

# Universidad Nacional Autónoma De Honduras



## Modelo brazo humano

Facultad de Ciencias  
Escuela de Física



---

### LABORATORIO #3

### Torque

---

Instructor (a): \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Cuenta: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Cuenta: \_\_\_\_\_

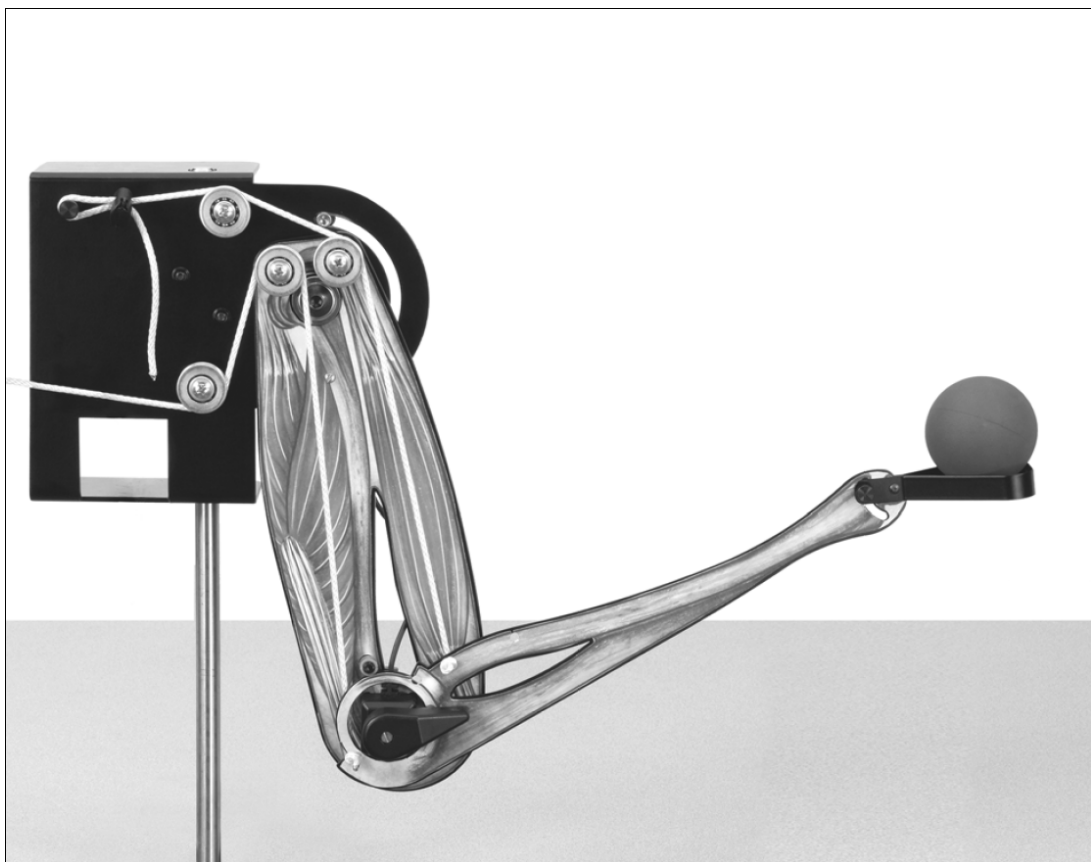
Fecha: \_\_\_\_\_ N<sup>0</sup> Sección: \_\_\_\_\_

## Objetivos

1. Entender el concepto y aplicación de torque, mediante un modelo de brazo humano.
2. Observar cómo varía la fuerza en el bíceps y tríceps a medida que se aplica una fuerza al brazo.

## Materiales

1. Modelo de brazo humano y todos sus accesorios (Brazo, varilla, prensa, 2 cordones, pelota)
2. Dos Sensores de fuerza PS-2104.
3. Sensor de ángulos PS-2139.
4. Spark.
5. Un portamasas de 50 g y dos masas de 50 g cada una.



**Figura 1:** *Modelo de brazo humano*

## Introducción

El modelo de brazo humano simula los músculos y el movimiento de un brazo humano real. Los cambios de posición se miden en el hombro y el codo mediante los dos potenciómetros integrados. Los cordones que representan los músculos bíceps y tríceps se unen al brazo. Los estudiantes pueden tirar de las cuerdas para hacer que el brazo se mueva y usar sensores de fuerza para medir las fuerzas ejercidas por los músculos.

Los cordones se utilizan para representar los músculos de la parte superior del brazo. Dependiendo de cómo vaya a utilizar el modelo, puede adjuntar uno o dos cordones, utilice cordones estándar o cordones elásticos y pase los cordones por encima y por debajo de las poleas de varias maneras. El cordón del bíceps se puede fijar en el punto de inserción del músculo estándar, que representa un brazo humano, o en uno de los otros dos puntos de inserción, para lograr más o menos palanca.

## I. Experimento 1: FUERZA DEL BÍCEPS VERSUS CARGA PERPENDICULAR

Mantenga su brazo frente a usted con el codo doblado a  $90^\circ$ . Ahora haga que su compañero tire de su mano para intentar enderezar su codo. Resista la fuerza de la carga de modo que su codo permanezca a  $90^\circ$ .

### Instalación

1. Sujete el modelo de brazo horizontalmente como se ilustra.
2. Sujete la varilla a la base del modelo como se ilustra. Utilice la abrazadera del sensor y el perno para fijar un sensor de fuerza a la varilla.
3. Bloquee el hombro a  $0^\circ$ .
4. Conecte un cordón como se ilustra. Ajuste la longitud del cordón de modo que el codo se mantenga a unos  $90^\circ$ .
5. Conecte dos sensores de fuerza a su interfaz. El segundo sensor de fuerza se sostendrá en su mano y aplicará la fuerza de carga a la mano del modelo.
6. Establezca la frecuencia de muestreo de ambos sensores de fuerza en 20 Hz.
7. Prepare una gráfica para representar la fuerza del bíceps versus la fuerza de carga.

### Predicciones

1. ¿Qué músculo (bíceps o tríceps) usó usted para resistir esta carga? ¿Cómo lo sabe?
2. ¿La fuerza muscular fue mayor, menor o igual que la fuerza de carga aplicada a su mano?
3. Si su compañero tira de su mano con una fuerza de 1 N, adivine cuánta fuerza muscular se necesita para mantener el codo a  $90^\circ$ .

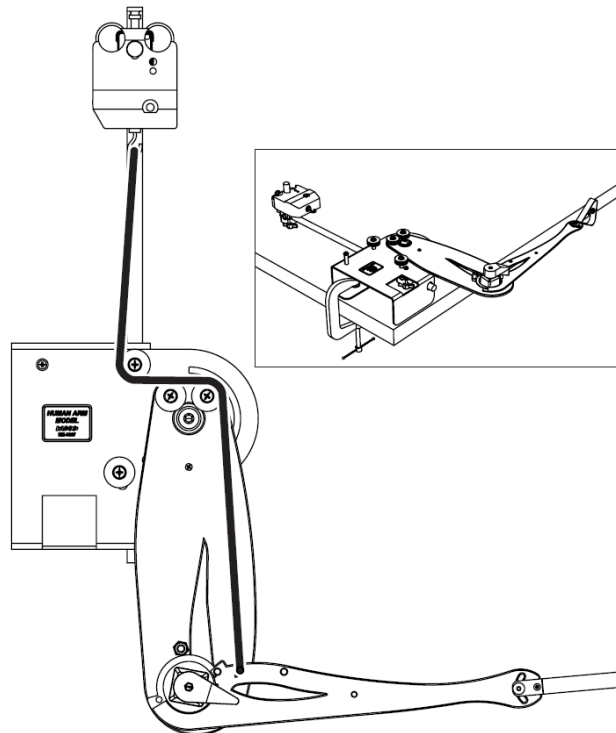


Figura 2

## Procedimiento

1. Inicie la recopilación de datos.
2. Enganche el segundo sensor de fuerza en la mano del modelo y tire en la dirección indicada en la ilustración. Aumente lentamente la fuerza mientras observa el gráfico.
3. Cuando la fuerza de carga alcance aproximadamente 2 N, detenga la recopilación de datos.

## Análisis

1. Usando palabras y números, explique la relación entre la fuerza de carga y la fuerza del bíceps.
2. ¿Fueron precisas sus predicciones? Explicar.

## Análisis más extenso

1. Dibuje un diagrama de cuerpo libre que muestre todas las fuerzas (en el plano de rotación) que actúan sobre el antebrazo.
2. ¿Cuál es la fuerza neta sobre el antebrazo?
3. ¿Cuál es el torque neto?

## Estudio adicional

1. Repita el experimento con el codo en diferentes ángulos, pero mantenga la fuerza de carga perpendicular al antebrazo. ¿Cómo cambia la relación entre la fuerza del bíceps y la fuerza de carga para ángulos del codo mayores y menores de  $90^\circ$ ?
2. Repita el experimento con el cordón sujeto en los otros dos puntos de inserción del bíceps.

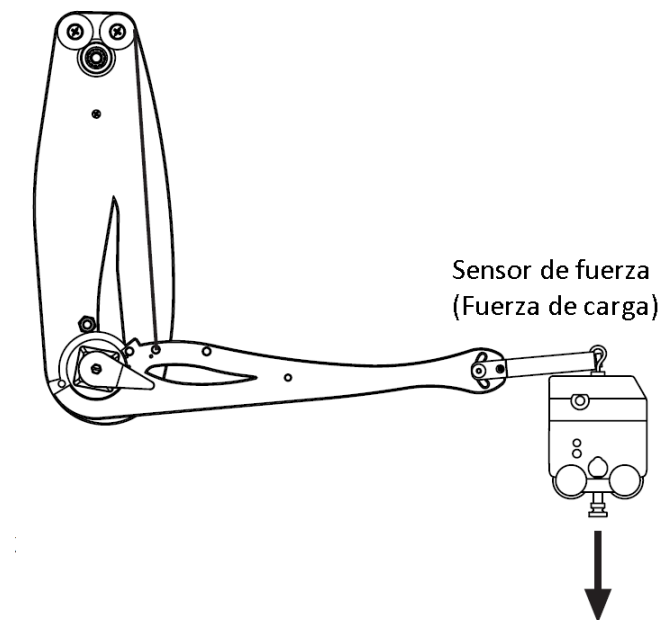


Figura 3

## II. Experimento 2: FUERZA DEL BÍCEPS VERSUS PESO

### Introducción

Deje que su brazo cuelgue verticalmente a su costado. Mientras mantiene la parte superior del brazo vertical, doble el codo a  $90^\circ$  para que el antebrazo quede horizontal. Mantenga la palma hacia arriba. Pídale a su compañero que coloque una masa en su mano, pero no deje que su brazo se mueva.

### Predicciones

- Si duplica la masa en su mano (de modo que la fuerza de carga se duplica), ¿se duplica la fuerza del bíceps?
- Si quita la masa de su mano, ¿la fuerza del bíceps llega a cero? Explique su respuesta.

### Configuración

1. Sujete el modelo de brazo verticalmente como se ilustra.
2. Sujete la varilla a la base del modelo como se ilustra. Utilice la abrazadera del sensor y el perno para fijar un sensor de fuerza a la varilla.
3. Bloquee el hombro a  $0^\circ$ .
4. Conecte un cable como se ilustra. Ajuste la longitud del cordón de modo que el codo se mantenga a unos  $90^\circ$ .
5. Conecte dos sensores de fuerza a su interfaz. El segundo sensor de fuerza se sostendrá en su mano y aplicará la fuerza de carga a la mano del modelo.

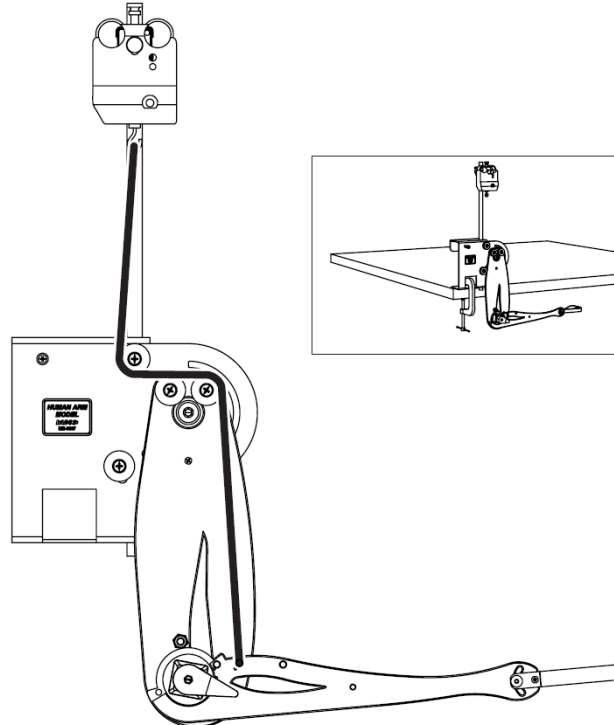


Figura 4

## Procedimiento

1. Inicie la recopilación de datos.
2. Enganche el segundo sensor de fuerza a la mano del modelo y tire hacia abajo para simular un peso sostenido en la mano. Aumente lentamente la fuerza mientras observa el gráfico.
3. Cuando la fuerza de carga alcance aproximadamente 2 N, detenga la recopilación de datos.

## Análisis

1. Usando palabras y números, explica la relación entre la fuerza de carga y la fuerza del bíceps.
2. ¿Fueron precisas sus predicciones? Explicar.

## Análisis más extenso

1. Dibuja un diagrama de cuerpo libre que muestre todas las fuerzas (en el plano de rotación) que actúan sobre el antebrazo.
2. ¿Cuál es la fuerza neta sobre el antebrazo?
3. ¿Cuál es el torque neto?

## Estudio adicional

Repita el experimento con el codo en diferentes ángulos. La fuerza aplicada siempre debe ser hacia abajo para simular el peso de una masa sostenida en la mano. ¿Cómo cambia la relación entre la fuerza del bíceps y la fuerza de carga para ángulos del codo mayores y menores de  $90^\circ$ ?

## Variación

En lugar de utilizar un sensor de fuerza para aplicar la fuerza de carga, cuelgue una masa conocida de la mano. Agregue masa de forma incremental mientras mide la fuerza del bíceps.

1. Con el montaje de la figura 4, calcule la masa del centro de masa.
2. Coloque un portamasa de 50 g en la mano del brazo.
3. Observe cuánta fuerza mide el sensor conectado al bíceps.
4. Calcule manualmente la tensión en el bíceps.
5. Calcule el error porcentual entre la tensión en el bíceps calculado manualmente y la tensión medida por el sensor en el bíceps.
6. Coloque una masa de 50 g en el portamasa y repita los pasos anteriores.
7. Luego otra de 50 g y repita los pasos anteriores.

## Conclusiones

## Bibliografía

Instruction Manual with Experiment Guide and Teacher's Notes. PASCO