

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 6 No 1 Julio 2011 Pp 34-48

EL PARQUE DE DIVERSIONES COMO LABORATORIO DE FÍSICA MECÁNICA AMUSEMENT PARK AS MECHANICS PHYSICS LABORATORY

Xiomara del Pilar Murillo Castañeda¹
Xpmurillo375@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos al aprovechar las instalaciones de un parque de diversiones para propiciar el aprendizaje de conceptos físicos tales como; movimiento circular, trabajo y energía, entre otros. Se asumió el parque como un laboratorio experimental, para lo cual se diseñó y aplicó un material guía; usado como objeto de aprendizaje. Tales guías tuvieron el propósito de relacionar teoría y experiencia a través del análisis de las atracciones en estudio. La experiencia se desarrolló con un grupo de estudiantes en la clase de “física mecánica” de una Universidad pública, en la ciudad de Bogotá-Colombia. Se desarrollaron sesiones tanto en el aula de clase como en el parque de diversiones y se evaluó el proceso en tres momentos (antes, durante y después de la visita al parque). Los análisis de resultados y conclusiones muestran el nivel de desarrollo en las competencias, conceptos, dimensiones del conocimiento y fortalezas del proceso, evidenciando un avance en la significación y construcción de los conceptos tratados.

Palabras Claves: Parque de diversiones, Practica de laboratorio, módulos de enseñanza, construcción, significación y aprendizaje

ABSTRACT

This paper shows results using an amusement park premises, in order to improve appropriation of such physics concepts such as; circular motion, work and energy, among others. I assumed the park as an experimental lab. That's the reason why I performed and applied a guidance material, taking it as a learning object. These guides have the objective to relate theory and experience by the analysis about some mechanical attractions. The experiment was carried out with students in the subject “mechanical physic” in a public university, from Bogota, Colombia. I developed both, sessions in the classroom and in the amusement park, also was assessed on three times (before, during and after to the park visit). Analysis of results and conclusions, allow us to see the level of skills development, dimensions of knowledge and strengths of the process, showing an improvement about significance and construction on concepts discussed.

Keywords: Amusement park, Physics laboratory, Teaching modules, Meaningful learning.

Introducción

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Ingresar a un parque de diversiones obviamente se hace pensando en un lugar de esparcimiento, sin embargo existe la posibilidad de ser usado también como espacio de aprendizaje de la física, siendo este el objetivo del presente trabajo. Se muestra como el diseño y funcionamiento de sus atracciones se basan en principios físicos, cuyo uso permite crear objetos de aprendizaje para algunos conceptos de la mecánica clásica.

De esta manera, se pretende proponer una serie de guías que permitan hacer de la visita a un parque de diversiones, un medio para relacionar la teoría con la experiencia, y así conseguir que los estudiantes constituyan aprendizajes. Es por ello que el presente trabajo está dirigido a docentes y estudiantes de nivel medio, de modo que les ofrezca algunas pautas y orientaciones para realizar una visita que les permita tener ganancias en términos de significación del aprendizaje de algunos conceptos de la Física mecánica. Las atracciones trabajadas fueron:

- Montaña Rusa, la cual envuelve temáticas como; Leyes de Newton, movimiento circular y gravitación, transmisión del movimiento rotacional, trabajo y energía.
- Centrox, el cual brinda la posibilidad de abordar temas como; rotación, conservación del momento angular y principio de Pascal.

Metodología

La primera fase de la investigación se realizó en dos frentes. Uno relacionado con un estudio tanto documental como de campo, buscando conocer exactamente el funcionamiento de cada una de las atracciones, desde el punto de vista mecánico. Para lo cual se consultó bibliografía sobre física para la ciencia y la tecnología, documentación del parque, al igual que se realizaron entrevistas con los ingenieros mecánicos del parque de diversiones Salitre Mágico de la ciudad de Bogotá.

De otra parte se hizo un análisis sobre la teoría del aprendizaje significativo y los contenidos de la física que suelen ser abordados en la enseñanza de la física mecánica, para lo cual se abordaron autores como; Marco Antonio Moreira, David Paul Ausbel, Paulo Freire, Celestin Freinet, Olga Castiblanco y Diego Vizcaino, entre otros.

En la segunda fase se procedió a la elaboración del material guía para la visita al parque de diversiones, específicamente en dos atracciones; Montaña Rusa y Centrox. El tratamiento de cada atracción fue desarrollado en tres etapas (antes, durante y después de la visita). La primera consistió en una fase introductoria y de sensibilización en la que se trabaja el objetivo de la práctica, la motivación hacia el aprendizaje y se indaga por los preconceptos del tema. Es importante aclarar que en esta fase contemplamos el estudio o repaso de algunos algoritmos matemáticos que consideramos necesarios para el desarrollo de habilidades en el cálculo, a fin de optimizar la experiencia y su posterior análisis, tanto como para enriquecer la descripción de los fenómenos físicos en sus respectivas variables de medición.

En la segunda etapa se presenta una guía estructurada a partir de preguntas que les permiten a los estudiantes consignar las observaciones realizadas durante la visita al parque. En este espacio se desarrolla la toma de medidas y tratamiento de problemas que tienen que ver con las temáticas que explican el funcionamiento de cada atracción. Se pretende que el estudiante corrobore sus ideas previas a partir de la experiencia, tome medidas, desarrolle preguntas de tipo analítico consignadas en una guía y tome todo el conjunto de lo anterior como una práctica de laboratorio. Se espera que al combinar la información que recibe a partir de la experiencia, con el conocimiento previo que tiene el estudiante, gane recursos para reestructurar sus conceptos y apropiarse de ellos de manera significativa, y así alcanzar un mayor aprendizaje. En la tercera etapa de los módulos se proporcionó una guía al estudiante para que presentara un informe

escrito y sustentado de los problemas, las medidas, las relaciones entre las diferentes variables que ha tomado en el momento anterior. Los módulos de trabajo pueden verse en el apéndice de este documento.

Para este proceso fue seleccionado un grupo de estudiantes del curso de Mecánica Clásica de la Licenciatura en física de una universidad pública en Bogotá, dicha selección tuvo en cuenta que contaran con los prerrequisitos conceptuales de las temáticas relacionadas en cada atracción. Los datos obtenidos durante el proceso de investigación, se acumularon en formato escrito, de audio y de video. Para su posterior análisis tanto cualitativo como cuantitativo.

Resultados.

El parque de diversiones es un espacio que además de la recreación ofrece una opción de tratamiento conceptual en la enseñanza de la física mecánica, ya que son principios mecánicos los que sustentan su funcionamiento. Este espacio efectivamente permite crear situaciones que facilitan el aprendizaje partiendo de la explicación de las sensaciones que las personas experimentan dentro de cada atracción. Por ejemplo, se puede hablar con claridad de la fuerza que se siente en el Centrox, o la sensación de que la montaña rusa se puede descarrilar. Creando la necesidad en los estudiantes de entender el porqué de esas sensaciones, y las razones por las cuales se puede confiar en la mecánica que los soporta. También se observó que las explicaciones de los estudiantes no sólo fueron sobre lo que podían observar con los ojos abiertos, sino de también de lo que podían sentir y lo que podían inferir.

Variables en el desarrollo experimental. De acuerdo al diseño y preparación de las actividades implementadas para la recolección de datos se establecen las siguientes variables de estudio.

- ***Resultados de los niveles de competencia***

Se analizó el proceso de desarrollo inicial y final de habilidades competitivas, tales como; interpretativa, propositiva y argumentativa, para los módulos propuestos en la Montaña Rusa y Centrox. De los datos recolectados en la prueba diagnóstico inicial se observa el promedio del nivel de competencia de los estudiantes que se encuentra en 70%, Lo que indica que inicialmente se posicionan en un nivel aceptable. La competencia con mayor dominio inicial de los estudiantes es la interpretativa con 75%, le sigue la propositiva con 71.6% y la de menor dominio es la argumentativa con 66%.

Posterior al desarrollo del material didáctico aplicado en el parque, los estudiantes realizaron un informe de laboratorio, desde el trabajo en el aula de clase hasta la salida de campo. Los resultados que se tiene a nivel de competencias se pueden apreciar en las tablas N° 1, N° 2 y N°3. De donde se deduce que la competencia con mayor dominio al finalizar la salida de campo es la propositiva, le sigue la interpretativa y la de menor dominio continúa siendo la argumentativa. El promedio es del 90% en el nivel de competencias que se desarrolla en el ejercicio de la montaña rusa aumentando el promedio en un 20% en relación a la prueba diagnóstico inicial. Los datos dicen entonces, que la competencia con mayor dominio al finalizar la salida de campo es la propositiva, le sigue la interpretativa y la de menor dominio continúa siendo la argumentativa, ubicando a los estudiantes en un estatus sobresaliente en relación al promedio.

Para el ejercicio del Centrox el promedio es de 90% en el nivel de competencias, aumentando en un 20% en relación a la prueba diagnóstico inicial. Lo que indica que al finalizar los estudiantes obtuvieron una mejoría en el desempeño.

- ***Resultados de Preguntas de forma individual***

Se analizó el proceso de desarrollo inicial y final de la apropiación de conceptos físicos indicando el número de respuestas acertadas en la prueba diagnóstica inicial y final, con relación a la montaña rusa. Esto con la finalidad de comparar dichos resultados. Se observó un incremento en cada estudiante en las pruebas de salida comparadas con las pruebas de entrada, La media de la prueba diagnóstica es $\bar{x} = 3.65$ y la desviación estándar está dada por $\sigma = 1.2020$ de lo que se puede deducir que la calificación más baja de la prueba inicial está dada en 2.5 y la más alta en 4.5. La prueba de salida de la montaña rusa tiene una media de $\bar{x} = 4.155$ aumentando en un 10% en relación a la prueba diagnóstica. La desviación estándar es de $\sigma = 1.13$, por lo tanto la calificación más alta de la prueba de salida es de 5.0 y la más baja está dada en 3.055

Para la prueba de salida del Centrox el promedio está dado por $\bar{x} = 4.44$ aumentando en 20% en relación a la prueba diagnóstica. La desviación estándar es de $\sigma = 0,5$. Siendo el resultado de esta prueba superior en relación a la Montaña Rusa; destacando que cada estudiante obtuvo una puntuación mayor de alrededor de una unidad en las dos pruebas de salida en comparación con la prueba diagnóstica.

Tabla No 1. En esta tabla se observa los niveles de competencia. En la prueba inicial la competencia con mayor dominio es la interpretativa, del mismo modo esta competencia en la prueba final tiene un aumento en 11 décimas.

Análisis de los niveles de competencia de forma Individual					
Prueba Inicial			Prueba final		
Competencia		σ	Competencia		σ
Argumentativa	3.3	0.9	Argumentativa	4.3	0.58
Interpretativa	3.8	1.0	Interpretativa	4.9	0.1
Propositiva	3.6	1.2	Propositiva	4.2	0.8

Tabla No.2. Para esta tabla se observa que el promedio de los estudiantes en cada una de las preguntas es de 3.65 una calificación dentro de los estándares de aceptable.

Análisis de Preguntas de forma individual	
Prueba Inicial	
	σ
3.65	1.2

Tabla No. 3. Se observa el aumento en el promedio de calificación tanto para la montaña rusa como para el centrox en relación a los resultados de la Tabla No. 2. Siendo el centrox la atracción que posibilita mayores niveles de aprendizaje.

Análisis de Preguntas de forma individual			
Prueba final			
Montaña Rusa		Centrox	
	σ		σ
4.15	1.13	4.4	0.5

Discusión

Aprovechamiento del Parque de Diversiones: el estudio realizado demuestra que hay situaciones de motivación que proporcionan condiciones para dar significado al aprendizaje, como es el caso de la práctica de laboratorio en el parque de diversiones. Este contexto permite a los estudiantes desarrollar y mejorar sus niveles de competencia. En particular la competencia propositiva, ya que en este proceso se observaron hechos como la aplicación de conceptos, la creación y el diseño, lo cual mostró un desarrollo favorable de pensamiento convergente y divergente.

La Planeación de la visita al parque: se evidencia la importancia de un objetivo claro expuesto en los módulos de trabajo, en el dispositivo de motivación en los estudiantes, lo cual generó un deseo por entender el funcionamiento de las atracciones para así poder explicar cada una de las sensaciones que experimentan, este hecho les facilita a los estudiantes la recolección de datos. Las actitudes observadas permitieron comprobar la importancia de diseñar una estrategia didáctica acorde con las atracciones de un parque de diversiones para así poder desarrollar el estímulo en los estudiantes. Así mismo se observó el valor de la práctica de campo como estrategia didáctica, ya que permitió una apropiación en la comprensión de los fenómenos, pues en la experiencia se presentan sensaciones que abren camino al descubrimiento y a una significación personal del conocimiento.

La importancia de la motivación: los estudiantes que asistieron al parque de diversiones manifestaron motivación en cada una de las actividades, esto se muestra en la actitud y dinamismo que presentaron en el transcurso de todo el proceso. Esto se evidencia en los comentarios hechos en grabaciones en donde se manifiesta una completa satisfacción en la metodología de enseñanza.

El contexto de aprendizaje: de acuerdo con el desarrollo de este proyecto una situación de aprendizaje en mecánica puede caracterizarse por la observación de algunos aspectos importantes, tales como:

- La existencia de comunicación entre el estudiante y sus compañeros;
- Elementos de conexión entre el conocimiento previo y la experiencia para construir los conceptos;
- El desarrollo de situaciones contextuales (reales) en donde se evidencie la posibilidad de construir conceptos asociados a los fenómenos de la mecánica clásica, este caso los relaciona con las atracciones del parque de diversiones,
- La necesidad de buscar respuestas a cada una de las conexiones entre la teoría física y las sensaciones, esto revela el papel del docente y la necesidad de una preparación previa a la práctica de cada uno de los temas específicos que se consideran importantes en el desarrollo de habilidades en los niveles de competencia.

Bibliografía.

Alvares A, Rincón. C, Suarez. H, Segura. D, Tamayo. F, Torres. N, Boada. M & Quijano. A. (2006). *Grandes iconos de la ciudad: El navegador pedagógico*. (pp. 206). Secretaría de educación. Bogotá, Colombia.

Castiblanco. O & Vizcaíno D. (2009). *¿Qué es la didáctica de la física?* en: X Conferencia Interamericana de Educación. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia

Einstein. A & Infeld. L. (1986). *“La evolución de la física”*, (1ra Ed.). Salvat Editores S.A., Barcelona.

- Hewitt. P. (1999), *Física Conceptual*, (3ra Ed.), City college of San Francisco, California, Person.
- Moreira M. (1998). *Mapas conceptuales* .Revista Galática portuguesa de socio-pedagogía y socio –lingüística. (pp. 2,9)
- Moreira M. (2003). *Lenguaje y aprendizaje significativo*, en cierre de IV encuentro Internacional sobre aprendizaje significativo. Mragogi, Brasil.
- Oliveira, C. M. *Visita monitoreada a un museo de ciencias ¿es posible aprender?* Tesios de doctorado Universidad de são paulo. são paulo Brasil.
- Robert L. Wolke, 2007 ., *Lo que Einstein le contó a su barbero* (1ª Ed.), (pp. 43-45).Barcelona España
- Ossa. M, (2006). *Asociación Americana de psicología APA*. Cartilla de citas: pautas para citar textos y citas de referencia. (pp. 31-499). Colombia.: Universidad de los Andes. Bogotá.
- Restrepo Díaz. J. (2007). Presión. Instituto tecnológico metropolitano (Eds). *Meteorología aseguramiento meteorológico industrial Tomo II*. (pp 98). Colombia.
- Schaub H. y Zenke K (2001), *Diccionario Akal de pedagogía*, (1ra Ed), Madrid España.
- Serway R. A y Jewett. J.W (2005). *Física para la ciencia e ingeniería Tomo. I*. (6ª Ed) International Thomson editores, S.A.
- Tipler P.A y Mosca. G (2005). *Física para la ciencia y la tecnología*. (5ª Ed). Barcelona, España. :Editorial Reverte S.A.
- Tipler P.A y Mosca. G (2005) Presion en un fluido . Editorial Reverte S.A. *Física para la ciencia y la tecnología*. (5ª Ed). (pp 367 – 371) Barcelona, España..
- Thiagarajan S y Parker G., (2000), *Equipos de trabajo actividades y juegos de integración*, (Edición en español), México.: Pretice Hall.

APENDICES

MÓDULOS DE TRABAJO

1. Montaña Rusa (Guía del docente)

1.1. Primer módulo (antes de la visita al parque)



Imagen N° 1. Mapa del parque de diversiones Salitre Mágico, en Bogotá, Colombia.

Objetivos

Presentar y motivar a los estudiantes acerca de los conceptos físicos que se pueden estudiar en la atracción mecánica montaña rusa

Temas

- Primera ley de Newton
- Segunda ley de Newton
- Tercera ley de Newton
- Movimiento circular y gravitación
- Principio de la conservación de la energía
- Trasmisión de movimiento rotacional.

Dispositivo de motivación

Antes de iniciar con esta guía se debe tener en cuenta en generar la motivación en los estudiantes para poder aprender algo nuevo. Así que se sugiere proyectarles el video “Mr. Bean en la Montaña Rusa.avi” y al finalizar hacer una reflexión acerca de la aptitud que los estudiantes pueden tener a la hora de aprender. Se propone que intente hacer la analogía con la posición que manifestó el actor frente a la situación.

Descripción de conceptos

- Se propone la siguiente lectura para analizarla con los estudiantes.

Seguridad en la montaña rusa

La montaña rusa tiene que ser segura para que sea divertida. El análisis de los requisitos de seguridad en la montaña rusa es una manera invaluable de revisar algunas de las actividades anteriores de física.. Investigaciones hechas con pilotos de prueba dan a conocer que las personas no estarán seguras si su aceleración es mayor de 4g. Una caída libre provee una aceleración de 1 g. Las montañas rusas pueden tener una inclinación más profunda pero son generalmente menor que en las caídas libres y por ende tienen una aceleración menor de 1 g. Cuando una montaña rusa va por una esquina o se mueve por la parte inferior de una vuelta, la aceleración puede ser mucho más de 1 g. La aceleración puede ser calculada al reconocer que la montaña rusa en esta localidad se mueve en el

arco de un círculo. La aceleración centrípeta debe ser hacia el centro del círculo y puede ser calculada usando la ecuación $a_c = v^2/r$. Variando la velocidad o el radio del círculo en el diseño de una montaña rusa.²



Imagen N° 2. Montaña Rusa.

Fotografía tomada por la autora en el Parque Salitre Mágico de Bogotá, Colombia.

- Se plantea como instrumento de aprendizaje visual proyectar la imagen anterior para que los estudiantes puedan hacer un resumen con base a la fotografía y de acuerdo a la lectura para encontrar así una conexión interpretativa. Esta actividad da la oportunidad de realizar una mesa redonda en donde puedan comentar lo que escribieron en sus resúmenes. Se puede hacer formando grupos de dos o tres personas.
- A partir de las ideas que los estudiantes presentan de los resúmenes explique paso a paso el funcionamiento de la montaña rusa. Puede usar el siguiente mapa conceptual como ayuda, para explicar el comportamiento del tren en cada punto. Esta es una oportunidad para explicar conceptos como trabajo y energía y movimiento circular.



Imagen N° 3. Propuesta de mapa conceptual.

Ejercicio propuesto

Si el vagón de la montaña rusa del parque salitre mágico tuviera una masa de 800 Kg. y viajara a 15.0 m/s al fondo de la vuelta. Si la vuelta tuviera un radio de 5.0 m. Cuál sería la aceleración centrípeta requerida para mantener al vagón moviéndose en un círculo.

Solución

$$a_c = v^2/r = (15\text{m/s})^2 / 5.0 \text{ m} = 45 \text{ m/s}^2$$

Esta aceleración es mayor que 4 g ($4 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 39.2 \text{ m/s}^2$) y por lo tanto sería insegura.

² <http://www.its-about-time.com/htmls/aps/ch4act9.pdf>

De lo anterior puede tomar como ayuda para explicar la situación y como debe ser para que sea totalmente seguro el vagón de una montaña rusa. Para mayor comodidad en la explicación puede realizar un diagrama de fuerza sobre el vagón se propone que intente hacer lo mismo con los demás temas.

Trabajo en equipo. (se sugieren grupos de 6 estudiantes)

Controversia y Discusión de la frase;

“Cuando puedes medir aquello de lo que hablas, y expresarlo con números, sabes algo acerca de ello; pero cuando no lo puedes medir, cuando no lo puedes expresar con números, tu conocimiento es pobre e insatisfactorio: puede ser el principio del conocimiento, pero apenas has avanzado en tus pensamientos a la etapa de ciencia”. William Thomson Kelvin (1824-1907) Matemático y físico escocés.

Propósitos

- Realizar una discusión abierta en relación a la frase anterior, entre los miembros del equipo
- Comprender los puntos de vista opuestos sobre el tema

Procedimiento

- Introduzca la frase y explique cómo afecta en el trabajo de campo. Señale la necesidad de una discusión abierta y aclare que va a seguir un método estructurado para resguardar la privacidad de los estudiantes
- Con aportes de los integrantes, escriba una proposición en el tablero. Redacte un enunciado sencillo y corto para que se entienda fácilmente y evite premisas complicadas.

- Distribuya copias de la escala de opinión a los miembros. Pídales que anoten el número que indique su reacción personal a la proposición del tablero. Dígalos que no escriban su nombre y asegúreles de nuevo que no les van a solicitar que revelen sus opiniones a nadie durante la actividad

Escala de opinión: ----- 1 En desacuerdo absoluto,----- 2 Muy en desacuerdo, --- 3 En desacuerdo, --- 4 Ligeramente en desacuerdo, ---- 5 Neutral, ---- 6 Ligeramente de acuerdo, ----- 7 de acuerdo, ----- 8 Muy de acuerdo, ----- 9 De acuerdo en absoluto

- Recoja las escalas y pídale a uno o dos estudiantes que calculen el promedio
- Pídales a todos que mediten en el tema y en las reacciones probables de los demás estudiantes. Cada uno debe anotar un pronóstico de la puntuación promedio, con dos decimales; por ejemplo que escriban 5.00 o 5.01 y no solo 5.

- Solicite a los que calcularon el promedio que anuncien su dato. Localice al estudiante que hizo el pronóstico mas atinado y felicítelo por sus dotes psíquicas. Diga también el intervalo de la puntuación (los números mayor y menor marcados en la escala de opinión).

- Separe en tres grupos, al azar, a los estudiantes .Pida a un grupo que suponga que su puntuación de opinión es 1 (muy negativa); a otro; que asuma que su puntuación es 9 (muy positiva), y al último que suponga que es de 5 (neutral).

- Diga a los grupos negativo y positivo que dediquen cinco minutos a confeccionar una lista de argumentos que sustenten su postura. En el mismo lapso, pida al grupo neutral que prepare una lista de dos columnas para los argumentos positivos y negativos. Pida a todos los participantes que dejen de lado sus opiniones personales y tomen enserio el papel que se les asigno cuando hagan una lista de argumentos

- Después de cinco minutos. Pídales a los estudiantes del grupo positivo que se instalen en un lado, y a los del grupo negativo, en el opuesto, siente al grupo neutral en el centro.

Explique el formato del debate.

Los equipos rivales enuncian por turno sus declaraciones sobre el tema, de acuerdo con su lista de argumentos. Las declaraciones deben ser enunciados de cinco segundos y no explicaciones elaboradas. No tienen que ser refutaciones lógicas de las declaraciones anteriores del equipo opuesto. No tienen que aferrarse a su lista de argumentos; pueden hacer comentarios espontáneos cuando quieran. Elija al azar un grupo y pídale que inicie el debate. Deténgalo cuando escuche muchas repeticiones o pausas. Escuche los aportes del grupo neutral. Indique a los elementos del grupo neutral que lea su lista de argumentos sobre los dos bandos. Pídales que evalúen el desempeño de los equipos rivales y que decidan cual hizo un trabajo más convincente. Felicite al equipo ganador.

Trabajo con preguntas y respuestas

-Pídales a los estudiantes que reflexionen sobre la información, opiniones e impresiones presentadas en el debate. Invítelos a hacer notas para su referencia. Haga una pausa conveniente.

- Realice una sesión de preguntas y respuestas. Exhorte a los estudiantes a formular preguntas relacionadas con los aspectos del tema. Responda en forma breve, objetiva y apegada a los hechos.

- Facilite una discusión sobre como abordaría el equipo esa frase en términos cotidianos. Establezca normas para tratar a los miembros que no hacen su parte justa

Variantes

- Salte la fase de opiniones; pase directamente a formar tres grupos y prepárese para el debate.
- En lugar de realizar un debate, pídale a cada grupo que escriba sus argumentos en una o más hojas y las pegue en la pared. Invite a todos los participantes a revisar los carteles.
- Continúe esta actividad con una presentación de un experto de afuera.

1.2. Segundo módulo (durante la visita al parque)

Objetivo. Experimentar y Analizar los fenómenos físicos estudiados anteriormente dentro de la atracción mecánica

Montaña rusa (Guía del docente)

El trabajo durante el parque es más que todo a nivel de ejercicios mentales en los que los estudiantes tenga la oportunidad de reflexionar a partir de la experiencia, y puedan así dar a conocer cada una de sus sensaciones y puedan hallar la conexión con el trabajo realizado con el modulo anterior.

Descripción de la actividad

- Antes de ingresar a la atracción se sugiere que invite a sus estudiantes de forma individual a que observe la atracción mecánica de manera detenida, después pídale que, estimen medidas de diferentes puntos de referencia que consideren pertinentes. Posteriormente intente preguntar que fue lo que más le llamo la atención de la estructura. Si es posible retroalimente la actividad en grabaciones de video o audio.
- Para el ingreso de la atracción puede hacer una breve introducción en la que les especifique que ellos son científicos tal y como son los pilotos de nasa en las que se va a sacar conclusiones de la experiencia vivida. Se propone como puntos clave de análisis; Primera curva, Primera bajada, Las dos elipse, Llegada
Esto con la intención de para que los estudiantes intenten apreciar de forma más clara las sensaciones experimentadas

De estos puntos se puede hacer una descripción del recorrido en forma escrita especificando cada una de sus sensaciones en esos puntos

Cuando la atracción se encuentre en funcionamiento solicíteles que realicen las siguientes mediciones de forma individual: Hallar el tiempo de recorrido en diferentes puntos, Medir la distancia en cada una de las columnas de cada punto, A partir de los datos de la medición hallar la velocidad.

Se sugiere las siguientes preguntas como material de ejercicios para que desarrollen los estudiantes

- ¿La fuerza que se experimenta en la primera bajada de la montaña rusa es mayor o menor que la fuerza que ejerce la gravedad?

Respuesta: La fuerza de gravedad disminuye en cada una de las bajadas

- ¿La velocidad en el punto más bajo de cada inclinación es la misma? ¿si no lo es, explique cuál es la diferencia de la velocidad en el punto más bajo de cada inclinación?

Respuesta: No en cada inclinación la velocidad es diferente y es mayor la velocidad entre mayor sea la inclinación.

- ¿La fuerza centrípeta aumentaría o disminuiría si se le aumentara el tamaño radial de las hélices? Justifique su respuesta

Respuesta: La fuerza centrípeta disminuirá por que la aceleración centrípeta, es inversamente proporcional al cuadrado del radio, por lo tanto si aumenta el radio disminuirá la aceleración, y así proporcionalmente disminuirá la fuerza.

- ¿La aceleración durante el recorrido es constante? Justifique su respuesta

Respuesta: Se creería que la aceleración es la gravedad durante el recorrido, pero no lo es porque en los diferentes puntos del recorrido la aceleración depende de la estructura de la vía

- Explique la aplicación de ley de la inercia en el recorrido del tren

Respuesta: La ley de la inercia indica de que todo cuerpo puede desplazarse a velocidad constante a menos que una fuerza lo saque de ese estado, En la montaña rusa se puede observar que la fricción entre la vía y las ruedas es demasiado pequeña, por lo tanto no es necesaria tenerla en cuenta, así que en los puntos en los que la vía tiene una estructura de forma completamente horizontal se puede observar que el movimiento del tren es por inercia.

- La siguiente grafica representa el comportamiento de la energía potencial y cinética de la montaña rusa. ¿De acuerdo a lo anterior puede ud afirmar que la energía mecánica es constante?

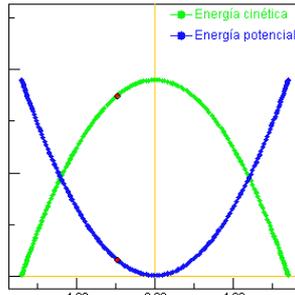


Imagen N° 4. Grafica que representa el comportamiento de la energía cinética y la energía potencial.

Respuesta Si al sumar las dos graficas esto me da cero por lo tanto la energia mecanica en el sistema de la montaña rusa es constante

Por último nuevamente de forma grupal deje que sus estudiantes mencionen todos los comentarios posibles. Genere preguntas tales como ¿que sintieron? ¿Qué sensación le genero el ascenso, descenso, las vueltas? Entre otras. Motívelos de forma verbal a que intenten dar explicación desde la misma física. Nuevamente registre grabaciones de audio y video

1.3. Tercer módulo (después de la visita al parque)

Objetivo. Propiciar experiencias que les permitan a los estudiantes construir respuestas a las preguntas y problemas que fueron elaborados previamente a la visita.

- Los estudiantes presentan el informe de la práctica.
- Proyecte los videos y las grabaciones para que ellos puedan recrear la experiencia en la atracción, se sugiere que los estudiantes dibujen la atracción con cada uno de los detalles que se les pueda ocurrir y de forma escrita defina los conceptos físicos identificados en cada uno de los puntos. (los conceptos son los tratados en la primera y segunda etapa). Posteriormente los estudiantes exponen ante el grupo su informe de laboratorio y la definición de los conceptos mencionados en el escrito anterior.
- Por último en esta tercera etapa es una oportunidad para aclarar dudas en los estudiantes durante el proceso para ello puede formular preguntas como:

¿Qué hace que las personas no se salgan de la montaña rusa en los sacacorchos o hélices, cuando están arriba?

¿A qué altura se debe encontrar un carrito en un plano inclinado para que se detenga mínimo en un metro horizontal después de abandonar el plano inclinado? (Esto puede hacerse como actividad en clase)

2. Centrox (Guía del docente)

2.1. Primer módulo (antes de la visita al parque)



Imagen N° 5. Mapa del parque de diversiones Salitre Mágico, en Bogotá, Colombia.

Objetivos. Presentar y motivar a los estudiantes acerca de los conceptos físicos que se pueden estudiar en la atracción mecánica Centrox

Temas: Unidades, Movimiento circular, Conservación del momento angular, Principio de Pascal, y Rotación.

Dispositivo de motivación. Antes de iniciar con esta guía se debe tener en cuenta en generar la motivación en los estudiantes para poder aprender algo nuevo. Así que se sugiere proyectarles el video; “http://www.youtube.com/watch?v=qv_O1Cz7pwo&feature=related” y al finalizar hacer una breve explicación del video motivando a los estudiantes para que puedan tener una buena aptitud, en el momento de la experiencia.

Contenidos. Se propone la siguiente lectura para analizarla con los estudiantes.

EL PESO DE LOS ASTRONAUTAS

¿Se agota la gravedad a cierta distancia de la Tierra? De lo contrario, [si no se agota] ¿cómo pueden estar ingrávidos los astronautas en órbita? Respuesta a la primera pregunta: no. Respuesta a la segunda pregunta: no están ingrávidos.

La atracción gravitatoria de la Tierra, tiene un alcance indefinido; se va haciendo más y más débil cuanto más se aleja uno, pero nunca disminuye hasta cero. Cada átomo en el Universo está tirando gravitatoriamente de cada uno de los demás átomos, no importa dónde estén. Pero, por supuesto, cuanto más grande es la aglomeración de átomos, como un planeta o una estrella, más fuerte será su atracción acumulada.

Todo eso no importa, de todas formas, porque los miserables 400 kilómetros de altitud a los que el transbordador espacial va dando vueltas son despreciables con respecto al debilitamiento gravitatorio. Al fin y al cabo, la Tierra sujeta a la Luna bastante bien, ¿no? Y eso está a 385.000 kilómetros de distancia. (De acuerdo, la Luna tiene mucha más masa que un satélite artificial y la fuerza de atracción es proporcional a la mas.)

¿Se ha explicado ya el motivo de que los astronautas “floten”?

Si esos tipos flotantes no están ausentes de peso, ¿qué significa el peso entonces?

El peso es la fuerza de atracción gravitatoria que la Tierra ejerce sobre un objeto. Puesto que esa fuerza disminuye cuanto más lejos esté el objeto del centro de la Tierra, su «peso» también disminuye. Pero nunca hasta cero. De acuerdo entonces. Si astronautas en órbita no están carentes de peso, ¿cómo es que pueden flotar por el transbordador? La respuesta es que su aún considerable peso es contrarrestado por otra cosa: una fuerza que viene de su velocidad orbital. (En jerga técnica, fuerza centrífuga.)

Haga la prueba. Ate firmemente una cuerda a una piedra y hágala girar en círculos (¡fuera de casa!), manteniendo su mano lo mas quieta posible. La piedra es el transbordador y su mano es la Tierra. ¿Por qué la piedra no sale volando? Porque gracias a la cuerda, usted está tirando de la piedra con exactamente la fuerza necesaria (una imitación de la fuerza gravitatoria) como para contrarrestar su tendencia a salir volando. Tire con menos fuerza (suelte un poco de cuerda) y la piedra saldrá despedida hacia fuera, más lejos de su mano. Tire con más fuerza estirando de la cuerda (imitando una atracción gravitatoria más fuerte) y la piedra «caerá» hacia dentro, donde está su mano.

Lo mismo ocurre con el transbordador espacial. El hecho de que el transbordador continúe girando en un círculo estable en lugar de salir volando hacia el espacio, significa que su tendencia a escaparse de la Tierra está siendo exactamente contrarrestada por la atracción gravitatoria de la Tierra, que lo mantiene cerca. En otras palabras, la gravedad está haciendo «caer» continuamente al transbordador hacia la Tierra, justo lo suficiente como para evitar que se «eleve» por encima de ella. Lo mismo les ocurre a los astronautas dentro del transbordador. Su tendencia a alejarse de la Tierra es exactamente contrarrestada por la atracción de la misma, de modo que ni se alejan ni caen hacia ella; quedan suspendidos en el aire, sin saber dónde está el arriba ni el abajo. Lo cual está perfectamente bien, porque no existe el «arriba».. Por eso es tan divertido para ellos posar para la cámara boca abajo.

Dicho sea de paso, el hecho de que la fuerza gravitatoria de la Tierra sea contrarrestada por la fuerza centrífuga de los astronautas no los libra por completo de los efectos de la gravedad. Es sólo la gravedad de la Tierra la que está siendo contrarrestada. La Luna, los planetas, el transbordador y los mismos astronautas todavía se atraen los unos a los otros porque todos tienen masa. Pero puesto que la Luna y los planetas están tan lejos, y puesto que los astronautas y sus equipos no tienen demasiada masa, todos esos efectos gravitatorios no llegan a mucho. De todas formas todavía están ahí, y por eso los científicos espaciales nunca hablan de gravedad cero; dicen que los astronautas están operando en un entorno de micro gravedad.³

- Se plantea como instrumento de aprendizaje como actividad de refuerzo hacer un resumen con base a la lectura para encontrar así una conexión interpretativa. Esto da la oportunidad de realizar una mesa redonda en donde puedan comentar lo que escribieron en sus resúmenes. Se puede hacer formando grupos de dos o tres personas.

³ Tomada del libro, *Lo que Einstein le contó a su barbero*, pp. 43-5.

- A partir de las ideas que los estudiantes presentan de los resúmenes aproveche la oportunidad para aclarar la lectura explicando el funcionamiento Centrox de acuerdo a la temática a tratar. Esta es una oportunidad para explicar conceptos como movimiento circular fuerza centrípeta fuerza centrífuga, entre otros.



Imagen N° 6. Centrox

Fotografía tomada por la autora en el Parque Salitre Mágico de Bogotá, Colombia.

Ejercicio propuesto. La góndola del Centrox tiene un diámetro de 23 metros y da 17 rpm. ¿Cuál es la velocidad angular de la plataforma?.

Solución

Datos: R = 11.5 m; W = 17 rpm; 17 rpm x 360° = 6120 °/m

$$\frac{6120^\circ \times \pi}{180} = 106,814 \frac{\text{rad}}{\text{mit}} \times \frac{1 \text{mit}}{60 \text{s}} = 36,4366 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Trabajo en equipo (se sugieren grupos de 3 a 7 integrantes)

Concurso de ideas. Reto de generación de ideas⁴

¿Por qué esta magnífica tecnología científica, que ahorra trabajo y nos hace la vida más fácil, nos aporta tan poca felicidad? La respuesta es esta, simplemente: porque aún no hemos aprendido a usarla con tino. Albert Einstein (1879-1955) Científico alemán.

Propósito. Generar ideas creativas para mejorar y aumentar el trabajo en equipo en el aula de clase

Procedimiento.

- Divida a los jugadores en equipos de tres o más personas. No importa si algún equipo tiene algún integrante de mas
- Cada equipo está invitado a proponer una o más ideas que tengan relación con la frase expuesta al principio. Las ideas debe concentrarse en dar respuestas al interrogante y explicar la respuesta dada por el autor. Cada idea propuesta por equipo tiene un premio.
- Se deja opcional el premio para que el docente elija de acuerdo a las necesidades de los estudiantes
- Anuncie un plazo razonable. Pida a los equipos que ejerzan sus capacidades de pensamiento creativo y que conciben más de una idea. Haga hincapié en que tiene que ser ideas eficaces y que deben estar escritas de manera clara y convincente.
- Al final del tiempo prescrito, haga sonar el silbato y detenga a los equipos. Todos deben someter sus ideas
- Envié a un estudiante a fotocopiar un juego completo de ideas para cada equipo. Mientras tanto, realice una sesión breve de preguntas y respuestas o de un descanso a los estudiantes.

⁴ Actividad tomada del libro *Equipos de trabajo en equipo, actividades y juegos de integración.*

- Entregue a cada equipo un juego completo de ideas. Pídales que las califiquen con uno a nueve puntos, salvo las propias. Establezca un plazo razonable.
- Anote en el tablero los títulos de las ideas.
- Dé un silbatazo y pida a los equipos que terminen su evaluación. Lea cada título del tablero y solicite a los equipos que digan cuantos puntos le conceden a la idea. Súmelos y escriba el total en el lugar conveniente.
- Señale las ideas que recibieron los tres mejores puntajes y proceda a premiarlos según su criterio.

Trabajo con preguntas y respuestas

Estas son algunas preguntas sugeridas; ¿Cómo tomaron la decisión en el equipo?; ¿Cómo trabajaron en la generación de ideas?; ¿Cómo redactaron sus ideas?

Al final de la actividad, pida a los estudiantes que examinen estas preguntas: ¿Con que criterios evaluaron las ideas?, ¿Cómo repartieron la tarea de evaluación entre los miembros del equipo?

Variantes

- Para acelerar el juego, pídale a los equipos que escriban sus ideas en papel para tablero y que lo peguen en la pared. Para determinar quiénes son los equipos ganadores, conceda puntos de colores y pídale que los distribuyan entre las ideas (excepto las suyas)
- Para hacer más lento el juego, realícelo en tres partes: en la primera reunión, organícelos equipos y explique las reglas del juego. Establezca un plazo conveniente. Deje que los equipos trabajen por su cuenta y le entreguen las ideas. Poco después del plazo, realice otra reunión. Reparta copia de las hojas con las ideas, pida a los equipos que las evalúen, vacíe las puntuaciones y entregue los premios a los ganadores
- Para hacer la evaluación más objetiva, de a cada equipo una escala de calificación para las ideas. Pídale a un juez externo que examine las postulaciones y elijan a los ganadores. También pueden formar un jurado con varios participantes, que durante la actividad, serán observadores del proceso y comunicaran sus datos en la primera sesión de preguntas y respuestas

2.2 Segundo módulo (durante la visita al parque)

Objetivo. Experimentar y Analizar los fenómenos físicos estudiados anteriormente dentro de la atracción mecánica

Centrox (Guía del docente)

El trabajo durante el parque es más que todo a nivel de ejercicios mentales en los que los estudiantes tenga la oportunidad de reflexionar a partir de la experiencia, y puedan así dar a conocer cada una de sus sensaciones.

Descripción de la actividad

- Antes de ingresar a la atracción se sugiere que les pida a sus estudiantes de forma individual que observe la atracción mecánica de manera detenida, posteriormente intente preguntarles que fue lo que más les llamo la atención de la estructura. Si es posible retroalimente la actividad en grabaciones de video o audio.
- Para el ingreso de la atracción puede hacer una breve introducción en la que les especifique que ellos son científicos tal y como son los pilotos de la NASA, en las que se va a sacar conclusiones de la experiencia vivida. Para una mayor sensación durante el funcionamiento de la atracción se sugiere que cierren los ojos en los puntos de subida y bajada y que eleven las piernas en los mismos puntos.

De la experiencia anterior se puede aprovechar la oportunidad para que los estudiantes mencionen todos los comentarios posibles Se plantea como ejercicios mentales el siguiente cuestionario para que contesten según lo visto en la aula de clase y la experiencia

- Encuentre la definición de peso y fuerza centrífuga

Respuesta: El peso es la fuerza de atracción gravitatoria que la tierra ejerce sobre un objeto. La fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que viene de su velocidad orbital y que se aleja del eje de rotación

- ¿Crees que las fuerzas que experimentaste están relacionadas con el radio de la góndola?

Respuesta: Si ya que se experimenta la fuerza centrípeta que depende de la velocidad y es inversamente proporcional al cuadrado del radio. La fuerza centrífuga es una fuerza ficticia y es la reacción de la fuerza centrípeta es decir tienen la misma magnitud pero en dirección contraria.

- ¿Crees que la masa de tu cuerpo afecta las fuerzas?

Respuesta: Si porque la fuerza es proporcional a la masa y a la aceleración que en este caso es una aceleración centrípeta.

- Si no tuvieras seguridad y salieras volando de la atracción. ¿A qué fuerza se deberá?

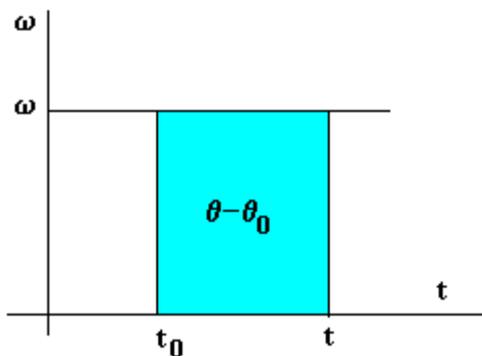
Respuesta: A la fuerza centrífuga.

- ¿Qué crees que sentirías si el radio de la góndola fuera menor?

Respuesta. Al ser menor el radio, la aceleración centrípeta va a aumentar, por ende va a experimentar una fuerza mayor hacia fuera del círculo.

- Si la velocidad del Centrox se comporta según la siguiente grafica. ¿Se puede afirmar que la aceleración angular es cero? Explique su respuesta.

Respuesta: La aceleración angular es cero porque es constante, sin embargo para que haya un movimiento circular debe haber una fuerza dada por la aceleración centrípeta



Genere preguntas tales como; ¿que sintieron con los ojos cerrados? ¿Qué sensación le genero elevar las piernas? Entre otras. Motíuelos de forma verbal a que intenten dar explicación desde la misma física. Nuevamente registre grabaciones de audio y video

2.3. Tercer módulo (después de la visita al parque)

Objetivo. Propiciar experiencias que les permitan a los estudiantes construir respuestas a las preguntas y problemas que fueron elaborados previamente a la visita.

- Los estudiantes presentan el informe de la práctica.
- Proyecte los videos y las grabaciones para que ellos puedan recrear la experiencia en la atracción, se sugiere que los estudiantes dibujen la atracción con cada uno de los detalles que se les pueda ocurrir y de forma escrita defina los conceptos físicos identificados. (los conceptos son los tratados en la primera y segunda etapa). Posteriormente los estudiantes exponen ante el grupo su informe de laboratorio y la definición de los conceptos mencionados en el escrito anterior.
- Por último en esta tercera etapa es una oportunidad para aclarar dudas en los estudiantes durante el proceso para ello puede formular preguntas como:

¿Qué hace que las personas no se salgan del Centrox, cuando están arriba?

¿Qué rapidez debe tener un balde con agua para darle la vuelta, sin que esta se salga cuanto el balde está arriba?(Esto puede hacerse como actividad en clase)

2.4. Recomendaciones para la presentación del informe de laboratorio

El informe de laboratorio que presentan los estudiantes debe estar dado por los criterios que se presentan en tabla de evaluación, la cual consiste en una matriz de evaluación que facilita el análisis de los datos en la tercera etapa de los módulos. La matriz de evaluación se encuentra diseñada de forma analítica ya que se evalúa por separado las diferentes partes del informe de laboratorio y luego se suma el puntaje de cada una para poder obtener una calificación total.