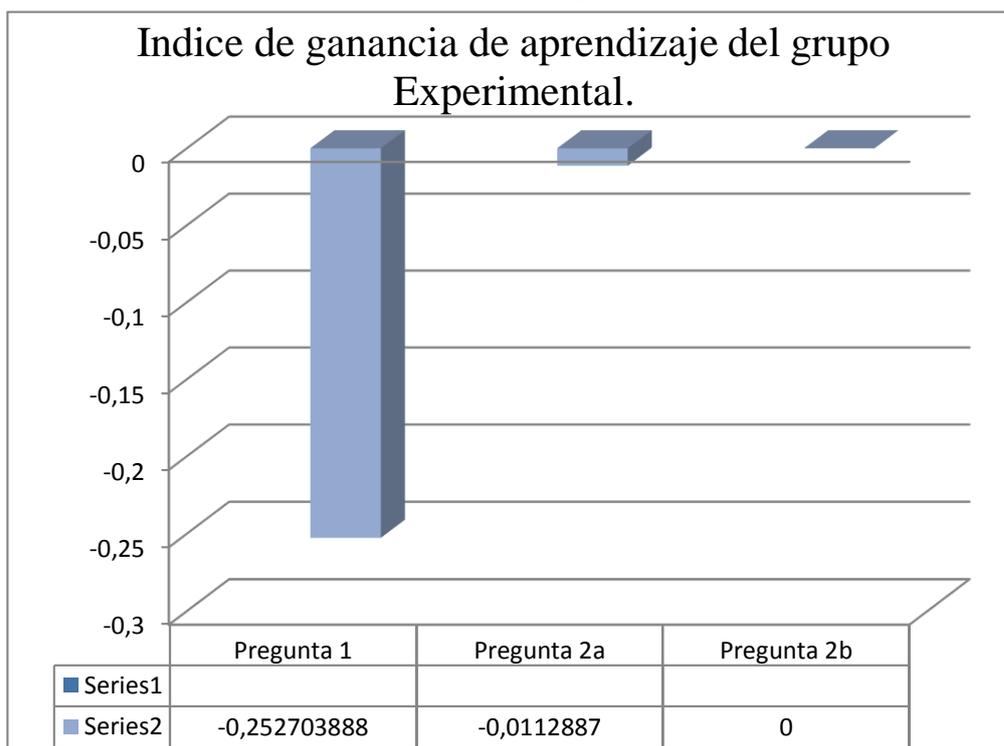


Tabla III

Índice de Hake de ganancia de aprendizaje de las preguntas sobre trabajo y energía cinética para el grupo experimental medido con la prueba de pre-test.

Grupo (control)	Índice de Hake (g)	Nivel
Preguntas 1	-0,252	Bajo (negativo)
Preguntas 2a	-0,011	Bajo (negativo)
Preguntas 2b	0	Nulo

Gráfica III y Tabla III

ÍNDICE DE HAKE DE GANANCIA DE APRENDIZAJE PARA GRUPO EXPERIMENTAL.

Se hace evidente que con la aplicación de la propuesta de esta práctica docente se generó una ganancia negativa en la 1^{ra} pregunta y 2^{da} pregunta opción a, mientras que en la 2^{da} pregunta opción b no se obtuvo ganancia de aprendizaje sus en lo referente al Trabajo y la Energía cinética (Gráfica 3, Tabla 3), lo cual puede deberse a que no hubo una asimilación de los contenidos dados debido a que: los alumnos no representan adecuadamente el sistema físico de interés, la guía de estudio no es compatible con el

test (la guía utilizada pone el acento en lo conceptual y el test exige una formalización matemática importante) o no aplican correctamente las leyes físicas a tal sistema.

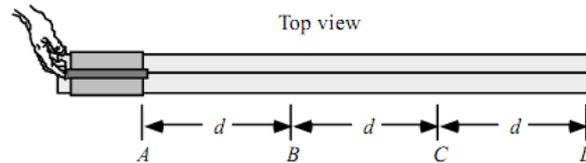
ANEXOS

MODELO DE PRE-TEST Y POST TEST APLICADO

TRABAJO Y CAMBIOS EN LA ENERGÍA CINÉTICA

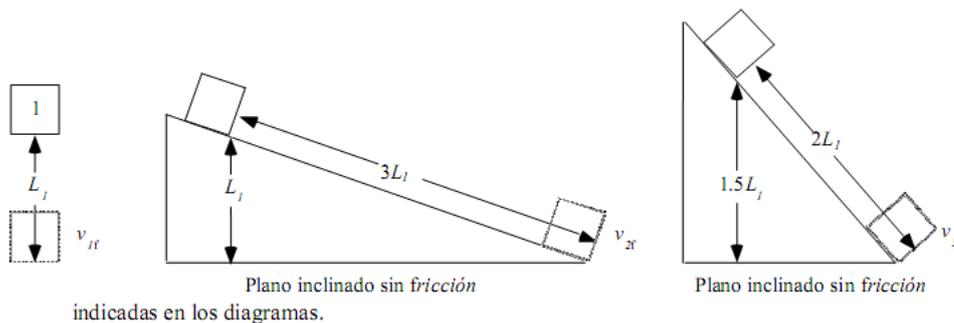
Nombre _____

1. Un deslizador A es empujado a lo largo de una superficie sin fricción por una mano que le ejerce una fuerza *horizontal y constante*. Como muestra la figura, la trayectoria sobre la pista tiene marcas igualmente espaciadas. El deslizador parte de reposo del punto A. Cuando pasa por el punto B la magnitud de su velocidad es v_B .



¿La magnitud de la velocidad del deslizador cuando está en el punto C es *exactamente el doble, menor al doble o mayor que al doble* de v_B ? Explique su razonamiento.

2. Tres bloques idénticos son liberados desde reposo en las posiciones marcadas en el diagrama de abajo. El bloque 1 cae libremente, mientras que los bloques 2 y 3 se deslizan hacia abajo sobre superficies inclinadas *sin fricción*. Los bloques alcanzan sus velocidades finales en las posiciones



indicadas en los diagramas.

- Ordene de mayor a menor las magnitud de las velocidades finales de los bloques. Si algunas de ellas fueran iguales, dígalo explícitamente. Explique.
- Ordene de mayor a menor los valores absolutos del trabajo neto realizado sobre cada bloque. Si algunos fueran iguales, dígalos explícitamente. Explique..

RESPUESTAS AL TEST UTILIZADO EN LA INVESTIGACIÓN

1) SOLUCIÓN:**i) Cálculo de la v_B**

$$v_B^2 = v_A^2 + 2ad$$

$$v_B^2 = 0 + 2ad$$

$$v_B = \sqrt{2ad}$$

$$v_B = \sqrt{2}\sqrt{ad}$$

ii) Cálculo de la v_C

$$v_C^2 = v_B^2 + 2ad$$

$$v_C^2 = (\sqrt{2ad})^2 + 2ad$$

$$v_C^2 = 4ad$$

$$v_C = \sqrt{4ad}$$

$$v_C = 2\sqrt{ad}$$

iii) Conclusión:

$$v_C > v_B \text{ pero } v_C < 2v_B$$

La magnitud de la velocidad en C es menor que el doble de la magnitud de la velocidad en B.

2) SOLUCIÓN:**a) Cálculo de las magnitudes de las velocidades finales****Caso 1:**

$$v_{1f}^2 = v_{1i}^2 + 2gy$$

$$v_{1f}^2 = 2gl_1$$

$$v_{1f} = \sqrt{2gl_1}$$

Caso 2:

$$mgl_1 = \frac{1}{2}mv_{2f}^2 - \frac{1}{2}mv_{2i}^2$$

$$mgl_1 = \frac{1}{2}mv_{2f}^2$$

$$gl_1 = \frac{1}{2}v_{2f}^2$$

$$v_{2f}^2 = 2gl_1$$

$$v_{2f} = \sqrt{2gl_1}$$

Caso 3:

$$mg \frac{3}{2}l_1 = \frac{1}{2}mv_{3f}^2 - \frac{1}{2}mv_{3i}^2$$

$$mg \frac{3}{2}l_1 = \frac{1}{2}mv_{3f}^2$$

$$g \frac{3}{2}l_1 = \frac{1}{2}v_{3f}^2$$

$$v_{3f}^2 = 3gl_1$$

$$v_{3f} = \sqrt{3gl_1}$$

Conclusión:

$$v_{3f} > v_{2f} = v_{1f}$$

b) Cálculo del trabajo neto realizado

Caso 1:

$$W_{1neto} = \frac{1}{2}mv_{1f}^2$$

$$W_{1neto} = \frac{1}{2}m2gl_1$$

$$W_{1neto} = mgl_1$$

Caso 2:

$$W_{2neto} = \frac{1}{2} m v_{2f}^2$$

$$W_{2neto} = \frac{1}{2} m 2 g l_1$$

$$W_{2neto} = m g l_1$$

Caso 3:

$$W_{3neto} = \frac{1}{2} m v_{3f}^2$$

$$W_{3neto} = \frac{1}{2} m 3 g l_1$$

$$W_{3neto} = \frac{3}{2} m g l_1$$

Conclusión:

$$W_{3neto} > W_{2neto} = W_{1neto}$$

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ *En esta práctica docente se mostró que la enseñanza de Trabajo y Energía desde un enfoque constructivista mediante el uso adecuado y sistemático del aprendizaje activo (uso de simulaciones), no proporcionó una ganancia de aprendizaje superior a la obtenida con la enseñanza tradicional, en los estudiantes de los profesorados del ISFDyT N°. 9-006 "PROF. FRANCISCO HUMBERTO TOLOSA". Además, se observa que con ambas metodologías las ganancias obtenidas fueron negativas o nulas. Los factores que están involucrados en estos resultados son múltiples como se expresó en las conclusiones parciales, pero fundamentalmente en el caso del grupo experimental, podría deberse a la falta de compatibilidad entre la guía utilizada para las clases y el test.*
- ✓ *El hecho de que los estudiantes hayan seguido una secuencia en el desarrollo de las guías, no fue determinante en el avance y la ganancia en cada uno de los temas evaluados (clases de Trabajo y Energía).*
- ✓ *El cambio conceptual evidenciado con el desarrollo de la propuesta, no valida lo planteado por Ausubel y Novak en la medida de que los preconceptos sobre los temas evaluados, clases de Trabajo y energía fueran enriquecidas y variadas en su estructura. Los estudiantes no lograron hacer una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de los conceptos básicos de los temas, lo que no puede considerarse como un cambio conceptual de una visión aristotélica de los temas a una Newtoniana. Por lo tanto no es válida la propuesta del uso de simulaciones en Física como una herramienta para el aprendizaje significativo en los temas de Trabajo y energía o habría que modificar los instrumentos (guías y test).*
- ✓ *Los rangos utilizados para la valoración del índice de ganancia a partir del factor de Hake, a pesar de ser estandarizados y muchas veces evaluados según la revisión bibliográfica realizada, no están acordes al nivel de exigencia que se puede realizar para la actual educación, y en particular en un Instituto de Formación Docente, ya que los estudiantes de los grupos muestra, presentan*

contaminación de procesos evaluativos del nivel secundario, que no implicaban una verdadera exigencia académica, reflejado ello en la falta de interés por un aprendizaje verdaderamente significativo, y sin mayor exigencia de saberes.

- ✓ *Cualitativamente, la propuesta puede ser evaluada como positiva, ya que los alumnos muestran un nuevo interés por el aprendizaje, ya no mecánico y conductista, sino participativo, abierto al cambio permanente, actual y verdaderamente significativo en sus procesos, materiales, metodologías y resultados.*
- ✓ *Es importante destacar que a pesar de los valores de g obtenidos, las clases mostraron que los alumnos alcanzaron aprendizajes de contenidos conceptuales de manera favorable, que se evidenciaron en la resolución de las guías. Sin embargo, estos aprendizajes no fueron suficientes para la formalización matemática que exigía el test.*
- ✓ *Finalmente, este trabajo sirve como insumo altamente relevante para continuar investigando nuevas alternativas para la enseñanza de la Física en los profesorados. El desafío futuro es encontrar instrumentos pedagógico-didácticos y modos de evaluar los aprendizajes que sean compatibles entre sí y que permitan obtener la mayor ganancia de aprendizaje posible.*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ¹Ref. Bibliográfica: H. MAISEL Y G. GNUGNOLI,
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/simulacion.htm>
- ²Ref. Bibliográfica: En Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*. Burgos, España. pp. 19-44. Traducción de M^a Luz Rodríguez Palmero.
- ³Ref. Bibliográfica: Versión en español de la obra inglesa titulada *Fundamental University Physics, Volumen I, Mechanics*, por Marcelo Alonso y Edward J. Finn, edición de 1967, publicada por Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Mas., EE.UU.
- ⁴Los diagramas de fuerzas como elemento fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las leyes de Newton bajo un enfoque constructivista por Edwin Alberto Muñoz Guzmán, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Octubre de 2011.
- PETROSINO, Jorge. (2013). *Integración de la Tecnología Educativa en el Aula. Enseñando Física con las TIC. (1ra. ed.)*. Buenos Aires: Cengage Learning Argentina.
- SOKOLOFF, David R. y otros. (2009). *Aprendizaje Activo de la Física II, Mecánica. Manual de Entrenamiento. (1ra. ed.)*. Compilado por Julio Benegas. San Luis: Universidad Nacional de San Luis.
- http://scholar.google.com.ar/scholar?q=+DEFINICION+DE+APRENDIZAJE+CONCEPTUAL+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1
- H. MAISEL Y G. GNUGNOLI,
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/simulacion.htm>

- *En Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44. Traducción de M^a Luz Rodríguez Palmero.*
http://scholar.google.com.ar/scholar?q=+DEFINICION+DE+APRENDIZAJE+CONCEPTUAL+&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1
- *Versión en español de la obra inglesa titulada Fundamental University Physics, Volumen I, Mechanics, por Marcelo Alonso y Edward J. Finn, edición de 1967, publicada por Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Mas., EE.UU.*

Firma del Director