

**Rubén Sánchez-Sánchez, César Mora**

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada  
Unidad Legaria del Instituto Politécnico Nacional. Av Legaria No. 694,  
Colonia Irrigación, Delg. Miguel Hidalgo. CP 11500, México, D. F.

E-mail: rsanchezs@ipn.mx, cmoral@ipn.mx

## **The Manga Guide to Physics,**

Nitta, H, Takatsu, K. y Trend-Pro Co., Ltd.  
234 pp., editado por Ohmsha, Ltd. Tokio, Japón y  
por No Starch Press, San Francisco, EE UU,  
2009. ISBN-10: 1-59327-196-4. ISBN-13: 978-1-  
59327-196-1.

El libro “*The Manga Guide to Physics*” de Hideo Nitta *et al.* nos provee con una introducción general a la Mecánica Clásica de Newton, a través de un aprendizaje lúdico, empleando una historieta animada de caricaturas.

Tomando varios principios tan elementales como la conservación de la energía y la segunda ley de Newton, lleva al lector a una aventura imaginaria a través de las diversas leyes de la Mecánica Newtoniana para ayudar a mejorar el nivel de juego que tiene en el tenis una adolescente de bachillerato llamada Megumi Ninomiya. Para lograr este objetivo, Megumi deberá comprender tanto las leyes de cinemática como las de dinámica de la Física Clásica, auxiliándose para ello, de la ayuda incondicional de uno de sus compañeros de clase.

A través del uso de varios ejemplos cotidianos, Nonomura ilustra a Megumi, cuales son los motivos, por los cuales, las ideas preconcebidas que se tienen comúnmente del juego no funcionan. Reemplazar estas ideas erróneas, con el comportamiento real de la pelota cuando se sirve, será uno de los objetivos primordiales de Megumi, acto que en el proceso le servirá a ella para poder convertirse en una rival digna de su compañera de tenis Sayaka, y al mismo tiempo la ayudará con su clase de Física.

La historia inicia en la cancha de tenis donde nuestra protagonista principal se encuentra un día jugando tenis en la cancha de su escuela con su compañera de clase Sayaka.

Sayaka ostenta el primer lugar en tenis de la escuela y es conocedora de varios de los principios básicos del juego. Después de lo que parece ser un enfrentamiento duro y difícil de juego con su compañera, Megumi se encuentra con Ryota Nonomura, uno de sus compañeros de la clase de Física. Este compañero, la ayuda a comprender mejor el comportamiento del movimiento de la pelota de tenis. Para que Megumi, pueda entender que es lo que está pasando cada vez que ella le conecta un golpe a la pelota, con la raqueta de tenis, es fundamental que entienda como funciona la tercera ley del movimiento de Newton.

Nonomura empieza explicándole como se aplica la tercera ley de Newton cuando ella aplica en la raqueta de

tenis una fuerza, cada vez que contesta un servicio de Sayaka.

Curiosamente Megumi tiene la falsa idea, de que cada vez que golpea a la pelota con la raqueta, la fuerza que ella tiene que aplicar, debe superar a la fuerza que le imprime la pelota, para que de esta forma, la pelota pueda cambiar su estado de movimiento, modificando su dirección y magnitud, para contestar a un tiro de su amiga. Aquí la lectura, nos ofrece una vista muy común de los primeros problemas con los que topa cualquier instructor de Física. Esto es, generalmente se observa que la mayoría de los alumnos de bachillerato tienen su propio criterio y juicio con relación a lo que es una ley del movimiento. En Física Educativa, conocemos a este fenómeno como “idea previa”. Una idea previa, consiste en una pre-concepción sobre lo que “intuitivamente” debería ocurrir con un fenómeno natural, es decir, generalmente el alumno de Física tiende a aplicar lo que le dicta su “sentido común”, antes que la ley correcta de movimiento, en la materia de Mecánica Clásica (y también en su vida diaria).

En este breve episodio, el compañero Nonomura tiene que hacer énfasis sobre lo que se vio en la clase de Física, acerca de la tercera ley de movimiento de Newton, que para sorpresa de Megumi (y la mayoría de los alumnos de un grupo normal que cursa la materia de Física), necesita que la fuerza que aplica el jugador sobre la pelota con la raqueta, sea igual pero de dirección contraria, a la fuerza que aplica la pelota sobre la misma raqueta. A través de varios ejemplos que le ofrece Nonomura a Megumi le queda claro, no solamente la validez de este principio, sino que además se ve que la fuerza no es siempre constante y va de cero a un valor máximo, y luego de este valor hasta cero, en cada uno de los instantes en que la pelota entra en contacto con la raqueta.

Durante todo el tiempo que duran en contacto la pelota y la raqueta, la fuerza del jugador le imprime un cambio en el Momento Lineal a la pelota, con una cantidad Física que se conoce como “Impulso” y que es numéricamente igual al producto de la fuerza por un diferencial de tiempo. Obviamente si hiciéramos una gráfica de la fuerza aplicada para cada instante de contacto entre la raqueta y la pelota, concluiríamos que el Impulso es igual al “área bajo la curva” de esta gráfica. Desde luego, en la guía de caricaturas se hace la aproximación de la multiplicación de una “Fuerza media” con el intervalo de tiempo de contacto. Esto es igual al cambio de momento que sufre la pelota en su movimiento, de manera, que esto conforma en contenido lo que nos dice la segunda ley del movimiento que Newton escribió. La guía ilustra con dibujos

animados, esta importante ecuación de la dinámica que se escribe  $m\mathbf{v}_2 - m\mathbf{v}_1 = \mathbf{F}t$ . Lo que en palabras puede ser reescrito como *cambio de Momento Lineal = Impulso*.

Esta es otra forma de escribir la segunda ley del movimiento de Newton que se escribe con mayor familiaridad como  $m\mathbf{a} = \mathbf{F}$ . Donde hemos introducido la definición cinemática de la aceleración como el cambio en la velocidad de un cuerpo por unidad de tiempo

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1}{t}$$

La obra también define que es un Marco de Referencia Inercial, y hace alusión a que en el espacio libre un cuerpo en ausencia de Fuerzas externas tiene un Marco de Referencia que es aproximadamente Inercial. Utilizamos el adjetivo calificativo de “aproximado”, porque la anulación completa de Fuerzas sobre el cuerpo es una idealización. De hecho, un sistema fijo a la Tierra es aproximadamente Inercial, durante un intervalo de tiempo suficientemente pequeño, que involucra también un desplazamiento en el espacio también muy chico. Pues se sabe, que la Tierra viaja a una velocidad aproximada de unos 107000 km/h como viajera en el espacio alrededor del Sol. Además hay que añadir unos 1600 km/h de giro de su superficie alrededor de su eje a la latitud correspondiente del Ecuador (este último efecto provoca que la Tierra se abombe hacia afuera). Todo lo que define que es un Marco de Referencia Inercial tiene que ver con la primera ley del movimiento de Newton, pues es en estos Sistemas de Referencia, donde las leyes de la Física toman su aspecto más simple posible.

Un ejemplo de esto se da en esta obra, cuando Megumi se imagina que está en problemas en el espacio exterior afuera de su nave espacial, después de hacerle una reparación de rutina. Todo lo que tiene es una llave Inglesa que acaba de utilizar. Pero, ojo, ella se encuentra a una distancia corta de su nave espacial. Ahora Nonomura le dice que tiene que encontrar una forma de regresar a la nave. Ella sugiere que puede “nadar” hacia la nave. Pero su compañero solo sonríe y le dice que nadar en el vacío es imposible, pues violaría la primera ley: un cuerpo en reposo en el espacio, tendera a permanecer en reposo, a menos que una Fuerza sea impuesta sobre él. Ella se da cuenta que en una situación así, estaría en problemas. Pero de repente, viene a la mente la ley de conservación del Momento Lineal. Supongamos que ella arroja la llave a una velocidad  $\mathbf{v}$  y que la llave tiene masa  $m$ . Si ella tiene masa  $M$  y la velocidad  $\mathbf{v}$  apunta en dirección contraria a donde se encuentra la nave de ella, entonces ella viajara hacia la nave a una velocidad de  $\mathbf{V} = -m\mathbf{v}/M$ , ya que en un principio, la suma de momentos de ambos cuerpos es igual a cero  $m\mathbf{v} + M\mathbf{V} = 0$ . Después de este razonamiento, queda clara la idea de la conservación del Momento Lineal y de cómo afecta este principio el movimiento de los cuerpos.

Otra de las cantidades de la Mecánica Clásica, que merece ser comprendida perfectamente por los alumnos de Física, tiene que ver con la Energía Mecánica y la manera en cómo se conserva esta cantidad en diversos escenarios de aplicación. Por ejemplo, cuando empujamos a una

pelota hacia arriba, esta va paulatinamente elevándose y disminuyendo su velocidad hasta que llega a un punto máximo donde la pelota permanece en reposo por un instante, y luego invierte el sentido de su movimiento, pues empieza a “caer” y se dirige hacia abajo. La descripción de este simple fenómeno, puede ayudarnos a comprender el concepto de Energía Mecánica. Hay dos tipos principales de esta clase de Energía: Energía debida al movimiento o Energía Cinética, y Energía debida a la posición o Energía Potencial. La Energía Cinética de un cuerpo de masa  $m$  moviéndose a velocidades no relativistas ( $v \ll c$ ), es definida como la mitad del producto entre su masa y el cuadrado de su rapidez  $v$  como  $EK_0 = mv^2/2$ . La Energía Potencial de un cuerpo, debida al campo de gravedad, que se encuentra a una altura  $h$  del piso, puede definirse como  $EP_h = mgh$ . Aquí  $g$  representa la aceleración que tiene todo cuerpo en caída libre, debida a la gravedad, y que a la altura del nivel del mar es igual a unos  $981 \text{ cm}/\text{seg}^2$ .

Cuando lanzamos una pelota hacia arriba, el Trabajo hecho por la pelota a la hora de recorrer una distancia  $d$  queda expresado como el producto  $Fd$ . Aquí  $F$  es la magnitud de la fuerza de gravedad que va en sentido contrario a la velocidad que tiene inicialmente la pelota y está dada por  $F = -mg$ . Esto significa que el Trabajo hecho por la pelota es  $Fd = -mg(h_2 - h_1)$ . Al igualar este Trabajo con el cambio en la Energía Cinética de la pelota se obtiene  $mv_2^2/2 - mv_1^2/2 = mgh_1 - mgh_2$ . Al re-arreglar a los miembros de esta ecuación de otra forma, tenemos una identidad de la Mecánica Clásica algo más familiar  $mv_1^2/2 + mgh_1 = mv_2^2/2 + mgh_2$ .

Esta última relación tiene de cada lado la Energía Mecánica total de la pelota, antes y después de que ha subido en el aire una distancia  $d = h_2 - h_1$ . Por lo tanto, la Energía Mecánica total de la pelota se debe de conservar en el proceso de subida.

Si ahora, suponemos que la altura inicial de la pelota es cero  $h_1 = 0$ , y que la pelota viaja hacia arriba hasta alcanzar su altura máxima  $d = h_2$ , sabremos que su velocidad final es nula  $v_2 = 0$ , pues se queda suspendida en el aire por un instante, sin Momento Lineal. Además simplifiquemos un poco más y llamemos  $v = v_1$ , a su velocidad inicial. Con esto la ecuación de la conservación de la energía se escribe  $mv^2/2 = mgd$ . Ecuación que a la hora de resolver para  $v$ , nos da la rapidez mínima, que debe de tener la pelota, para alcanzar una altura  $d$  determinada  $v = \sqrt{2gd}$ .

Con este ejemplo, y otros similares la obra muestra la importancia que tiene el principio de la conservación de la energía en Mecánica, principio que es también invariable en toda rama de la Física Clásica y Moderna. Megumi deberá aprovechar mejor toda la energía que su cuerpo le imprime a la pelota a fin de mejorar su servicio en el tenis. Su compañera Sayaka ya estaba aplicando este principio, utilizando todo el “resorte” de su cuerpo, para imprimirle

Energía Cinética a la pelota, siempre que contestaba al juego de Megumi.

Armada con todos estos conocimientos, Megumi está lista para enfrentar a Sayaka, en un nuevo match de tenis. Los resultados del partido ahora favorecen a Megumi, que entiende mucho mejor las leyes que rigen el comportamiento de la pelota, y como puede hacer que éste, funcione a su favor, dándole perceptivamente un poco más de puntos que su oponente. Las nociones que tiene Megumi sobre el movimiento de los cuerpos a mejorado notablemente y se ha vuelto mejor jugadora de tenis de lo que era antes. Finalmente, Sayaka reconoce la superación de su compañera y los tres personajes principales de la historia refuerzan su amistad.

Esta publicación de las editoriales *Ohmsha* y *No Starch Press* es adecuada para un público lector que varía desde los estudiantes de nivel bachillerato hasta los alumnos que cursan los primeros años de un carrera de ingeniería o de alguna licenciatura en Física. Por lo sencillo y ameno de su exposición en forma de historieta de dibujos animados, no es una obra difícil de entender y puede incluso servir de texto auxiliar en los cursos de Física a nivel secundaria. De esta forma la obra busca fomentar el interés por la Física como ciencia exacta, desde los momentos más críticos de formación de un futuro ingeniero o científico.