

Experimentos sobre la caída de los cuerpos

Héctor Domínguez
Julieta Fierro

La caída de los cuerpos

Desde que somos niños nos asombramos de que los cuerpos caigan hacia el piso. Experimentamos una y otra vez soltando sonajas, comida, pelotas y muchos objetos más, maravillados por esta peculiar característica: la atracción de nuestro planeta Tierra hacia todos los objetos terrestres. La fuerza de gravedad siempre ha seducido a los científicos. Todavía no se explican la razón por la cual existe, lo que sí pueden hacer es analizar sus propiedades.

Experimento 1. La caída de un cuerpo plano y ligero



Figura 1. La hoja cae después que la pelota por la fricción del aire.

Un cuerpo se mueve en caída libre cuando cae sólo por efecto de la fuerza de la gravedad, libre de cualquier otra fuerza que intervenga en el proceso. En nuestro mundo, el movimiento de los cuerpos que caen no corresponde a la caída libre, ya que el aire en el que estamos inmersos actúa oponiéndose al movimiento.

La experiencia dentro de nuestra vida cotidiana nos muestra que un objeto extendido, como una pluma de ave, cae de manera más lenta que una pelota de esponja a pesar de soltarlas desde la misma altura y al mismo tiempo. Es sencillo realizar un experimento similar al anterior y sugerimos que el docente lo haga. Si no se consigue una pluma, una hoja de papel puede ser un buen sustituto. Al soltar la hoja, con su cara paralela al piso, al mismo tiempo que la pelota, se verificará que la pelota llegará primero al piso (ver fig. 1).

A pesar del resultado anterior, Galileo propuso que en condiciones ideales, si se pudiera eliminar el aire y, por lo tanto, la fricción de éste, todos los objetos caerían de manera simultánea, independientemente de su forma, tamaño o de lo que estén hechos (su composición química). Lo que hace que la pluma y la hoja de papel con su cara paralela al piso caigan más despacio es la fricción con el aire; ésta, de alguna forma, sostiene a la hoja de papel y a la pluma; en otras palabras, las sustenta. Hay que destacar que esta sustentación depende del tamaño de la superficie del objeto que interacciona con el aire, que llamaremos *área de sustentación*.

Experimento 2. La sustentación



Figura 2. El área de sustentación de la hoja depende de su inclinación.

Para comprender la sustentación, el profesor requerirá una hoja de papel y un sitio amplio.

Si suelta la hoja de papel, ésta caerá de diferentes maneras dependiendo del área de sustentación, que a su vez depende de la inclinación de la hoja con respecto al suelo. Notará que si la suelta con su cara perpendicular al piso, en cuyo caso el área de sustentación es muy reducida, caerá más rápido que cuando su cara sea paralela al piso, cuando el área de sustentación es mayor (ver fig. 2).

Ahora sostenga la hoja entre las palmas de las manos con los brazos extendidos hacia adelante. Las

manos deberán estar ligeramente inclinadas hacia la derecha (ver fig. 3). Gire de izquierda a derecha y retire la mano de abajo (la derecha). La hoja de papel no se caerá gracias a la sustentación del aire. Una hoja de papel en movimiento con una cierta inclinación está sujeta a la sustentación (ver fig. 4).



Figura 3. Tomamos la hoja con ambas manos y los brazos estirados.



Figura 4. La hoja no se cae si giramos con ella.



Figura 5. El avión planea debido a la sustentación.

A continuación deberá construir un avión de papel. Necesita una hoja de papel tamaño carta. Dóblela a la mitad por la parte más larga. Después doble dos esquinas (que serán la punta del avión) hacia la línea central; enseguida, doble a la mitad cada lado de la hoja hasta hacerlas coincidir con el borde. Ya tiene un avión con su punta y sus alas.

Lance su avión hacia adelante con la punta ligeramente inclinada hacia el suelo. El avión planeará por la sustentación con el aire. El aire se vuelve como una resbaladilla invisible por donde se desliza el avión.

En algunas revistas, libros o en Internet puede encontrar varias formas de construir aviones de papel más elaborados que planean mejor que el avión anterior; éste fue elegido por su simplicidad.

Vale la pena experimentar con un diseño más complejo (en las páginas centrales de la revista encontrará las instrucciones para armar el avión de la figura 5).

Las aves y mariposas saben que si se dejan caer con una ligera inclinación y con las alas bien extendidas, el aire las hará planear. Si viajamos en autobús al campo, desde las ventanas se pueden observar zopilotes planeando durante largos minutos, descendiendo lentamente como por una grande y amplia resbaladilla en espiral.

Experimento 3. Caída de un vaso vacío y caída de agua

Volviendo a nuestro mundo con aire, para el siguiente experimento necesitaremos agua y un par de vasos de plástico desechables como los que se usan en las fiestas.

Coloque uno de los vasos de cabeza y en el otro vierta agua (ver fig. 6). Tome los vasos en la misma posición en la que están en la mesa. Ahora suelte el vaso que está de cabeza y al mismo tiempo vierta el agua del otro vaso; observe la rapidez con la que caen (ver fig. 7). ¿Qué cae más rápido? Pues caerá más rápido la porción de agua. Cuando el vaso está invertido tarda más tiempo en caer que la porción de agua porque el aire lo sustenta, como si fuera un paracaídas.

¿Qué pasará si suelta el vaso de plástico invertido con el agua en su interior?, ¿acaso el agua volverá a caer más rápido? Para comprobarlo se debe hacer otro experimento.



Figura 6. Vaso de cabeza y vaso con agua. Figura 7. Se suelta el vaso y se tira el agua.

Experimento 4. Caída de un vaso con agua

El profesor requerirá un comal muy delgado o un trozo de plástico rígido y liso de unos 20 x 20 cm de lado, aproximadamente; un vaso de plástico transparente y ligero; agua, y un sitio alto de donde pueda soltar el vaso con agua (por ejemplo, el cubo de una escalera, un balcón o una ventana que dé a un sitio poco transitado).

Lo que se pretende mostrar es que el agua y el vaso caen al mismo tiempo cuando el agua está contenida en el vaso, dado que ésta anula el efecto de “paracaídas”. Para visualizar este resultado hay que soltar el vaso con agua exactamente al mismo tiempo, como veremos a continuación.

Vierta agua en el vaso hasta que lo llene en unas tres cuartas partes (ver fig. 8). Cubra el vaso con la parte “convexa” del comal (la que no tiene el borde) o con el trozo de plástico (ver fig. 10). Voltee rápidamente el vaso y el comal (o la base de plástico) al mismo tiempo y sin apretar el vaso. Lo primero que notará es que el agua no se sale, aunque el vaso esté de cabeza (ver fig. 11). Esto se debe a que la presión atmosférica es suficiente para sostener la columna de agua dentro del vaso. Además, la tensión superficial del agua actúa como una membrana.

Ahora deslice el vaso, sin levantarlo, hasta la orilla del comal; notará que el agua no se derrama aun si mueve el vaso de un lado a otro. Ubíquese en el lugar de donde soltará el vaso con agua.



Figura 8. Vaciar agua en un vaso de plástico.



Figura 9. Tomar el comal y el vaso en cada mano.



Figura 10. Cubrir el vaso con el comal.



Figura 11. Voltear juntos el comal y el vaso.

Coloque el vaso invertido con agua cerca del borde del comal (ver fig. 12). Tome firmemente el comal con ambas manos y, con determinación, jálalo rápidamente y con fuerza hacia un lado, de tal forma que el vaso de agua quede liberado y tanto el agua como el vaso inicien su caída al mismo tiempo. Comprobará que el agua y el vaso llegan al piso en el mismo instante.



Experimento 5. Pelotas iguales de distinto peso

Consiga dos pelotas de tenis. Con mucho cuidado y con la ayuda de un picahielo, o un clavo grande, y unas tijeras, haga un agujero en una de las pelotas (ver fig. 13). Introduzca un buen número de municiones o canicas en ella de tal forma que su peso aumente en relación con la otra pelota (ver fig. 14). De esta forma tendrá dos pelotas del mismo tamaño pero de diferente peso. Tome una pelota en cada mano, extienda bien hacia arriba sus brazos y déjelas caer simultáneamente sobre una mesa de madera o de metal (ver fig. 15). El ruido que se producirá cuando cada pelota llegue a la mesa servirá para identificar si caen al mismo tiempo, o bien, si una cae primero que la otra. Notará que ambas pelotas con diferente peso caen al mismo tiempo. También se puede hacer este experimento inyectando agua a una de las pelotas con una jeringa.



Figura 13. Hacer un agujero a la pelota de tenis.



Figura 14. Llenar la pelota de municiones. Figura 15. Dejar caer ambas pelotas.



El paracaídas funciona debido a la resistencia del aire.

Conclusión

Galileo mostró que objetos de diferente masa eran jalados por la Tierra de igual forma, descartando la idea de Aristóteles que aseguraba que los objetos más ligeros caen a menor velocidad que los más pesados. En nuestro mundo cotidiano estamos inmersos en una gran masa de gases, principalmente nitrógeno y oxígeno, que llamamos *atmósfera* y que genera lo que se denomina *resistencia del aire*, fuerza que se opone al movimiento descendente de los cuerpos.

Para complementar esta lectura se pueden consultar los artículos sobre la gravedad que se han publicado en *Correo del Maestro*:

- “Einstein para maestros”, Julieta Fierro, año 9, núm. 104, enero 2005, pp. 17-26.
- “Isaac Newton”, Héctor Domínguez, Julieta Fierro, año 9, núm. 128, enero 2007, pp. 11-14.
- “Galileo para Maestros I”, Héctor Domínguez y Julieta Fierro, año 12, núm. 133, junio 2007, pp. 15-26.
- “Galileo para Maestros II”, Héctor Domínguez y Julieta Fierro, año 12, núm. 134, julio 2007, pp. 17-26.
- “Galileo para Maestros III”, Héctor Domínguez y Julieta Fierro, año 12, núm. 135, agosto 2007, pp. 10-18.

Gracias a la resistencia del aire y al área de sustentación funcionan dispositivos como el paracaídas, que disminuye notoriamente la rapidez con la que cae una persona después de que se lanza desde alturas considerables. Si una persona se deja caer desde un avión a 5 km de altura, adquirirá una velocidad cercana a los 200 km/h. Al abrir el paracaídas se va reduciendo la rapidez hasta llegar a unos 20 km/h, lo que hace posible llegar al piso sin riesgo. El mismo principio de sustentación permite que podamos volar los papalotes.

Galileo Galilei, así como Isaac Newton, tuvieron el gran ingenio de imaginarse situaciones diferentes de las que se encuentran en nuestro mundo –como la ausencia del aire– y de esta manera fueron estableciendo las leyes de la naturaleza.