EXPERIENCIAS EN EL TALLER DE FÍSICA

María Ester Ludzik; Marcelo Hariyo

Facultad de Ciencias Naturales y Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias en nuestros establecimientos educativos suele estar acorde con el modelo de *enseñanza tradicional,* y no como un proceso de *investigación dirigida* que asume una determinada concepción de la ciencia. Los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas.

Según una abundante bibliografía (Giordan y Becchi, 1995) y nuestra propia experiencia docente, las clases de física convencionales no se imparten en un lenguaje afín a los intereses e inquietudes de los estudiantes. Por lo general, la innata curiosidad de los alumnos no se ve satisfecha con las actividades planteadas durante las clases.

Mediante el presente trabajo, lo que proponemos es una convergencia de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias a través de una práctica de laboratorio que contempla la resolución de un problema con lápiz y papel y estimula el aprendizaje conceptual, partiendo del planteo de un problema que posee una gran motivación para los estudiantes. Dicha convergencia rompe con el clásico tratamiento por separado de estas actividades.

Lo que aquí planteamos es una investigación en el marco de la Mecánica, como una construcción de conocimientos lograda como una integración de dichas actividades. Proponemos una actividad enmarcada dentro de una *investigación orientada*, favoreciendo un aprendizaje más eficiente y significativo, que conciba a los estudiantes como *investigadores noveles*, que estructurados en equipos cooperativos, aborden situaciones problemáticas de interés, interaccionando con otros equipos y con el resto de la comunidad científica representada por los docentes y los textos (Gil, 1993).

En particular, lo que proponemos es una investigación orientada que permita la apropiación de conceptos como trabajo, energía y cantidad de movimiento, haciendo uso de herramientas de gran significación cultural como son un arco y una flecha.

Esta propuesta esta destinada a estudiantes del nivel universitario, con la posibilidad de realizarse modificaciones para ser adaptadas a otros niveles educativos.

OBJETIVOS

- Aumentar la motivación de los alumnos mostrando la potencial utilidad de la física en la vida real.
- Dar la oportunidad de realizar experiencias integradoras.
- Afianzar los conocimientos de cinemática y dinámica a través de la experimentación científica.
- Aprender metodologías de la ciencia (Modelizar sistemas de estudio y fenómenos y poner a prueba experimentalmente dicho modelo, diseñar experimentos, realizar medidas, realizar gráficos con datos experimentales y sacar conclusiones cuantitativas de dichos gráficos)
- Construir conocimientos significativos de: DEFINICION DE TRABAJO, TEOREMA DE CONSERVACION DE LA ENERGIA, RELACIONES ENTRE TRABAJO- ENERGIA CINETICA – ENERGIA POTENCIAL.

METODOLOGIA

El enfoque metodológico propuesto, utilizando elementos señalados por los siguientes autores (Gil y Valdés, 1996; Lopes y Costa, 1996; Martínez y Ovejero, 1997; Carrascosa, Gil y Valdés, 2006) es:

Plantear situaciones problemáticas que resulten de interés a los alumnos.

Emisión de hipótesis (Ocasión para que los alumnos expliciten sus ideas previas para hacer predicciones que serán puestas a prueba experimentalmente)

Elaboración de estrategias de resolución (los alumnos tienen la oportunidad de diseñar experimentos para poner a prueba sus hipótesis y modelos y obtener datos de interés)

Resolución y análisis critico de resultados (se cotejan las predicciones de las hipótesis y modelos con los resultados experimentales y como en ciencia, los alumnos pueden hacer las modificaciones que sean necesarias. En esta etapa se pueden generar conflictos cognitivos)

Manejo de los nuevos conocimientos en situaciones variadas.

Los alumnos trabajan en pequeños grupos de cuatro personas.

Materiales necesarios para cada grupo de alumnos: cinta métrica, ramas de árboles de aprox. 1,3 m, dinamómetro (o en su defecto, pesas) capaces de medir hasta 5 kg (aprox.

50 N), marcadores, papel afiche, hilo resistente, plastilina. (Las flechas deben estar pesadas con plastilina en la punta).

A los alumnos se les entrega la siguiente introducción, para motivarlos y ubicarlos en el contexto de la investigación:

Desde la antigüedad, el homo-sapiens se las ha tenido que ingeniar para la supervivencia de la especie. Hay varias creaciones de estos simpáticos personajes que determinaron que hoy día estemos nosotros aquí, en lugar de haber desaparecido por condena de la selección natural de la evolución.
Los primeros pasos en la tecnología humana que cambiarían nuestras vidas, que podemos mencionar son: manejo de fibras para vestidos, el manejo del fuego, desarrollo del lenguaje y de los símbolos y, cuando era difícil cazar bichos para llenarse la panza, los primeros proyectiles.
Estos primeros proyectiles comenzaron siendo piedras, para luego perfeccionarse, hasta los misiles de hoy día (aunque estos últimos no aportan mucho a nuestra supervivencia).
Un equipo de complejidad intermedia, muy usado tanto para conseguir comida como para otros fines menos felices, fue el conocido "arco y flecha". Hoy conserva interés deportivo para algunos aventureros. Pero también resultan interesantes para los paleontólogos a la hora de averiguar qué tan buenos se los podía fabricar en distintas épocas.
Para testar nuestro propio equipo y saber si hubiéramos sobrevivido si hubiésemos dependido de el mismo para hallar comida (no se confíen de la comodidad de la ciudad, ya que nunca se sabe en que situación estaremos cualquier día de estos, si no lo creen acuérdense de las personas que debieron comer cualquier cosa luego de que su avión cayera en la jungla) o también podemos compararlo con algún otro muy antiguo encontrado enterrado por ahí, en alguna emocionante excavación arqueológica.
Así que armamos nuestro equipo con un par de ramas e hilo y queremos averiguar que tan bueno es.
Comencemos esta investigación pensando un poco en que información nos puede servir para llegar a nuestro objetivo, recordemos: averiguar que tan bueno es un equipo de "arco y flecha" (esto puede servir para averiguar si podemos sobrevivir en la jungla, comparar lo que somos capaces de fabricar con nuestras manos con lo que la gente

fabricaba antiguamente y ver si seguimos siendo hábiles, u otra cosa que te parezca interesante averiguar.

Cuando uno formula respuestas aun no comprobadas, se dice que esta haciendo una HIPOTESIS, en las investigaciones se hacen cotidianamente, pero también en la vida diaria, cada vez que debemos solucionar problemas y tomar decisiones, podríamos decir que las hipótesis son parecidas a las "sospechas" o "conjeturas" (cuando le decimos al almacenero que le pagaremos mas tarde el envase de la cerveza que no teníamos, sin darnos cuenta, hicimos previamente, con la información que tenemos, una hipótesis a cerca de lo que el almacenero puede respondernos, y tomamos la decisión de hacer o no, el pedido)

Luego de la introducción histórica, se les entrega la consigna del trabajo a realizar:

Problema: *Recurriendo al legado cultural de nuestros ancestros y queriendo utilizar el equipo de arco y flecha para corroborar su calidad, tomando como parámetro el alcance de la fecha lanzada.*

1.- Si tuvieras un gráfico de la dependencia funcional del modulo de la fuerza que hace el arco con la posición de la flecha durante el lanzamiento, ¿Cómo harías para calcular el alcance de ésta?

2.- ¿Cómo construirías este gráfico, experimentalmente teniendo los siguientes elementos?: un arco y flecha, pesas, cinta métrica, papel milimetrado, regla y lápiz.

¿Te atreverías a hacerlo?

3.- En papel afiche contesta lo siguiente: ¿Cuál es el sistema?

¿Cuál es el objeto u objetos de estudio? ¿Cómo lo modelizarías?

¿Qué suposiciones tomarías? ¿Cuál es la función de la gráfica que ajusta los puntos experimentales?

4.- Teniendo la función y según lo respondido en 1), calcula el alcance "teórico", para un ángulo de 45°, una elongación del arco de 50cm. y la masa de la flecha usada.

5.- Realiza un lanzamiento de la flecha, manteniendo las condiciones establecida en 4) y mide el alcance experimental de esta.

¿Qué podrías decir del modelo y de las suposiciones utilizadas?

¿Cuál fue la bondad del alcance experimental contrastado con el teórico?

Los alumnos deberían pasar por los siguientes pasos claves, con ayuda del docente cuando sea necesario (recordemos que la ayuda es mediante preguntas y pistas, como ya mencionamos)

CALCULO TEÓRICO DEL ALCANCE DE LA FLECHA

En este caso el sistema de estudio es la flecha, que se modeliza como partícula con masa.

En principio suponemos que interactúa solo con el arco (consideramos que es despreciable la interacción con el aire y la fricción con la madera del arco). No consideramos como objetivo estudiar los detalles de su deformación, por lo que modelizamos dicho arco también como una partícula.

El arco hace trabajo mecánico sobre la flecha que se calcula como:

Primer proceso, lanzamiento:

$W = \int \mathbf{F}.\, d\mathbf{x}$ (la integral se evalúa desde la posición inicial con el arco abierto, tenso. Hasta la posición final arco relajado que acaba de impulsar la flecha)

El sistema de coordenadas se coloca con el eje X paralelo a la flecha que será lanzada.

Para medir el desplazamiento de la flecha en el lanzamiento (mientras esta interactuando con el arco) un compañero marca con marcador en la flecha el lugar donde se cruza con la madera del arco cuando el arco esta relajado (será la posición final del lanzamiento Fig. 4) mientras el otro compañero sostiene el arco y la flecha. Y se hace una segunda marca en la flecha con el arco tenso (dará la posición inicial del lanzamiento Fig. 5) La distancia entre las dos marcas, es el desplazamiento de la flecha durante el lanzamiento.

El valor numérico de la integral es igual al área bajo la curva de la grafica de F vs. X (posición) desde la posición inicial hasta la final del lanzamiento.

Ese trabajo es igual al cambio de energía cinética de la flecha durante el lanzamiento:

$W = \Delta ½\ m\ v^2$

La $v_{inicial}$ es cero y es cuando la flecha esta quieta en arco tenso. La v_{final} es la velocidad con la que la flecha deja de tocar el hilo del arco al ser lanzada.

Segundo proceso, Tiro oblicuo:

Se calcula el alcance para la flecha disparada a 45º cuyo módulo de velocidad inicial el igual al módulo de la velocidad final del proceso de lanzamiento. Para este cálculo se usan las ecuaciones de cinemática y colocamos un sistema de coordenadas con eje X horizontal positivo hacia donde será lanzada la flecha e Y vertical positivo hacia arriba. El origen esta en el punto de lanzamiento de la flecha:

$Y= Y_0 + v_0$ (sen 45º) t +1/2 gt^2

$X= X_0 + v_0$ (cos 45º) t

CONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL DEL GRAFICO DE F VS. X

Ahora el sistema de estudio es el arco. Se fija en posición horizontal y se mide la fuerza para cada posición a la que se estira el mismo y se grafica cada medida para construir la gráfica de módulo de F vs. X (eje X se toma de la misma manera que en el proceso de lanzamiento de la flecha) Fig. 3

Tener en cuenta que en cada posición a la que se mide al fuerza, se tiene estado de equilibrio entre la fuerza que hace el arco sobre el dinamómetro (o pesas que se usen) y la fuerza que hace el dinamómetro sobre el arco, por la 3º ley de Newton, estas fuerzas son de igual modulo y de sentidos opuestos.

Se hacen el resto de las consignas

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analiza qué tan buenas fueron las predicciones y los orígenes de las posibles discrepancias entre las predicciones teóricas y lo experimental.

RESULTADOS

El grafico que hemos obtenido de| modulo de| |F vs. X (o deformación) se muestra en la Fig. 1

La flecha tenía una masa de 100 g (50 g masa de la varilla y 50 g de plastilina Fig. 2) si no se usa plastilina en la punta, las discrepancias entre las predicciones y las medidas experimentales son mayores, ya que el modelo de partícula con masa resultaría poco satisfactorio aplicarlo a la flecha sin plastilina.

El alcance obtenido depende del tipo de arco utilizado, hemos obtenido alcances de aproximadamente 20 m.

El alcance experimental fue un 25% menor que el calculado. Consideramos que esto se ha debido a no tener en cuenta las fuerzas de fricción entre la flecha y la madera del arco durante el lanzamiento y entre la flecha y el aire durante el vuelo de ésta. También entendemos que se debe a que parte de la energía elástica almacenada en el arco y el hilo tenso no se han traducido en un trabajo efectivo para acelerar la flecha. Esta es una oportunidad para llegar a estudiar las fuerzas no conservativas con los alumnos.

La aplicación en el aula y evaluación de esta propuesta se encuentran en proceso. Los resultados experimentales fueron obtenidos por los autores al evaluar la viabilidad de dicha propuesta.

BIBLIOGRAFIA

Campanario, Juan; Moya, Aida (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.

Carrascosa, Jaime; Gil Pérez, Daniel; Vilches, Amparo; Valdés, Pablo (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Cuaderno brasileiro de ensino de física*, 23(2), 157-181.

Gil Pérez, Daniel; Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 155-163.

Gil Pérez, Daniel; Furió Más, Carles, Valdes.Pablo; Salinas, Julia; Martínez-Torregrosa, Joaquin; Gisasola, Jenaro; Gonzalez, Eduardo; Dumaa-Carré, Andrée; Goffard, Monique y Pessoa de Carvalho, Anna M (1999). Debates

Gil Pérez, Daniel; Carrascosa Alís, Jaime; Dumas-Carré, Andrée; Furió Mas, Carles; Gallego, Rómulo; Gene Duch, Anna; González, Eduardo; Guisasola, Jenaro; Martínez-Torregrosa, Joaquín; Pessoa De Carvalho, Anna; Salinas, Julia; Tricárico, Hugo y Valdés, Pablo (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica?. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 503-512.

Giordan, André; De Vecchi, Gérard (1995). *Los orígenes del saber*. Sevilla, Díada editora S. L., 25-83.

Lopes, B.; Costa, N.; (1996). Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las ciencias*, 14(1), 45-61.

Martínez, Aznar, M.; Ovejero Morcillo, P. (1997). Resolver el problema abierto: Teñir lanas a partir de productos colorantes naturales. Una actividad investigativa para la enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las ciencias*, 15(3), 401-422.

Pozo Municio Juan; Gómez Crespo, Miguel (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid Ediciones Morata, 252- 262.

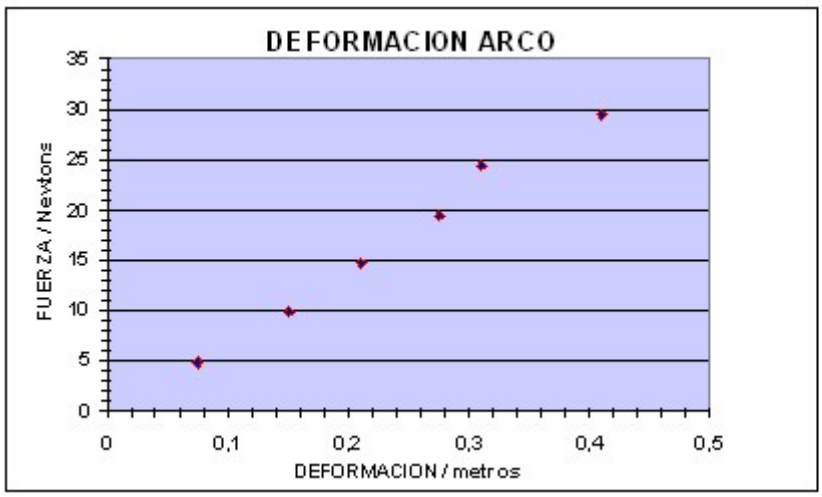

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

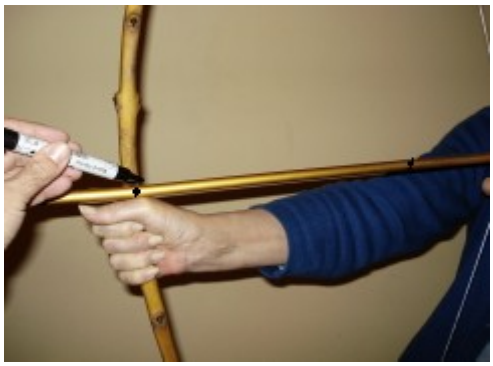

Fig. 5