

# La tercera ley de Newton: acciones y reacciones

Duración:  
1-2 periodos

## **Preguntas esenciales:**

¿Cómo es que las acciones y las reacciones en un sistema móvil se relacionan con las fuerzas y la aceleración?

## **Objetivos: Los estudiantes...**

- ver y experimentar como es que un sistema se mueve debido a acciones iguales y opuestas
- ver que una fuerza es necesaria para hacer que algo se mueva cuando está en reposo, o para cambiar su velocidad o su dirección

## **Concepto de ciencia:**

La Ley Tercera de Newton establece que con toda acción, hay una reacción igual y opuesta.

## **Introducción**

El explorador de Brotes de Rayos Gamma Swift (Swift Gamma-Ray Burst Explorer) es un satélite de NASA que estudia las explosiones del Universo que emiten las energías más intensas y breves llamadas brotes de rayos gamma (BRG). Éste fue lanzado en noviembre del 2004, Swift está detectando y observando cientos de estas explosiones, aumentando el conocimiento que tienen los científicos de estos eventos tan enigmáticos. Educación y promoción y alcance a la comunidad (E/PO) es uno de los objetivos de la misión. El grupo de NASA E/PO en la Universidad del Estado en Sonoma desarrolla actividades de clase inspiradas en la ciencia y la tecnología del explorador Swift, siguiendo los estándares educativos nacionales. La parte de enfrente del póster habla de la segunda ley de Newton y demuestra con dibujos como es que una masa es acelerada por una fuerza aplicada. Las descripciones de los dibujos se encuentran en la siguiente página. Este póster y sus actividades son parte de una serie de cuatro actividades aptas para estudiantes de 6to a 9no grado. Los pósters pueden ser mostrados solos o como set de cuatro.

La actividad en la página 4 proporciona un experimento que ilustra la Tercera Ley de de Newton. La actividad está completa y lista para utilizar en su clase; los únicos materiales extras que usted necesitará se encuentran listados en la página 3. La actividad está diseñada y está configurada de manera que usted pueda hacer fotocopias de la hoja de ejercicios de el estudiante y los otros folletos fácilmente.

*Los integrantes del grupo de NASA E/PO en la Universidad del Estado en Sonoma son:*

- Prof. Lynn Cominsky: Directora de Proyecto
- Dr. Phil Plait: Directora de Recursos de Educación
- Sarah Silva: Administrador de Programa
- Tim Graves: Consultor de Información y Tecnología
- Aurore Simonnet: Ilustradora Científica
- Laura Chase: Asistente de Programa

Extendemos nuestro agradecimiento al Dr. Kevin McLin, al equipo Embajador Educativo (EE) de la división de Astrofísica de la NASA, y al comité de revisión de WestEd. El material que se encuentra en este set de pósters fue creado en el 2000 y revisados arduamente por la Dra. Laura Whitlock y Kara Granger para el programa de Swift E/PO.

La página de internet del Swift Educación y promoción y alcance a la comunidad (Education and Public Outreach , E/PO) se encuentra en.

The Swift Education and Public Outreach website:  
<http://swift.sonoma.edu>.

Este póster y otros materiales educativos de Swift pueden encontrados en:  
<http://swift.sonoma.edu/education/>

Los estándares nacionales de ciencia y matemáticas de educación seguidos en este set de pósters de las leyes de Newton pueden ser localizados en:  
<http://swift.sonoma.edu/education/newton/standards.html>

### La descripción de el frente del póster:

**Cobete:** Un cohete funciona propulsando masa fuera la parte de atrás a una gran velocidad. La acción de la masa del combustible ardiendo hace que acelere empezando por la parte de atrás porque aplica una fuerza de reacción opuesta al cohete. De esta manera, la masa lo impulsa hacia enfrente. El cohete no empuja simplemente contra el suelo; esto trabaja aún en el espacio vacío.

**El camionero y la rampa:** Cuando el hombre empuja la caja pesada arriba la rampa, él aplica una fuerza a la caja, y la caja reacciona empujando. Si el hombre empuja suficiente fuerte, él puede vencer la gravedad y la fricción, acelerando la caja hacia arriba de la rampa.

**La compradora:** La mujer que empuja un carrito de compras siente una fuerza contraria aplicada por el carrito en ella.

**El jugador de béisbol:** Cuando el jugador de béisbol golpea la pelota con su bate, la pelota reacciona empujando al jugador. El jugador siente como un tirón hacia atrás cuando el batea la pelota.

**El pez:** El pez se propulsa a sí mismo hacia adelante empujando el agua que esta detrás hacia atrás. El agua

reacciona empujando el pez en sentido contrario, es decir, hacia adelante.

**Mano tirando cuerda conectada a una pesa:** Cuando la mano tira la cuerda conectada a la pesa, ésta aplica una fuerza a la pesa, y la pesa reacciona aplicando una fuerza en sentido contrario. La mano siente una resistencia.

**El puente:** Los puentes colgantes tienen que ver con acciones y reacciones. Los cables principales aprietan las astas de apoyo, y las astas reaccionan empujando con una fuerza igual pero opuesta. Los cables que cuelgan de los cables principales jalan los cables principales hacia abajo, que reacciona jalando para arriba a los cables verticales. La calle cuelga de los cables verticales, jalándolos hacia abajo, y los cables verticales reaccionan manteniendo la calle en su lugar.

**El futbolista:** Cuando el chico corre por la pelota y la patear, él aplica una fuerza a la pelota, haciéndola que se mueva hacia adelante. La pelota reacciona empujando contra el chico, que él siente como una presión en su pie al patear la pelota.

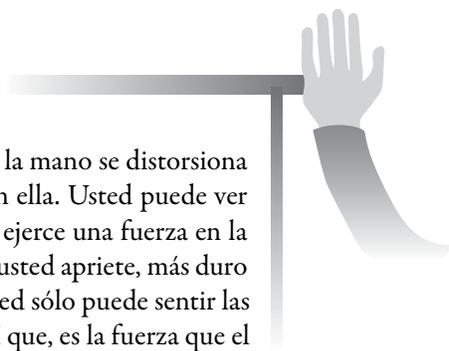
**El martillo y el clavo:** El martillo que golpea el clavo le aplica una fuerza grande. El clavo reacciona empujando hacia atrás contra el martillo. El carpintero siente esto como una sacudida hacia atrás contra su mano.

### Información de contexto para los maestros:

La Primera Ley de Newton explica la Ley de Inercia, que predice la conducta de los objetos cuando todas las fuerzas que actúan sobre ellos son equilibradas. La Segunda Ley de Newton describe cuantitativamente cómo es que las fuerzas desequilibradas afectan movimiento, y explica las fuerzas de la naturaleza que experimenta dos objetos que interactúan.

Nuestras experiencias diarias quizás nos dirijan a pensar que las fuerzas siempre son aplicadas por un objeto en otro; por ejemplo, un caballo tira una calesa, una persona empuja un carrito de tienda de comestibles, o un imán atrae un clavo. El Señor Isaac Newton se dió cuenta que las cosas no son tan sencillas, y no son tan unilaterales. Es cierto que, si un martillo golpea un clavo, el martillo ejerce una fuerza en el clavo (de manera que el clavo se mete en la tabla). Sin embargo, el clavo también debe ejercer una fuerza en el martillo dado que el estado del martillo es cambiado y, según la Primera Ley, esto requiere una fuerza externa neta. Esta es la esencia de la Tercera Ley de Newton: Por cada acción hay una reacción de fuerza igual y opuesta. Sin embargo, es importante comprender que la acción y la reacción actúan sobre objetos diferentes.

Trate esto: Presione su mano contra la orilla de una mesa. Observe cómo la mano se distorsiona en forma al ponerla contra la mesa. Claramente, una fuerza es ejercida en ella. Usted puede ver la orilla del escritorio que aprieta en la mano y se siente el escritorio que ejerce una fuerza en la mano. Ahora apriete la mano más fuerte contra la mesa. Entre más fuerte usted apriete, más duro el escritorio empuja contra la mano. Recuerde este punto importante: usted sólo puede sentir las fuerzas ejercidas en usted, no las fuerzas que usted ejerce en algo más. Así que, es la fuerza que el escritorio ejerce en usted que usted ve siente en su mano.



**Lectura previa a la actividad:**  
*la Tercera Ley de Newton y el Satélite Swift*

En los pósters anteriores de las Leyes de movimiento, se examinó lo que sucedió cuando Swift fue lanzado en el cohete, y nosotros estudiamos las fuerzas que actuaron sobre él cuando entró en órbita. Sin embargo, recuerda cuando Swift está dentro del cohete, el cohete quema combustible. El contenedor de combustible es expulsado fuera de la base del cohete en una corriente del escape. Como el escape sale del cohete, éste actúa sobre el cohete para propulsar el cohete hacia arriba en la atmósfera. Es decir, hay una fuerza hacia arriba en el cohete por la corriente del escape. Hay una fuerza igual y opuesta dirigida a la corriente del escape del cohete – el cohete empuja la corriente del escape con la misma fuerza al mismo tiempo que la corriente del escape levanta al cohete.

El objetivo científico del Swift es de detectar brotes de rayos gamma – explosiones breves de radiación de alta energía que ocurren en ubicaciones aleatorias en el cielo en tiempos imprevisibles. Para hacer esto, tiene un detector, el Telescopio de Alarma de Brotes (o BAT) que siempre ve aproximadamente 1/10 del cielo. Cuando el BAT detecta un brote de rayos gamma, el Swift gira y apunta al brote muy rápidamente para que dos otros telescopios a bordo - el Telescopio Ultravioleta-Óptico (UVOT) y el Telescopio de radiografía (XRT) - también puedan estudiar el brote. Si Swift puede girar rápidamente y el brote dura lo suficiente, los tres telescopios pueden estudiar el brote simultáneamente, proporcionando información sobre el brote en muchas longitudes de ondas diferentes de la luz. Es por lo tanto importante para el Swift poder girar muy rápidamente para señalar un chorro, y poder parar de girar rápidamente también. Esto es llamado “virar” el telescopio. Para comenzar y parar de virar, Swift utiliza un conjunto de pequeñas ruedas (llamado ruedas de reacción o volantes) dentro del satélite. Las ruedas se mueven gracias a un controlador de motor de pasos que se enciende o se apaga y hace que las ruedas se muevan o se paren.

Para empezar a virar, el controlador del motor de las ruedas del satélite hace que las ruedas empiecen a girar en una dirección; la fuerza de reacción causa que el satélite empiece a moverse en la dirección opuesta. Una vez que Swift se encuentra en la dirección correcta, las ruedas giran en el lado opuesto, causando que el Swift deje de virar. Esto hace que el satélite pare. El satélite tiene tres pares de ruedas que se pueden mover en diferentes direcciones, así que el satélite puede girar rápidamente y puede señalar en cualquier dirección. Para más información en como se mueve el satélite Swift, vea:

<http://heasarc.nasa.gov/docs/swift/swiftfaq.html#slew>

La Tercera Ley de Newton de Movimiento se aplica a las dos situaciones mencionados arriba. Tanto el cohete acelerando alejándose de la Tierra como el Swift virando rápidamente en el cohete en órbita son buenos ejemplos de acciones y reacciones iguales y opuestas. En la actividad de clase, los estudiantes construirán un cohete sencillo hecho de un globo que se comporta como el cohete que lleva Swift en la órbita. Ellos entonces analizarán el movimiento del cohete para aprender acerca de acciones, las reacciones y las fuerzas.

**Discusión para antes de la actividad:**

Puede ser útil señalar al póster y preguntarle a sus estudiantes si ellos pueden explicar las fuerzas de acción y reacción que representan los siguientes artículos imaginarios:

- a) Los delfines que nadan en la agua
- b) El cohete que vuela en el aire
- c) La mujer que empuja el carrito de compras
- d) El martillo que golpea el clavo

**Opcional:** Los estudiantes pueden leer la información en el lazo de internet mencionado anteriormente que describe cómo es que las ruedas de ímpetu trabajan. Muchos satélites utilizan ruedas de ímpetu para cambiar su dirección. ¿Cómo es que Swift es capaz de moverse más rápidamente que otros satélites?

**Materiales:**

- globos (uno por equipo)
- popotes de plástico (uno por equipo)
- cinta adhesiva
- hilo de caña de pescar o parecido (10 metros)
- un reloj con cronómetro
- cinta de medir

### **Las respuestas a la Discusión de la Pre-Actividad:**

#### *a) Los delfines que nadan en el agua*

Como los delfines nadan en el agua, ellos actúan sobre el agua, empujando el agua en la parte de atrás de ellos hacia atrás. El agua ejerce una reacción igual y opuesta en los delfines, propulsándolos hacia adelante.

#### *b) El cohete que vuela arriba en el aire*

Cuando el cohete vuela arriba en el espacio, el escape sale por atrás del cohete. El escape actúa en el cohete y lo empuja hacia arriba. El cohete tiene una acción igual y opuesta en el escape, expulsando el escape hacia abajo.

#### *c) La mujer que empuja el carrito de compras*

La mujer actúa sobre el carrito de compras, y lo mueve hacia adelante. El carrito de compras actúa sobre las manos de la mujer, empujándola en las manos con una reacción que ella puede sentir. Sin embargo, mientras ella siente una fuerza que la empuja hacia atrás la mujer no se mueve realmente hacia atrás porque ella puede vencer esa fuerza con los pies y piernas.

#### *d) El martillo que golpea el clavo*

El martillo actúa sobre el clavo, y lo mueve dentro de la madera. El clavo actúa sobre el martillo, empujando la cabeza del martillo con una reacción que puede ser sentida por la mano que sujeta el martillo. Sin embargo, típicamente el martillo es mucho más grande que el clavo y no es empujado por el clavo. La fuerza de la reacción se siente en la mano que sujeta el martillo. Como el clavo es dirigido hacia la madera, el clavo actúa sobre la madera, pero la fuerza de reacción de la madera en el clavo es desequilibrada, permitiendo el clavo acelerar en la dirección de la madera.

*Opcional:* La mayoría de los satélites tienen sólo cuatro ruedas (dos pares) de ímpetu, y Swift tiene 6 (tres pares).

### **Instrucciones para la Actividad de en clase: Un Día en las Carreras**

Los estudiantes deben ser divididos en grupos de cinco: una persona en cargo de llevar el tiempo, otra sujetará el hilo de caña, otra volará el globo y tendrá que hacer que no se salga el aire con solo los dedos (no se hará nudo), otra pegará el globo en la popote, y otro gritará cuando el cohete alcanza la línea de meta. Varios ensayos serán requeridos, y los resultados serán evaluados con un promedio de todos.

Usted puede utilizar las preguntas a discutir en el folleto de estudiante como base de discusión de clase o hacer que los estudiantes escriban las respuestas en la hoja. Las preguntas opcionales de la discusión son incluidas en la actividad de clase y discusión de la actividad de clase para estudiantes más avanzados.

### **Las respuestas a preguntas de actividad en clase:**

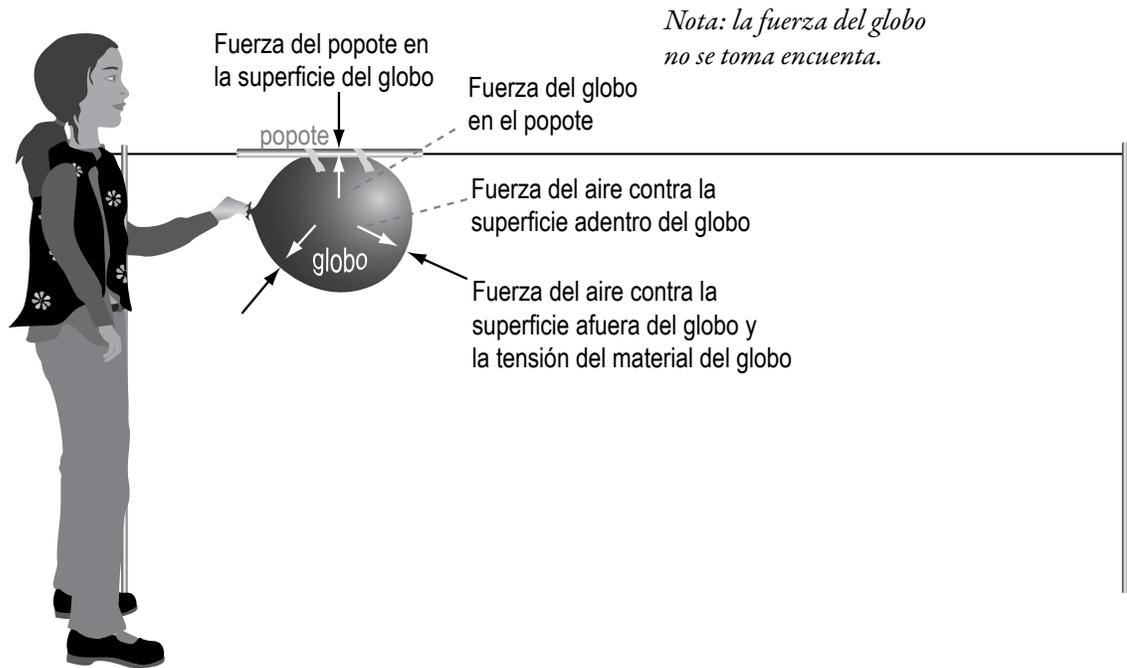
1) La tensión que tiene el material del globo, así como el aire fuera del globo, empuja el aire adentro del globo hacia afuera, causando que éste salga del globo. El aire que sale del globo crea una fuerza igual y opuesta que hace que el popote se mueva hacia adelante.

2) El globo y aire exterior ejercen una fuerza en el aire dentro del globo, forzándolo a salir. El aire que sale ejerce una fuerza contraria a el cohete hecho de globo, acelerándolo hacia adelante.

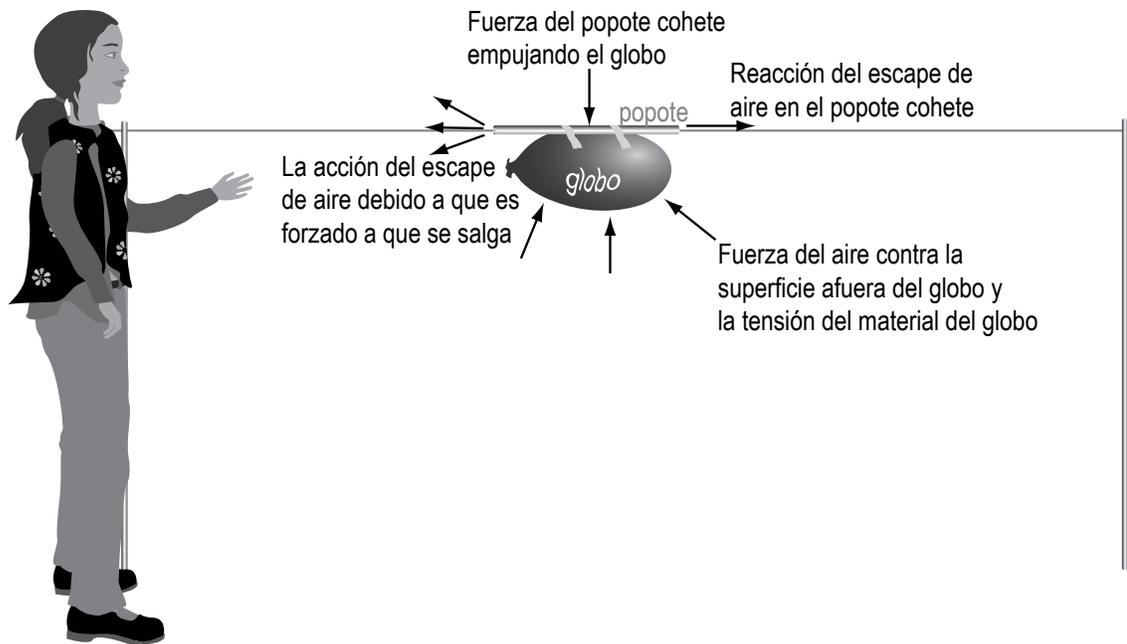
Una equivocación común es que el movimiento del globo es debido al aire que sale del globo. ¡Sin embargo, este experimento trabajaría aún en el espacio vacío! Es la acción del aire que se mueve hacia atrás que causa la reacción del globo hacia adelante. Es por esto que los cohetes trabajan aún fuera de la atmósfera de la Tierra.

3) *Actividad extra opcional para estudiantes avanzados* - ve el ejemplo siguiente:

Dibujo mostrando las fuerzas que actúan en el globo antes de que los suelten.  
 Haz una lista de las fuerzas de acción y reacción.



Dibujo de las fuerzas del globo después de que lo sueltan.  
 Lista de las fuerzas mostrando acción y reacción.



### Discusión para después de la actividad:

Recuerde, la Tercera Ley de Newton de Movimiento dice que siempre que un objeto ejerza una fuerza en otro objeto, el segundo objeto ejerce una fuerza igual frente la fuerza del primer objeto. Sin embargo, cabe notar que las dos fuerzas no actúan sobre el mismo objeto.

¿Acaso son las fuerzas que actúan en el cohete igual y opuestas? ¿Por qué si o por qué no?

*Opcional* (para estudiantes avanzados) : Liste en que se parecen o no el “globo cohete” con el verdadero que lanzamiento en órbita del Swift.

### Respuestas de la discusión para después de la actividad:

No, las fuerzas no fueron iguales ni opuestas. Si lo fueran, entonces la Segunda Ley de Newton, diría que existe fuerza neta en el cohete y no aceleraría. Cabe notar que cuando uno considera fuerzas, las fuerzas actúan sobre el mismo objeto. Cuando uno considera acciones y reacciones, las acciones ocurren en un objeto, mientras las reacciones ocurren en un objeto diferente.

*Opcional:* El cohete Swift fué lanzado verticalmente, y fué afectado por la fuerza de la gravedad. Es obviamente mucho más grande y más pesado y además llevaba combustible que lo ayudaría a moverse hacia adelante. En ambos casos, el escape que sale por la parte de atrás del cohete proporcionó la acción que empujó al hacia adelante el cohete.

### Evaluación:

Puntos	Un día en la carreras
4	A) El equipo puede construir correctamente y operar el globo de cohete. B) estudiante Individual puede proporcionar un análisis correcto y congruente de por qué el cohete se movió. C) El estudiante individual puede identificar correctamente cómo la tercera ley de Newton es ilustrada por este experimento. D) Estudiante puede explicar la diferencia entre fuerzas y acciones/reacciones.
3	Estudiante forma parte de un equipo que logra objetivo A) y también puede contestar correctamente B) y C) arriba.
2	Estudiante forma parte de un equipo que logra objetivo A) y también puede describir las acciones y las reacciones que hicieron el movimiento de cohete.
1	Estudiante forma parte de un equipo que logra objetivo A) arriba.
0	Estudiante no logra ninguno de los objetivos arriba.

# Folleto para el estudiante:

## La tercera ley de Newton: acciones y reacciones

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Clase: \_\_\_\_\_

En esta actividad, el estudiante aprenderá acerca de la Tercera Ley de Newton de Movimiento: aprenderá cómo relacionar las acciones y reacciones en un sistema móvil con fuerzas aplicadas y aceleración.

En este experimento el estudiante creará un cohete de globo y popote! También aprenderá cómo hacer que el globo salga lanzado y golpee la pizarra en frente del salón. Se utilizará un hilo de caña para que el globo tenga un camino a seguir.

### Instrucciones: Un Día de Carreras

Esta es una carrera. El ganador de la carrera será el que llegue más rápido a la meta.

1. Dividir en grupos de por lo menos cinco estudiantes.
2. Conecte un fin del hilo al a la pizarra con cinta adhesiva. Que un compañero de equipo sostenga el otro fin del hilo para que esté tenso y aproximadamente horizontal. El hilo debe ser sostenido constantemente y no debe de moverse durante el experimento.
3. Que a un compañero de equipo infle el globo y lo detenga sin nudos (solo con los dedos). Que a otro compañero de equipo pegue el popote al lado del globo. Enhebre el hilo por el popote y detenga el globo al principio del hilo.
4. Asigne a un compañero de equipo para que tome el tiempo. ¡El globo debe ser soltado cuando el guarda-tiempo grite "Tres"! Observe cómo el cohete se mueve hacia la pizarra.
5. Tenga otro compañero de equipo junto a la "Parada" del globo frente a la pizarra. Este estudiante gritará "Para el tiempo" cuando el cohete golpee su objetivo. Si el globo se para antes de llegar a la pizarra, entonces el estudiante deberá gritar "Para el tiempo" justo cuando se pare el globo. El estudiante guarda-tiempo debe registrar el tiempo de vuelo.
6. Mida la distancia exacta que el cohete viajó. Calcule la velocidad promedio en que el globo viajó. Para hacer esto, divida la distancia recorrida por el

### Materiales:

- globos (uno por equipo)
- popotes de plástico (uno por equipo)
- cinta adhesiva
- hilo de caña de pescar o parecido (10 metros)
- un reloj con cronómetro
- cinta de medir

tiempo en el que el globo voló o "tiempo de vuelo". Escriba sus resultados en la tabla abajo.

7. Cada equipo debe realizar dos experimentos más por un total de tres y llenar las secciones en la tabla de resultados.
8. Calcule la velocidad promedio de los tres experimentos para determinar que equipo hizo el menor tiempo.

### Explique:

1. ¿Qué hizo que se moviera el cohete?
2. ¿Cómo es que esta actividad demuestra la Tercera Ley de Newton de Movimiento? ¿Qué acelera? ¿Qué es lo que proporcionó la fuerza?
3. *Pregunta extra opcional para estudiantes avanzados:* Dibuja figuras y utiliza flechas para marcar las fuerzas de acción y reacción que actúan sobre el globo - antes de que fuera soltado y después de que fuera soltado.

	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg)
<b>Experimento 1</b>			
<b>Experimento 2</b>			
<b>Experimento 3</b>			
			promedio:

## Los estándares de los cuatro pósters:

La Ciencia Nacional y los Estándares de Matemáticas para los Materiales de las Leyes del Newton  
(todas las actividades)

CIENCIA FISICA (Grados 5-8, 9-12)

- Movimientos y Fuerzas

UNIFICANDO CONCEPTOS de CIENCIA Y PROCESOS

- Sistemas, orden, y organización
- Evidencia, modelos, y explicaciones
- Cambio, constancia, y medida

CIENCIA COMO INDAGACION

- Estudiando conceptos científicos
- Estudiando la naturaleza de la ciencia
- Habilidades necesarias para llegar a ser investigadores independientes del mundo natural

ALGEBRA (Grados 6-12)

- Estudiando patrones, relaciones, y funciones
- Representación y análisis de situaciones matemáticas

MEDIDAS (Grados 6-12)

- Estudiando y utilizando atributos de objetos que se pueden medir
- Aplicación de técnicas apropiadas, herramientas, y fórmulas

El ANALISIS de DATOS (Gradúa 6-12)

- Selección, creación, y utilización apropiada de representaciones gráficas de datos
- Desarrollo y evaluación de inferencias y predicciones basadas en datos

ESTANDARES de PROCESOS de MATEMATICAS

- Razonamiento
- Resolución de problemas
- Representación Matemática y Relaciones
- Conexiones a la Ciencia y el Mundo Exterior
- Comunicación de Matemáticas y Ciencia

## Referencia Bibliográfica:

Copia de los materiales e información adicional sobre las leyes de movimiento de Newton y leyes de la Gravedad pueden ser encontradas en la página web de Swift Mission Education and Public Outreach en: <http://swift.sonoma.edu/>

- NASA páginas web:  
NASA página web oficial - <http://www.nasa.gov>  
Satélite *Swift* - <http://swift.gsfc.nasa.gov>
- NASA Recursos Educativos:  
The Space Place - <http://spaceplace.nasa.gov>  
¡Imagina el Universo! - <http://imagine.gsfc.nasa.gov>
- NASA's Central Operation of Resources for Educators (CORE):  
<http://education.nasa.gov/edprograms/core/home/index.html>  
Mira estos videos: -  
"Liftoff to Learning: Newton in Space" (1992), \$15.00 -  
"Flight Testing Newton's Laws" (1999), \$24.00 -
- NASA's Space Science Education Resource Directory:  
<http://teachspacescience.org>
- Newton's Laws of Motion:  
<http://www-istp.gsfc.nasa.gov/stargaze/Snewton.htm>  
<http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/airplane/newton.html>  
[http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/TRC/Rockets/rocket\\_principles.html](http://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/TRC/Rockets/rocket_principles.html)
- Newton's Law of Gravitation:  
<http://csep10.phys.utk.edu/astr161/lect/history/newtongrav.html>
- Newton in the Classroom:  
<http://www.physicsclassroom.com/Class/newtlaws/newtlto.html>  
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/newtlaws/u2l1a.html>
- Los nueve Planetas:  
<http://nineplanets.org/>

<http://swift.sonoma.edu>

