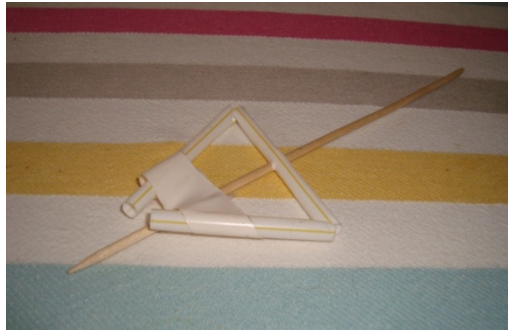


## ALGUNOS MONTAJES DIDÁCTICOS, ECONÓMICOS Y LÚDICOS PARA APRENDER FÍSICA Y QUÍMICA

- Montajes sencillos y didácticos para conseguir la motivación e implicación de los alumnos en el aprendizaje de principios y leyes de relacionadas con la Física y la Química.
- Los materiales son muy baratos y asequibles por lo que estos dispositivos suponen un ahorro considerable. En el caso de utilizarse pajitas son siempre biodegradables.
- Mediante estos divertidos montajes se pretende ilusionar a los alumnos para profundizar en los conocimientos de Física y Química. Las clases son menos teóricas y aburridas.
- Decía Maxwell que: “El valor educativo de un experimento es, a menudo, inversamente proporcional a la complejidad del dispositivo experimental” (Maxwell 1871).





- **Algunos de los montajes pertenecen a los propios alumnos. Se fomenta así su autonomía y responsabilidad.**
- **Algunos de los dispositivos son realizables por los propios alumnos.**
- **Aumenta su curiosidad para saber la ley o principio físico o químico que está detrás de eso que aprenden. Se consigue la complicidad y motivación de alumno en su aprendizaje.**
- **En esta sesión analizaremos dispositivos de Dinámica relacionados con fuerzas, presión y energía. También veremos dos dispositivos de química**
- **Se pretende enganchar a los alumnos mediante estos divertidos montajes para ahondar en el estudio de las leyes básicas de la Física.**

## PRIMERA LEY

### Globo deslizante

\* 1ª Ley: En ausencia de una fuerza neta sobre un cuerpo, permanece en reposo o movimiento rectilíneo uniforme.

\* Gracias al globo se consigue evitar la fuerza de rozamiento, Si se lanza despacio, permanece con movimiento lento. Si se lanza deprisa, permanece con movimiento rápido.



\* No hay muchas experiencias directas de la 1ª Ley porque actúa la fuerza de rozamiento, o la de gravedad, o...

\* Hay barcos aerodeslizadores (hovercrafts) que funcionan de forma similar.

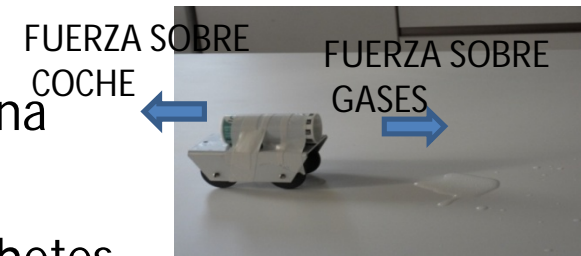
\* Vídeo con explicaciones : [https://youtu.be/IBoxw2w\\_PTE](https://youtu.be/IBoxw2w_PTE)

## SEGUNDA Y TERCERA LEY

### Coche a reacción

\* 3ª: Si un cuerpo A ejerce una fuerza sobre otro B, éste (B) también hace la misma fuerza sobre A pero de sentido contrario.

\* Se utiliza un tubito de aspirinas y un carrito  
Rellenamos con un poco de agua y un trocito de aspirina efervescente.



\* Este coche es un ejemplo de cómo se mueven los cohetes.

\* ¿Hay una fuerza sobre el aire circundante, y por reacción el coche o cohete se mueve en el otro sentido?

(No; no se necesita aire. ¡Se hace una fuerza sobre los gases que salen!)

\* Como las fuerzas de acción y reacción son iguales también se puede estudiar la 2ª ley (La fuerza neta sobre un cuerpo es directamente proporcional a su aceleración ( $\mathbf{F} = m \cdot a$ ))  
Hay la misma fuerza sobre el tapón (1,5 g) que sobre el carrito (7 g).  
El de menor masa (mayor) se mueve con mayor (menor) aceleración.

\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/GDfQX8hnhpc>

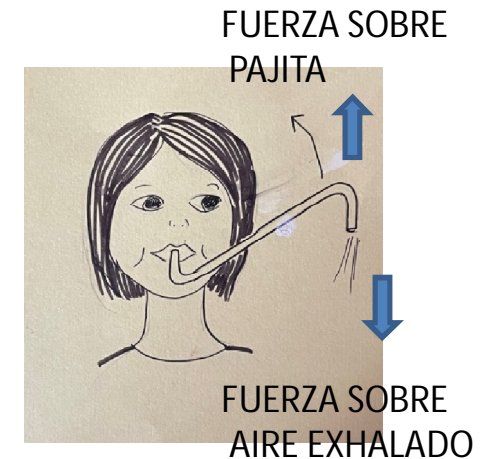
## TERCERA LEY DE LA DINÁMICA

### Pajita con botella, en círculo y volando

\* La misma fuerza que actúa sobre el aire que sale, actúa sobre la pajita.

\* Si las pajitas ensambladas son más cortas giran más deprisa. Efectivamente, como la velocidad ( $v$ ) de salida del aire no depende de la longitud, a igual  $v$ , si  $r$  es menor mayor  $w$ , según:  $v = w r$

\* Debido a la tercera ley, no existen fuerzas aisladas. Siempre que hay una fuerza debe haber la de reacción.



Pajita con botella



Pajita que rota y vuela

\* Vídeos con explicaciones :

-Pajitas en círculo:

<https://youtu.be/CdPotgGSgCk>

-Pajita que rota y vuela:

<https://youtu.be/TECR9PkYJmU>

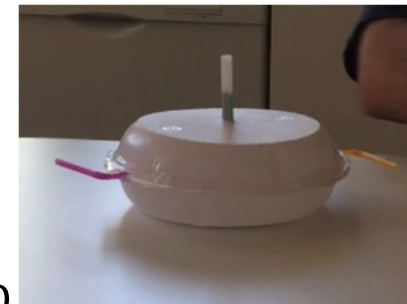
-Pajita con botella:

<https://youtu.be/AX5PNkiwjxE>

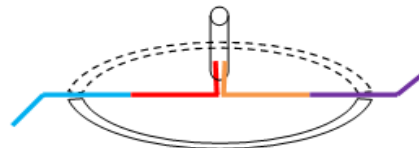
## TERCERA LEY Y CONSERVACIÓN MOMENTO ANGULAR

### Máquina de Herón con aire y con agua

- \* Herón de Alejandría fabricó en el siglo I (d.C.) la primera máquina de vapor: Eolípila. Rotaba gracias a la salida del vapor de agua por dos tubos laterales acodados.
- \* En el caso de la botellita, cuando se rellena de agua, se observa que gira en sentido contrario a la salida del agua.
- \* Es más rápido ilustrar esta máquina con aire. Cuando se sopla por la pajita ancha central gira en sentido contrario a la salida del aire. Se necesitan 4 pajitas y en el plato inferior hay que pegar una canica o un spiner.
- \* También se comprueba la conservación del momento angular porque gira durante bastante tiempo por haber poco rozamiento



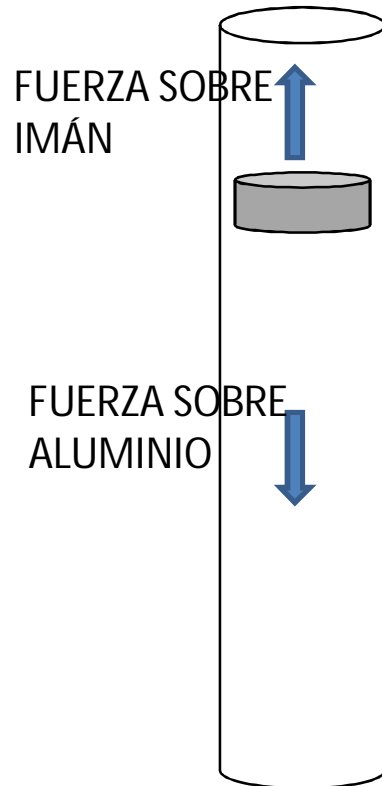
ESQUEMA DEL INTERIOR



\*Vídeo con explicaciones : [https://youtu.be/c3xCJe63B\\_Y](https://youtu.be/c3xCJe63B_Y)

## LEY DE ACCIÓN Y REACCIÓN

# Fuerzas magnéticas de acción y reacción

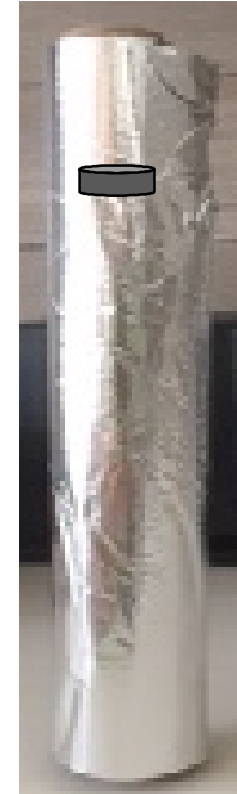


\* Un pequeño imán de Neodimio se suelta por el interior. Sorprende que cae con velocidad uniforme

\* Al descender el imán, hay una variación de flujo magnético y se crea una corriente inducida en el rollo de Aluminio (ley de Faraday)

\* Esta corriente crea un campo magnético que se opone al del imán (ley de Lenz) por lo que hay una fuerza magnética hacia arriba igual al peso del imán.

\* Si hay una fuerza hacia arriba del Aluminio sobre el imán debe haber la reacción hacia abajo del imán sobre el rollo de Aluminio que detecta la balanza.



\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/-NSsu7VMQPg>

## ACCIÓN Y REACCIÓN

### Juguete helicóptero

\* Como las aspas están inclinadas, al girar chocan con el aire y lo empujan hacia abajo. Por reacción el helicóptero sube.

\* Cuidado que si se gira al revés, en vez de subir baja!!

\* En el caso de un helicóptero real... ¿se giran las palas en el otro sentido para bajar? (No; siempre giran en el = sentido. Para bajar se cambia su orientación).

\* Los flaps de las alas de los aviones se orientan adecuadamente para conseguir una fuerza de reacción hacia arriba (despegando) o hacia abajo (aterrizando)

\* Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/ukRoeDzsifs>





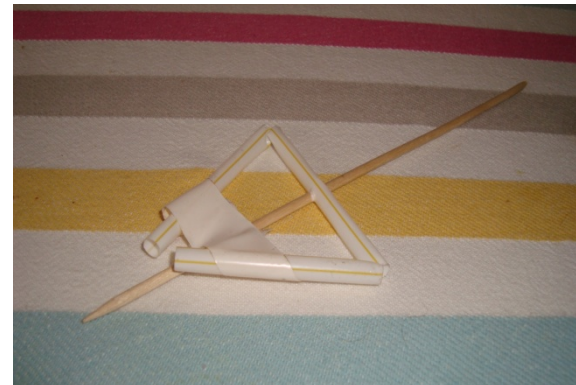
## FUERZA CENTRÍPETA

### Aspersor

\* Ilustra bien la fuerza centrípeta que permite girar a los objetos en círculo. Dicha fuerza hacia el centro del círculo, es proporcionada por el experimentador y se transmite gracias al palito. Cuando hay una fuerza centrípeta y algo gira (en este caso las gotas de agua) tienden a salir por la tangente. Por eso las gotas suben por los lados de la pajita y salen despedidas.

\*Vídeo con explicaciones :

<https://youtu.be/XpwSzc-Kn44>



\* Si se observa atentamente una de las gotas se comprueba que la trayectoria que siguen nada más salir del círculo es rectilínea (conservación del momento lineal) en contra de la preconcepción errónea que afirma que siguen con el movimiento circular. Una vez que ha salido cada gota hacia arriba, se ve afectada por la gravedad y por eso realiza un movimiento parabólico. Que es mayor si la fuerza centrípeta original es más intensa

## FUERZA CENTRÍPETA Y CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR

### Girando por el peso de una bola

- Atamos una cuerda a una bola pequeña y a una bola pesada en el otro extremo. La hacemos pasar por la carcasa de plástico de un bolígrafo.
- Al girar la bola pequeña se consigue que lo haga en equilibrio animada por el peso de la bola grande. De tal manera que es posible calcular fácilmente el valor de la fuerza centrípeta:  $F_{\text{cen}} = m \cdot g$



\* Los alumnos pueden también calcularla a partir del periodo del movimiento circular, midiendo el radio de la cuerda y la masa pequeña :  $F_{\text{cen}} = m \omega^2 R = m (2\pi/T)^2 \cdot R$  . A continuación es interesante comparar ambas medidas y hallar el error cometido.

\* Se constata que si el radio es menor, gira más deprisa. Efectivamente  $F_c = m \omega^2 R$

\* Este dispositivo también ilustra el principio de conservación del momento angular  $L(\text{constante}) = I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$

## FUERZA CENTRÍPETA Y CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR

### El spinner que no se cae

- Cuando un cuerpo gira, se conserva el momento angular si el momento resultante es cero. Así hay una tendencia a que se continúe el giro conservándose el eje de giro.

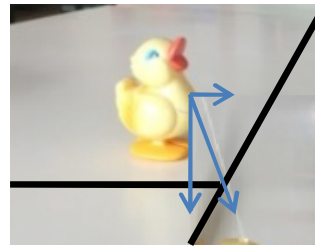
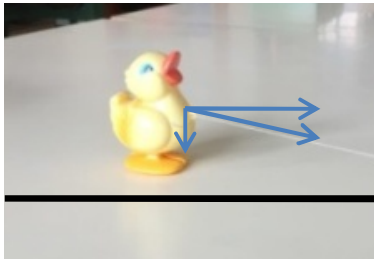


- El spinner está en equilibrio porque al mantenerse el eje de giro la fuerza peso siempre está en la misma vertical que la fuerza de sustentación.

## FUERZA DE ROZAMIENTO

### Patito prudente

\* Avanza pero se para siempre al borde de la mesa. No es que el patito tenga vértigo y decida pararse:



\* Cuando el patito está lejos del borde la fuerza horizontal ( $F_x$ ) que tira de él es más larga que la fuerza vertical ( $F_y$ ) hacia la mesa.

\* Cuando el patito está cerca del borde la fuerza horizontal ( $F_x$ ) es pequeña, pero la vertical ( $F_y$ ) es larga.

\* La fuerza de rozamiento es mayor en el segundo caso y el patito se para.

$$F_{roz} = \mu N = \mu (p + F_y)$$

\* Vídeo con explicaciones : [https://youtu.be/A6ud\\_otr4pU](https://youtu.be/A6ud_otr4pU)

## FUERZAS Y PRESIÓN EN FLUIDOS

### Ley de Gay-Lussac

\* El francés Joseph Gay-Lussac propuso la ley en 1802:

A volumen constante, la presión de un gas es directamente proporcional a la temperatura

\* Cuando se ponen las manos en el tarro se calienta el aire interior ejerciendo mayor presión sobre el líquido que sube por la pajita. Si se hacen marcas puede servir como termómetro.

\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/9V1CxUOyBFo>



### Ley de Boyle Mariotte

\* El británico Robert Boyle en 1662 y el francés Edme Mariotte en 1676 llegaron a la misma conclusión: A temperatura constante, la presión y el volumen de un gas son inversamente proporcionales.

• Cuando se deja caer la flecha sonora disminuye el volumen de aire de la cámara de plástico amarilla rompiéndose la tapa de papel colocada previamente. Se produce un sonido estruendoso generado por una onda de presión que llega al tímpano.

\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/oRihjoaQ288>



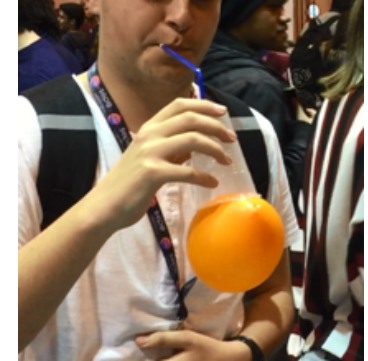
## Fuerzas y presión en fluidos PRINCIPIO DE BERNOULLI

### Globo ingrávigo

\* Daniel Bernoulli en 1738 dedujo que un aumento en la velocidad de un fluido ocurre simultáneamente con una disminución en la presión.

\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/fAD0o5PiGRI>

\* Se atraviesa el fondo de un vaso de plástico con una pajita. Si se pone un globo en la embocadura del vaso y se da la vuelta, el globo cae. Pero si se sopla no lo hace. Como el aire sale a gran velocidad entre el vaso y el globo se produce una disminución de la presión. Entonces actúa la presión atmosférica impidiendo que caiga.



### Spray y efecto chimenea

\* Este montaje requiere dos pajitas colocadas perpendicularmente y pegadas a una base de plástico. Cuando se sumerge la pajita vertical en un vaso con agua y se sopla por la horizontal tiene lugar una disminución de la presión en la parte superior de la vertical por lo que actúa la presión atmosférica empujando al agua hacia arriba que sale difuminada en pequeñas gotas.

\* Un efecto similar le ocurre al humo en una chimenea.

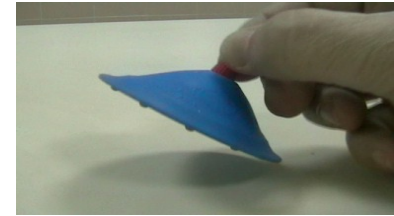
\*Vídeo con explicaciones: <https://youtu.be/6qp2DQeUuaY>



## CONSERVACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA

### Goma saltarina

\* Cuando se deja caer a poca altura rebota y llega hasta el techo.



\* Parece que no se cumple un principio sagrado: la energía siempre se conserva. (Hay que tener en cuenta que al principio no sólo tiene energía potencial gravitatoria, también tiene energía potencial elástica).

\* Para que caiga perpendicular al suelo, al soltarla se ha de girar en posición perpendicular, debido a la conservación del momento angular se mantiene el eje de giro por lo que cae correctamente (impacto perpendicular)

\*Vídeo con explicaciones : <https://youtu.be/z02V3Lproeg>

### Carrito con goma enrollable

\* La energía elástica de la goma se transforma en energía cinética que hace girar la hélice y avanzar al carrito.

\* Dentro de la pajita hay una goma que se engancha a la hélice por un extremo y a un clip perpendicular a la pajita en el otro extremo. Cuando se dan muchas vueltas a la hélice y se suelta, el carrito avanza rápidamente.



\*Vídeo con explicaciones : [https://youtu.be/1i1QFE4\\_-hk](https://youtu.be/1i1QFE4_-hk)

## CONSERVACIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA

### Bolas superpuestas

\* Al tirar sólo la bolita pequeña alcanza poca altura, pero cuando se deja caer encima de todas las demás alcanza mucha más altura que la inicial..

•Según la ley de acción y reacción, cada bola al chocar recibe una fuerza que transmiten a la de arriba

•Mediante un cálculo sencillo a partir de la conservación del momento lineal , y de la conservación de la energía mecánica se deduce que si sólo fueran dos las que chocaran, la altura alcanzada es 9 veces la inicial. Al haber en total 4 bolas se llega a una altura mucho mayor: si el choque fuera elástico, se cumpliría que  $m_4gh'$  sería igual a  $(m_1+m_2+m_3+m_4)gh$ , obteniéndose  $h'$  igual a  $26h$ . Como no es elástico, se obtiene un valor menor.

Vídeo con explicaciones del astroblaster: <https://youtu.be/WUq7f9UbHY0>

•Parece que no se cumple un principio sagrado: la energía siempre se conserva.





## DISPOSITIVOS EN QUÍMICA

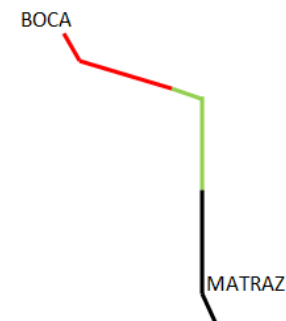
### 7. LA VARILLA MÁGICA QUE CAMBIA EL COLOR

En un vaso de precipitados de 250 mL echamos agua destilada hasta la mitad y ponemos unas gotas del indicador azul de bromotimol. Se preparan también vasos de 400 cm<sup>3</sup> con disoluciones 0,15 M de HCl y NaOH . Al introducir la varilla (pajita) mágica en las disoluciones una o 2 gotas quedan adheridas. Suficiente para cambiar el pH y el color cada vez que se mete en el agua.



### 8. MONTAJE PARA REACCIONES CON AIRE EXHALADO

Otra manera de acidificar la disolución anterior, es introduciendo CO<sub>2</sub> del aire exhalado. Cuando algún voluntario sopla por el dispositivo de 3 pajitas ecológicas, se observa rápidamente color amarillo. Se utiliza el montaje de 3 pajitas para introducir aire exhalado. Al ser tan largo se evitan salpicaduras, que se aspire, o que se sople por error del extremo no adecuado. Además puede observarse lo que va ocurriendo en el matraz.



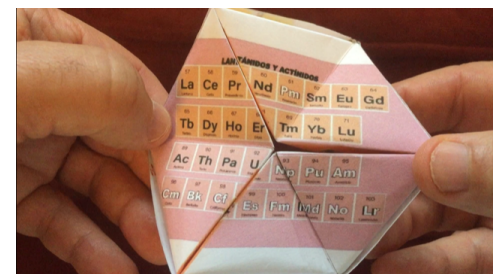
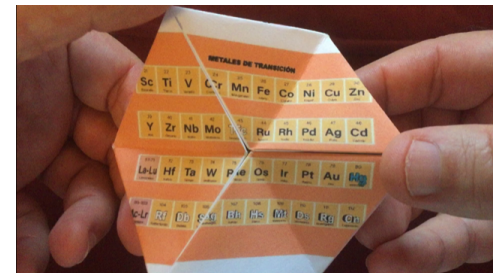
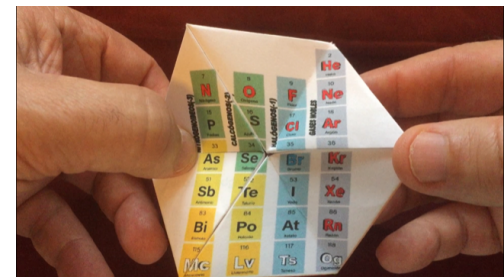
\*Vídeo con explicaciones: [https://youtu.be/\\_vil\\_enQWYM](https://youtu.be/_vil_enQWYM)

## DISPOSITIVOS EN QUÍMICA

### TABLA PERIÓDICA EN 3D

Se trata de un Caleidociclo, figura tridimensional realizada a partir de una plantilla plana. Tiene 4 caras distintas donde se ha distribuido todos los elementos de la tabla periódica de forma organizada. El criterio para hacerlo ha sido la configuración electrónica externa de los elementos. En la primera cara están los elementos del bloque s (último orbital ocupado en su configuración) y los primeros del grupo p. En la siguiente se presentan el resto de los elementos representativos del bloque p. En la tercera los del bloque d. Y en la última los del bloque f. Mediante movimientos sencillos puede escogerse una de las caras.

Esta figura contribuye a una didáctica activa, lúdica y organizada de la la tabla periódica. Cabe en la palma de una mano. Hay una versión en español y otra en inglés (ver referencias finales). En cada una de ellas, además de la plantilla, se explica paso a paso el montaje.



- Artículo en Eureka sobre montajes para estudiar la 3ª Ley  
<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2928/2638>
- Video: Montajes con pajitas ecológicas para didáctica de la dinámica  
<https://youtu.be/g1KP8YwDKYU>
- Vid. Dispositivos sencillos acción-reacción [https://youtu.be/U4fvaJGt\\_f0](https://youtu.be/U4fvaJGt_f0)
- Vídeo: Caleidociclo. <https://youtu.be/bdINoO49WEg>
- Artículo del caleidociclo en español:  
<https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1652>
- Artículo del Kaleidocycle en inglés: <https://www.chemedx.org/blog/three-dimensional-figure-improve-didactics-periodic-table>
- Pagina Web con artilugios de Arvind Gupta  
<http://www.arvindguptatoys.com/toys-from-trash.php>
- Explicación de fuerzas magnéticas de acción y reacción:  
<https://youtu.be/-NSsu7VMQPg>
- **Artículo: “Física con pajitas ecológicas” Libro en pdf del VI congreso internacional de docentes de ciencia y tecnología (p. 71-80) Abril 2021.**  
<https://zenodo.org/record/4722939#.YgjQwdKCGUK>