



1. Fuerza

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Estudiar experimentalmente el concepto de fuerza evidenciado en la fuerza de agarre con la mano y con los dedos (pellizco) y que ocurre ante los cambios de esta en el cuerpo humano haciendo uso de aparatos de medición.

1.1.2 Específicos

- Medir y comparar la fuerza de agarre de las manos derecha e izquierda en tres posiciones diferentes en la parte inferior del brazo.
- Utilizar un sensor (GDHD¹) para medir fuerza.
- Comparar resultados de los datos obtenidos para la fuerza de agarre de la mano dominante y la mano no dominante.
- Comparar resultados de los datos obtenidos para las fuerzas de pellizco de los dedos individuales de la mano dominante.

1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

La mecánica clásica tiene sus orígenes en la cultura griega con uno de sus más grandes exponentes y quien fuera el referente durante siglos, Aristóteles, es sin duda alguna uno de los prolíficos pensadores, sus contribuciones en la ciencia serían ampliamente estudiadas y aceptadas hasta la época del renacimiento. Este en sus obras de física trataría sobre el esfuerzo, dada su definición de

¹Go Direct Hand Dynamometer: Dinamómetro de mano

1.2 Referentes Conceptuales y Marco Teórico

11

los cuerpos, como los serían los graves o los más pesados y por tanto los que requerían un mayor esfuerzo o fuerza para moverlos. De este mismo concepto de los graves, vendrían diversas ideas del movimiento, tales como que dichos cuerpos caen más rápidamente que los más livianos. En Aristóteles es posible evidenciar entonces los primeros vestigios de la dinámica y la cinemática, puesto que se concentraba también en explicar a qué se debía el movimiento de los cuerpos. Pero este también propondría un modelo de universo, en el cual la tierra se encontraba en el centro del mismo y todos los demás objetos de la bóveda celeste, giraban en torno a esta, este se conoce como el modelo geocéntrico. Sus ideas serían ampliamente aceptadas por la iglesia católica, dando lugar al oscurantismo, época donde todo pensamiento opuesto sería censurado y condenado. Sin embargo, un puñado de mentes pasando por Aristarco quien propondría un modelo heliocéntrico del universo, hasta nombres ampliamente conocidos como Nicolás Copérnico, Johannes Kepler, Galileo Galilei y finalizando con Isaac Newton pondrían fin a muchas de las ideas de Aristóteles y brindarían una mejor explicación a los diversos fenómenos de la Naturaleza.

Los seres humanos la mayor parte de la vida arrojan pelotas, levantamos o empujamos objetos, de allí, que el concepto de fuerza se asocie cotidianamente con empujones o tirones. Pero en 1687 Isaac Newton basándose en las ideas previas de sus predecesores, Copérnico, Kepler y Galileo, describiría matemáticamente este concepto en su obra principios matemáticos de la filosofía natural o los famosos y ampliamente reconocidos **Principia Mathematica** (véase la figura 1.1). Texto en el cual se encuentran las leyes que describen el movimiento, es decir se describe el movimiento y sus causas o dicho de otro modo la dinámica. Una mejor forma de describir la fuerza es mediante la interacción de dos cuerpos o la interacción de un cuerpo y su entorno. De allí el referirse a la fuerza que un cuerpo ejerce sobre otro, algunos ejemplos de esto, son empujar un automóvil varado, la fuerza que ejerce una grúa sobre una viga para levantarla, etc. La fuerza es entonces una cantidad vectorial, por esto se puede empujar o tirar un objeto en diferentes direcciones, con mayor o menor intensidad.

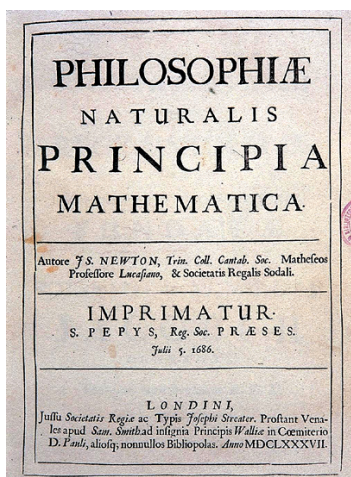


Figura 1.1: Portada de los Principia Mathematica de Newton.

1.2.1 Tipos de fuerza en mecánica clásica

Cuando una fuerza se ejerce directamente sobre un cuerpo, por ejemplo, empujando o tirando del mismo, se le denomina **fuerza de contacto**, dentro de las cuales se encuentran tres muy comunes, en primer lugar, la **fuerza normal** que es ejercida sobre un objeto por cualquier superficie. El termino normal hace referencia a que esta fuerza es siempre perpendicular a la superficie de contacto sin importar el ángulo en el cual se encuentre dicha superficie. Por otro lado, la **fuerza de fricción** es ejercida por una superficie sobre un objeto de forma paralela y en dirección opuesta al movimiento de este. Ahora la fuerza ejercida cuerda, cordel o soga estirado sobre un objeto al cual se ata se conoce como **fuerza de tensión**. Ahora bien, existen algunas fuerzas de acción a distancia, las cuales no requieren de contacto entre objetos, este tipo de fuerzas se conocen como **fuerzas de largo alcance**, un ejemplo de este tipo de fuerzas es la gravedad. El **peso** es la fuerza que ejerce la tierra sobre cualquier objeto con masa hacia su superficie (véase figura 1.2).

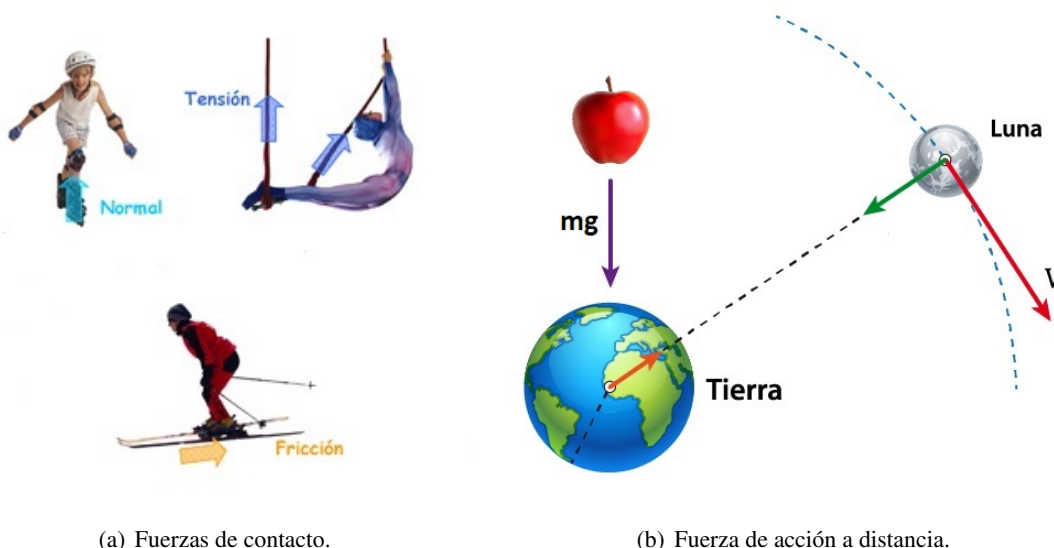


Figura 1.2: Tipos de fuerzas.

Como se mencionó anteriormente estas fuerzas son cantidades vectoriales por tanto se denotan $\vec{F}$ lo que permitirá darle una dirección de acción y una magnitud o dicho de otro modo, que tanto o cuanto la fuerza tira o empuja. La unidad en el **SI**² es el Newton que se abrevia N.

$$1\text{N} = 1\text{Kg}m/s^2$$

²SI: Sistema Internacional de unidades

1.2.2 Instrumentos de medición

Uno de los instrumentos más comunes para la medición de la magnitud de una fuerza es la balanza de resorte, también conocida comúnmente como dinamómetro. Este instrumento consta de un resorte que se ubica o resguarda dentro de un tubo o una placa con una escala graduada, por tanto, la elongación del resorte permite realizar la medición de fuerzas tales como el peso (véase figura 1.3). Dicho instrumento fue inventado en 1863 por Richard Salter quien presento por primera vez la balanza la balanza de muelle en gran bretaña, él y sus sobrinos fundaron la firma “George Salter Co” quienes aún en la actualidad fabrican básculas y balanzas de gran precisión. El principio físico bajo el cual funciona el dinamómetro es la ley de Hooke que, en términos simples indica que la fuerza necesaria para elongar un resorte es proporcional a la longitud que se extiende el mismo desde su posición de equilibrio. En la actualidad existen dinamómetros electrónicos tales como el usado en esta práctica, el cual funciona con un piezoeléctrico, el cual transforma una señal eléctrica debido al cambio de presión en la medida de fuerza.



Figura 1.3: Dinamómetro clásico.

1.2.3 Fuerza de agarre y pellizco

La importancia de la fuerza y las diversas funciones de la mano se hacen evidentes en la vida cotidiana en procesos tales como digitar en el computador, hasta mantener la higiene personal, tocar algún instrumento musical como la guitarra o practicar deportes como el tenis. Estas capacidades se ven reducidas en personas con enfermedades tales como la artritis o lesiones que hacen que la fuerza de agarre se vea drásticamente reducida.

Debido a lo anterior las pruebas que permiten medir la fuerza de agarre de la mano y los dedos son ampliamente utilizados por cirujanos ortopedistas, así como fisioterapeutas para verificar el alcance de una lesión o también el progreso de recuperación de la misma. La fuerza de agarre

permite reconocer y diagnosticar problemas serios en el sistema neuromuscular, tal como accidentes cerebro-vasculares, tendinitis de codo, síndrome del túnel carpiano e incluso hernias de disco en el cuello. Adicionalmente los atletas cuyos deportes requieren de una buena fuerza de agarre como los son el golf, el tenis, el béisbol, escalada en roca, entre muchos otros, tienen particular interés en dicha fuerza, dado que se ve involucrado su rendimiento.

El pellizco o la fuerza realizada con los dedos permite a los terapeutas identificar la pérdida de fuerza motora fina en el pulgar, los demás dedos de la mano y el antebrazo, lo cual es de utilidad como ya se mencionó para analizar el alcance de una lesión o evaluar el avance de una recuperación post cirugía.

1.3 Actividades previas

Use sus apuntes de clase, lecturas adicionales, referencias bibliográficas propuestas en esta guía y/o adicionales, para contestar en forma adecuada las situaciones relacionadas con la fuerza de agarre de la mano y los dedos (pellizco), propuestas a continuación:

1. ¿Cuáles son las fuerzas fundamentales de la naturaleza?
2. Cómo afectan las enfermedades y
3. lesiones antes mencionadas la fuerza de agarre?
4. Tienen los dedos de los pies la misma capacidad de agarre que los de las manos?
5. Tiene la misma fuerza de agarre la mandíbula que la mano? ¿Si o no? ¿Por qué?
6. ¿Qué otros tipos de fuerza se pueden medir con el cuerpo humano?
7. ¿Cuáles son las fuerzas más comunes a las que se encuentra sometido el cuerpo humano?

1.4 Materiales

Para la práctica de laboratorio se necesitan los siguientes elementos:

1. Computador o dispositivo móvil (celular).
2. Aplicación Vernier Graphical Analysis 4.
3. Go Direct Hand Dynamometer (sensor de Vernier).

1.5 Procedimiento

Antes de iniciar cualquiera de las experiencias 1.5.1 y 1.5.2, garantice que el sensor de Vernier se encuentre en perfecto funcionamiento, así como el computador o dispositivo móvil que se usaran para la recolección de los datos.

¡OJO!: No realice esta práctica si tiene artritis, síndrome del túnel carpiano o cualquier dolencia que pueda empeorar al usar los músculos de su brazo y mano.

1.5.1 Fuerza de agarre de las manos en diferentes posiciones



Figura 1.4: Ubicación del sensor para la medición de la fuerza de agarre en la mano.

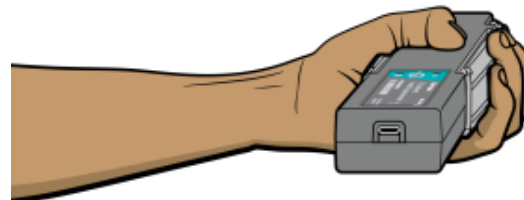
1. Inicie la aplicación Graphical Analysis 4. Conecta Go Direct Hand Dynamometer al computador o dispositivo móvil.
2. Configure el Graphical Analysis 4 en 100 muestras por segundo y se registren los datos durante 10 segundos.
3. Calibre el cero del sensor así:
 - a) Tome el sensor en forma vertical sin ejercer presión (apretar o hacer fuerza) sobre el mismo como se muestra en la figura 1.4.
 - b) Inicie la toma de datos y verifique que las lecturas sean cero o cercanas a este valor.
4. Tome asiento, manteniendo la espalda recta y ambos pies plantados en el suelo. Ahora sostenga el sensor con la mano izquierda en posición vertical como en el numeral anterior con el codo en un ángulo de 90° , además el brazo no debe estar apoyado en ninguna parte y la mano neutra, es decir sin ejercer fuerza aun sobre el dispositivo.
5. Evite mirar la pantalla del computador o celular cuando este tomando los datos.
6. Inicie la toma de datos y espere unos 2 o tres segundos como referencia, posteriormente agarre el sensor con la mayor fuerza posible por el tiempo tiempo de recolección de datos restante de la aplicación, recuerde que son 10 segundos.
7. Determine la fuerza máxima y media ejercida por la mano durante la recolección de datos así:
 - a) Seleccione los datos tomados de 4 a 8 segundos.
 - b) Registre los datos en un Excel y luego consigne los datos de la tabla 1.1.
 - c) Limpie el registro de datos en la aplicación.
8. Repita los pasos 3 al 7 con la mano derecha guardando los datos en un Excel.
9. Repita los pasos del 3 al 8 tomando el sensor con la palma abajo como se muestra en la figura 1.5a.
10. Repita los pasos del 3 al 8 tomando el sensor con la palma hacia arriba como se muestra en la

figura 1.5b.

11. Realice nuevamente los pasos del 3 al 10 con sus compañeros de grupo.
12. Complete la tabla 1.2.



(a) Posición 1.



(b) Posición 2.

Figura 1.5: Posiciones de la mano para la toma de datos.

	Fuerza máxima (N)	Fuerza media (N)
Fuerza de agarre de la mano derecha: neutral		
Fuerza de agarre de la mano izquierda: neutral		
Fuerza de agarre de la mano derecha: inclinada hacia abajo		
Fuerza de agarre de la mano izquierda: inclinada hacia abajo		
Fuerza de agarre de la mano derecha: inclinada hacia arriba		
Fuerza de agarre de la mano izquierda: inclinada hacia arriba		

Tabla 1.1: Datos de fuerza de agarre para cada una de las posiciones de la mano.

1.5 Procedimiento

17

Fuerza media media; neu- tra (N)	Mano derecha	Mano izquierda
Personas diestras		
Personas diestras		

Tabla 1.2: Datos de fuerza de agarre para los integrantes grupo de trabajo.

1.5.2 Resistencia de los dedos (pellizco)

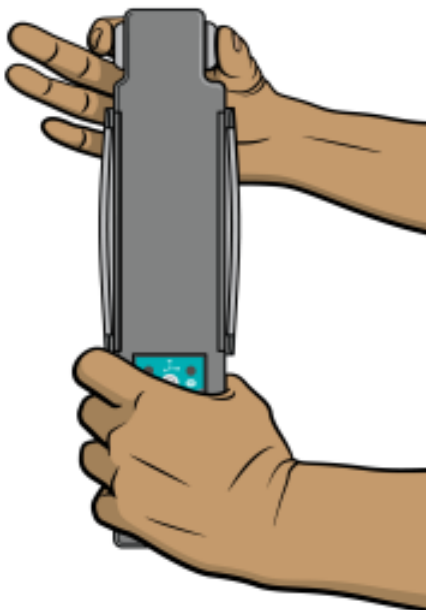


Figura 1.6: Correcta ubicación del sensor para la toma de datos de resistencia en los dedos (pellizco).

1. Inicie la aplicación Graphical Analysis 4. Conecta Go Direct Hand Dynamometer al computador o dispositivo móvil.
2. Configure el Graphical Analysis 4 en 30 segundos para la toma de datos.
3. Calibre el cero del sensor así:
 - a) Tome el sensor de la base en forma vertical sin ejercer presión (apretar o hacer fuerza) sobre el mismo como se muestra en la figura 1.6.
 - b) Inicie la toma de datos y verifique que las lecturas sean cero o cercanas a este valor.
4. Inicie la toma de datos pellizcando inmediatamente el extremo del sensor entre las almohadillas del pulgar y el índice de su mano dominante, y manténgalo durante 5 segundos.
5. Cambie de dedos sucesivamente cada 5 segundos hasta completar los 30 segundos.
6. Determine la fuerza media aplicada durante cada pellizco así:
 - a) La primera meseta muestra el valor de la fuerza realizada por el dedo pulgar y el índice.

- b) Registre los datos en un Excel, encuentre el valor medio y verifique si estos se encuentran dentro de un valor cercano a los 0.1 N. Consigne el valor obtenido en la tabla 1.3. La segunda meseta muestra el valor de la fuerza realizada por el dedo pulgar y el dedo medio.
 - c) Registre los datos en un Excel, encuentre el valor medio y verifique si estos se encuentran dentro de un valor cercano a los 0.1 N. consigne el valor obtenido en la tabla 1.3.
 - d) Repita este proceso para obtener estadísticas de las fuerzas de pellizco de los dos dedos restantes.
7. Repita los pasos 3 al 6 con los demás integrantes del grupo.

	Fuerza media (N)
Dedo índice de la mano dominante	
Dedo medio de la mano dominante	
Dedo anular de la mano dominante	
Dedo meñique dominante de la mano	

Tabla 1.3: Datos de fuerza media de agarre de los dedos (pellizco).

1.6 Análisis Cuantitativo y Cualitativo

Para la sección 1.5.1:

1. ¿Hay alguna diferencia en la fuerza de agarre en tus manos dominantes y no dominantes? ¿Te sorprende el resultado?
2. ¿Parece haber una correlación entre la fuerza de agarre y la posición del brazo? Si es así, ¿en qué posición se agarró más fuerte? ¿Débil?
3. Examinando los datos de la Tabla 1.2, ¿parece haber una correlación entre la "manoz la fuerza de agarre? ¿Los resultados son similares para las personas diestras y zurdas?
4. Realice ejercicios diarios de fortalecimiento de manos para aumentar su fuerza de agarre (como apretar una pelota de goma). Mida su fuerza de pellizco después de dos semanas y después de cuatro semanas. Compare los resultados con sus datos originales.
5. Diseñe un experimento para explorar si existe una correlación entre la fuerza de agarre y otras características físicas como la altura o la circunferencia del brazo.

Para la sección 1.5.2:

1. Usando los datos de fuerza de pellizco en la Tabla 1.3, describa la diferencia de fuerza entre los dedos. ¿Dónde está la diferencia más grande?
2. Enumere al menos dos posibles razones para las diferencias que ve entre la fuerza de pellizco de los dos primeros dedos y los dos segundos dedos. En su respuesta considere las acciones de

la mano y la musculatura. **Nota:** Puede usar un libro de anatomía o atlas para ver los músculos del antebrazo y la mano.

3. Realice ejercicios diarios de fortalecimiento de manos para aumentar su fuerza de pellizco (como apretar una pelota de goma). Mida su fuerza de pellizco después de dos semanas y después de cuatro semanas. Compare los resultados con sus datos originales.

1.7 Referencias

1. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D., Freedman, R. A. (2011). Física Universitaria: Volumen 1. Pearson Educación de México, SA de CV.
2. Serway, R. (2018). *Física Para Ciencias e Ingeniería. Vol. 1* (10ª ed.). Cengage Learning.
3. Tipler, P. A. (2010). *Física. 6ed. Vol. 2*. Reverté.