

CICLO INTRODUCTORIO INTRODUCCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA.

Unidad 4. MOVIMIENTO PUNTO MATERIAL: CONCEPTOS Y LEYES FUNDAMENTALES

- 4.1. Algunos conceptos útiles para la descripción del movimiento: Sistemas de referencia. Sistemas de coordenadas. Posición. Trayectoria. Desplazamiento. Velocidad.
- 4.2. Cantidad de movimiento y fuerza. Descripción cualitativa de las interacciones fundamentales. Leyes de Newton. Aceleración. Aplicaciones de las leyes de Newton. Evolución de las teorías de la mecánica a través del tiempo.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA PARA LA UNIDAD 4

- Iparraguirre, L. MECÁNICA BÁSICA. FUERZA Y MOVIMIENTO. Colección las Ciencias Naturales y la Matemática. Ministerio de Educación de la Nación, Argentina. 2009
- Tipler, P. FÍSICA PREUNIVERSITARIA. Ed. Reverté, España.
- Serway, R y Faughn, J. FÍSICA PARA BACHILLERATO. Vol. 1. Thomson Learning, USA.
- Resnick, R.; Halliday, D. FÍSICA Tomo I. Ed. C.E.C.S.A, México. *
- Sears, F; Zemansky, M; Young, H. FÍSICA UNIVERSITARIA. Ed. Addison Wesley Iberoamericana, U.S.A.*
- Serway, R. FÍSICA Tomo I. McGraw Hill, México. 1994*
- Serway, R.; Jewett J. FÍSICA Tomo I. Ed. Thomson, México.*

En la Bibliografía no se consigna el año de algunos textos ya que se consideran apropiadas las diferentes ediciones.

* Textos de nivel avanzado que se utilizan en los cursos de Física I. Tiene una complejidad matemática que, en general, excede el nivel de este curso introductorio. Pueden ser útiles para profundizar los aspectos conceptuales, en particular las leyes de Newton.

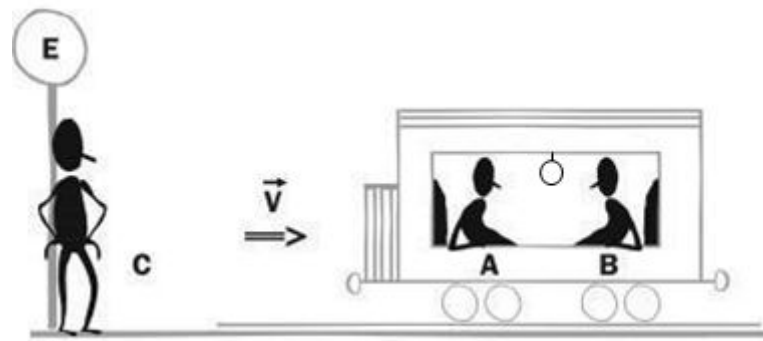
4.1 ALGUNOS CONCEPTOS ÚTILES PARA LA DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO

Nota: revisar siempre tus respuestas a las actividades introductorias después de que se hayan abordado los diferentes contenidos, para ampliarlas o modificarlas si fuera necesario.

ACTIVIDADES INTRODUCTORIAS

Si nos preguntan ¿qué es el movimiento?, la primera respuesta que surge es la idea intuitiva que se tiene del mismo: "Movimiento es el cambio de posición de un cuerpo en el tiempo". De acuerdo con esta idea creemos poder afirmar, si un cuerpo se mueve o no. Pero este término tan familiar, tan de sentido común, tan asociado a la percepción -al igual que muchos otros que comparten el ámbito de la física y el cotidiano- es mucho más sutil para la física de lo que suele creerse. Las actividades que siguen van a aclarar lo que venimos diciendo.

- I. Un pasajero al que denominamos A, junto con otro al que denominamos B, viajan sentados en el primer vagón de un tren. El pasajero B se encuentra sentado frente a la puerta que da al segundo vagón. El tren está moviéndose a 35 km/h mientras pasa frente a una estación. Un señor C, parado en el andén de la estación, observa el paso del tren. La figura que sigue muestra parte de la situación planteada.



- a. ¿Qué se puede decir respecto al estado de movimiento o de reposo de los personajes: A, B y C? Indica de qué te has valido para dar respuesta a la pregunta planteada.
 - b. Cuando el tren pasa justo frente al señor C, e inmediatamente antes de que el guarda abra la puerta, se desprende la lámpara que está en el centro del primer vagón.
 - b₁. Para el señor B: ¿cuál será la velocidad inicial de la lámpara?, ¿qué trayectoria sigue la lámpara cuando se desprende del techo?
 - b₂. Para el señor C: ¿cuál será la velocidad inicial de la lámpara?, ¿qué trayectoria sigue la lámpara cuando se desprende del techo?
 - c. Indicar qué recurso(s) utilizarían para determinar, por ejemplo, la posición del pasajero B y de la lámpara justo antes de que ésta se desprenda.
 - d. El pasajero A, que es un tanto inquieto, mientras está sentado en su asiento comienza a mover los brazos describiendo una trayectoria circular, según puede apreciar el pasajero B. ¿Es apropiado decir que el pasajero A está en reposo respecto de B? Justifica la respuesta.
- II. Julián salió de la puerta de la Universidad Nacional de Quilmes a las 12 hs recorriendo aproximadamente 1 m cada segundo. Caminó aproximadamente 200 m y se detuvo. Responde:
- a. ¿Cuáles son las magnitudes que puedes vincular con este breve relato?
 - b. ¿Cuál es la longitud del camino recorrido por Julián?
 - c. ¿Cuál fue el tiempo empleado por Julián en recorrer 200 m?
 - d. ¿En qué calle está?
 - e. ¿Con qué velocidad se movió?
 - f. Si no has podido responder a todas las preguntas, indicar qué otros datos o información adicional deberían tener para poder dar una respuesta. Justificar.
- III. Realizar una puesta en común. Rever las respuestas dadas.

ACTIVIDADES

1. Leer el Anexo 1 y a partir de su lectura resolver las siguientes actividades:
 - a. Identificar en el estudio de la pelota que se lanza al aire y considerándola como sistema de estudio, qué características y propiedades del sistema no tienen influencia en el estudio y cuáles influyen de modo que puedan despreciarse.

Sugerencia: volver a leer de la guía de Química el apartado “Una aproximación a la idea de modelo” y considerar en particular los aportes de Lombardi (2010).

- b. ¿Existe en la naturaleza el “punto material” o “partícula”? Sí No

Si la respuesta es “Sí”, brindar un ejemplo aclaratorio. Si la respuesta es “No”, explicar por qué consideran que se utiliza esta idea en Física.

- c. Leer el párrafo vinculado con la idea de punto material que se presenta a continuación. Identificar y elaborar una lista con los aspectos que caracterizan al punto material.

“El movimiento de un objeto a través del espacio puede estar acompañado por la rotación o la vibración del propio objeto. Dichos movimientos pueden ser muy complejos, sin embargo, algunas veces es posible hacer algunas simplificaciones despreciando los movimientos internos del objeto que está en movimiento. En muchas situaciones, un objeto se puede considerar como una partícula si únicamente se está considerando el movimiento de traslación a través del espacio. Una partícula idealizada es un punto matemático sin tamaño, es decir, sin dimensiones. Por ejemplo, si se desea describir el movimiento de la Tierra alrededor del Sol, se puede tratar a la Tierra como una partícula y obtener una exactitud razonable en la predicción de su órbita. Esta aproximación se justifica dado que el radio de la órbita de la Tierra es grande comparado con las dimensiones de la Tierra y el Sol. Por otro lado, no se podrá usar la descripción de partícula con el fin de explicar la estructura interna de la Tierra y fenómenos como las mareas, los terremotos y la actividad volcánica. En una escala mucho más pequeña, es posible explicar la presión ejercida por un gas sobre las paredes de un recipiente, tratando a las moléculas del gas como partículas. Sin embargo, la descripción de las moléculas como partículas generalmente resulta inadecuada para comprender aquellas propiedades del gas que dependen de los movimientos internos de las moléculas, a saber, las rotaciones y vibraciones”

Serway (1994, pág. 42)

- d. Brindar ejemplos de cuerpos de gran tamaño en situaciones tales que puedan ser considerados como punto material y para el mismo cuerpo situaciones en que no puedan ser considerados como tal. No dar ejemplos idénticos a los citados en las lecturas realizadas.
2. Una mosca está parada en el extremo de la aguja que indica los segundos en un reloj colgado en la pared.
- a. Para un mosquito parado en el otro extremo de la aguja de los segundos ¿la mosca está en reposo o en movimiento? Justifica.
- b. Para un mosquito que está en la pared opuesta, frente al reloj ¿qué trayectoria describe la mosca?
3. Un grupo de estudiantes decide subir a una montaña rusa de un parque de diversiones. Mientras esperan su turno para subir observan el movimiento de los carritos.



- a. ¿Podrías considerar a los carritos como un punto material si deseas conocer el tiempo que tardan en recorrer el tramo más empinado de la montaña rusa? Justifica tu respuesta.
- b. ¿Podrías considerar a los carritos como un punto material si deseas conocer la velocidad de un punto de la rueda que se halla a 10 cm del centro? Justifica tu respuesta.

- c. Un estudiante pregunta ¿puedo calcular la velocidad de los carritos mediante la expresión $v=d/t$? Justifica la respuesta.
 - d. Considerando los carritos que muestra la figura elegir un sistema de referencia adecuado para describir el movimiento y:
 - d1. representar un posible vector posición;
 - d2. representar un posible vector desplazamiento;
 - d3. representar un posible vector velocidad;
 - d4. establecer alguna diferencia entre trayectoria y desplazamiento.
4. Realiza el visionado del video <https://www.youtube.com/watch?v=WPVnoNtN4kg> (última revisión 23/4/2019) para luego discutir en clase.

Bibliografía de consulta sugerida para la unidad 4.1

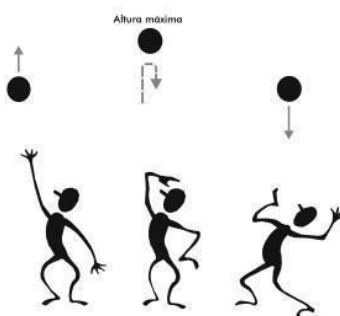
Young, H D, Freedman, R A. (2009). “ Capitulo 2: Movimiento en línea recta” en Sears-Semansky, Física Universitaria. Ed. Addison Wesley Iberoamericana, U.S.A.

Unidad 4.2. LA IDEA DE FUERZA

ACTIVIDADES INTRODUCTORIAS

Nota: recuerda revisar siempre tus respuestas a estas actividades introductorias, después que se hayan tratado los diferentes contenidos, para ampliarlas o modificarlas si fuera necesario.

- I. Un estudiante pide que se le explique qué se entiende por “**fuerza**” en física. Redacta un breve párrafo que dé respuesta al estudiante. Utilizar palabras, no sólo expresiones matemáticas. Incluir ejemplos aclaratorios.
- II. Dibujar los vectores que representan las fuerzas ejercidas por los cuerpos que aparecen entrecomillados sobre los cuerpos señalados en **negrita**.
 - a. El “empleado” de un comercio al empujar una **caja**.
 - b. Un “jugador de fútbol” al cabecear una **pelota**.
 - c. Un “gimnasta” que estira una **banda elástica**.
 - d. Un “imán” cercano a una **barra de hierro**.
- III. Se arroja verticalmente hacia arriba una pelota, como se muestra en la figura.



Suponiendo que el rozamiento con el aire es despreciable y considerando un sistema de referencia fijo en el suelo:

- a. Describir el movimiento de la pelota, e indicar si el módulo de la velocidad aumenta, disminuye o permanece constante. Justificar la respuesta.

- b. Dibujar, aproximadamente a escala, los vectores representativos de la o las fuerza(s) que se ejerce(n) sobre la pelota, cuando:
- está subiendo y se halla más o menos a mitad de camino,
 - cuando alcanza la altura máxima,
 - cuando está bajando.

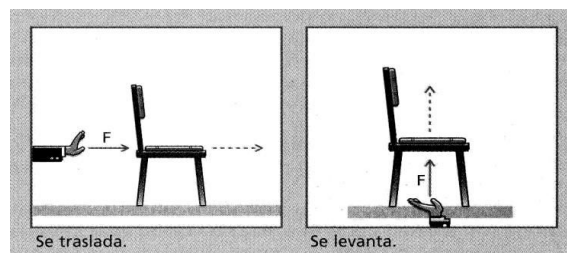
IV. Realizar una puesta en común para precisar la idea de fuerza.

- a. Considerar la actividad introductoria II e indicar para cada situación planteada, cuál es el sistema u objeto bajo estudio y cuál es el medio externo.

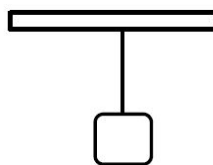
ACTIVIDADES

Leer el Anexo 2 y a partir de su lectura resolver las siguientes actividades:

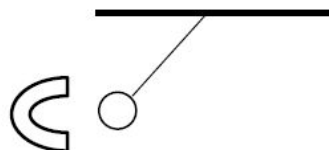
1. En el dibujo (extraído de un libro de texto del nivel medio) se representa la fuerza F que ejerce una persona sobre una silla. ¿Es apropiado representar la fuerza F tal como se muestra? Justificar.



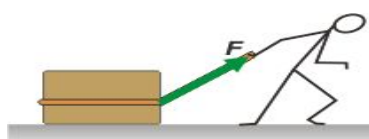
2. Se cuelga un bloque del techo por medio de una soga.
- Si el sistema bajo estudio es el bloque, realizar el análisis de su interacción con la soga.
 - Realizar el mismo análisis, pero involucrando todas las interacciones que se ejercen sobre el bloque.



3. En la figura se representa una esferita de acero que cuelga de un hilo. La esferita está cerca de un imán que sostiene un niño que no se muestra en la figura. Considerar como sistema de estudio a la esferita de acero. Representar y describir en palabras las fuerzas que se ejercen sobre ella.

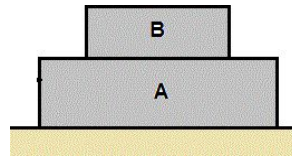


4. Un niño arrastra una caja tirando de una soga atada a la misma. Si el sistema bajo estudio es la caja, realizar el análisis de todas las interacciones que se ejercen sobre la misma.

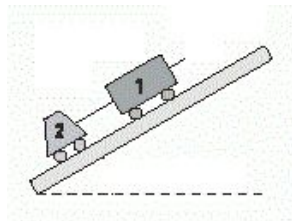


5. Dos bloques se encuentran apilados. Realizar el análisis de todas sus interacciones cuando:

- a. El sistema de estudio es el bloque B
- b. El sistema de estudio es el bloque A.



6. Un niño, que no se representa en la figura, tira de una sogá atada a dos carros que están subiendo por un plano inclinado.
 - a. Considerar como sistema de estudio al carro 1, realizar el análisis de todas sus interacciones.
 - b. Considerar como sistema de estudio al carro 2, realizar el análisis de todas sus interacciones.



7. A continuación se presentan afirmaciones dadas por los estudiantes acerca de una esfera que está atada a un hilo y cuelga del techo. Establecer cuál es la correcta, justificar e indicar las limitaciones de las otras respuestas

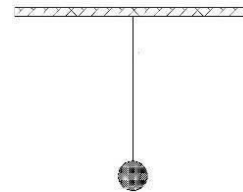
Lucía: "La esfera tiene una fuerza que es el peso"

Pedro: "La Tierra hace una fuerza sobre la esfera."

Juan: "La Tierra hace una fuerza."

María: "La esfera hace la fuerza peso."

Ana: "La esfera hace el peso sobre la cuerda."



8. Considerar nuevamente la situación de los pasajeros A y B que viajan en el tren y del señor C, que observa el paso del mismo.
 - a. Para el señor B: ¿cuál(es) es/son la(s) fuerza(s) que se ejerce(n) sobre la lámpara mientras está cayendo? Justificar la respuesta y realizar el análisis de la o las interacciones que se ejercen sobre la lámpara.
 - b. Para el señor C: ¿la(s) fuerza(s) que se ejerce(n) sobre la lámpara mientras está cayendo, son las mismas? Justificar.

UN ACERCAMIENTO A LAS LEYES DE NEWTON Y ENRIQUECIENDO LA IDEA DE FUERZA

ACTIVIDADES INTRODUCTORIAS

- I. En lo que sigue se presentan diferentes situaciones.
 - a. Un carrito que se coloca en el piso y se lo deja ahí.
 - b. Un carrito que, luego de ser empujado, se mueve en línea recta sobre una superficie horizontal.
 - c. Un carrito que se mueve en línea recta al ser empujado por un nene que ejerce una fuerza constante.
 - d. Un carrito empujado por un nene con una fuerza constante, que se mueve en línea recta y siempre con la misma rapidez.
 - e. Un "gran ropero" al ser empujada por un nene

Adoptar un sistema de referencia que pueda ser considerado en reposo, para todas las situaciones planteadas e indicar claramente los supuestos (simplificaciones, forma de esquematizar el objeto de estudio) que se establecen para dar respuesta a cada uno de los siguientes ítems:

- a. Analizar si la velocidad de los objetos en estudio cambia o permanece constante a medida que transcurre el tiempo. Justificar.
 - b. Dibujar los vectores representativos de la o las fuerza(s) que se ejerce(n) sobre los objetos de estudio e indicar qué la ejerce.
- II. Realizar una puesta en común de la actividad anterior y establecer bajo qué condiciones un cuerpo:
- a. permanece en reposo;
 - b. se mueve con velocidad constante;
 - c. incrementa su rapidez mientras se mueve en línea recta;
 - d. disminuye su rapidez mientras se mueve en línea recta.
- III. Dos personas están sentadas inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal. En determinado momento A empuja a B, como muestra la figura, ejerciendo una fuerza horizontal. Los hombres tienen una masa de 80 kg y 60 kg, respectivamente.



- a. ¿Cambia el “estado” en que se encontraban los hombres? Justificar.
- b. Representar la o las fuerzas que se ejercen sobre A y B en el momento en que uno empuja al otro. En cada caso, especificar qué ejerce cada fuerza.
- c. Comparar el módulo de la fuerza resultante que se ejerce sobre cada uno. Justificar.

ACTIVIDADES

1. A continuación se presenta una serie de afirmaciones. Establecer y justificar en cada caso cuáles son correctas y reescribir las incorrectas de modo tal que resulten correctas.
 - a. Si sobre un cuerpo en movimiento la resultante de las fuerzas es nula, ese cuerpo se detiene después de un tiempo.
 - b. La aceleración que adquiere un cuerpo es de igual dirección y de igual sentido que la fuerza resultante que se ejerce sobre el mismo.
 - c. Un cuerpo está apoyado sobre el piso. La fuerza peso es la fuerza que ejerce el cuerpo sobre el piso.
 - d. En el interior de un recipiente en el que se hizo vacío la aceleración de la gravedad es nula.
 - e. En determinado momento un cuerpo puede tener aceleración nula y la resultante de las fuerzas que se ejercen sobre el mismo puede ser diferente de cero.
 - f. La inercia es una fuerza por la cual un cuerpo mantiene su movimiento.

- g. La afirmación “Juan tiene mucha fuerza y por eso pudo mover el ropero” no tiene sentido en Física.
- h. La fuerza peso y la normal conforman un par de interacción.

2. Un estudiante pregunta:

- a. “Si las fuerzas de acción y reacción son de igual intensidad pero de sentido contrario, ¿por qué no se anulan entre sí?” Redactar un breve párrafo que dé respuesta a la pregunta del estudiante. Brindar un ejemplo y explicarlo claramente.
- b. “Si un cuerpo se está moviendo bajo la acción de una fuerza resultante constante. ¿Es posible que la fuerza resultante que se ejerce sobre el cuerpo y la velocidad no tengan igual dirección y/o sentido?” Redacta un breve párrafo que dé respuesta a la pregunta del estudiante. Brindar ejemplos.

3. Una nave interestelar, lejos de la influencia de estrellas y planetas, se desplaza a velocidades altas, bajo la influencia de cohetes de fusión. Cuando los motores se descomponen y se detienen, la nave:

- a. se detendrá inmediatamente, arrojando a sus ocupantes a la parte delantera
- b. comenzará a disminuir su velocidad, llegando finalmente al reposo en la soledad del espacio.
- c. seguirá moviéndose a velocidad constante durante algún tiempo, pero luego comenzará a reducir su velocidad.
- d. seguirá moviéndose indefinidamente con la misma velocidad que tenía al momento de apagarse los motores.

Elegir la opción correcta y justificar la respuesta.

4. Un estudiante está buscando diferentes libros de texto que hagan referencia a la Segunda ley de Newton. En uno de ellos encuentra el párrafo que sigue:

“La segunda ley de Newton, conocida como principio de masa, sostiene que: *la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él*”.

Su profesor de física no está muy de acuerdo con la forma en que es enunciada la ley.

- a. Señalar al menos dos ideas que presenta la segunda ley de Newton que aparece en el libro de texto, que consideres inapropiadas o ausentes.
- b. El estudiante afirma que la segunda ley de Newton vale siempre ¿Estás de acuerdo con el estudiante? Justificar la respuesta.

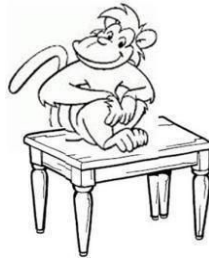
Nota: Debe destacarse que la mecánica newtoniana, como teoría, tiene validez, si:

- ✓ el sistema en estudio se mueve a velocidades mucho menores que la luz;
- ✓ el valor de las posiciones que ocupan los sistemas en estudio no son del orden de las distancias atómicas.

Además, las leyes de Newton son válidas si:

- ✓ el sistema en estudio puede ser modelizado como punto material;
- ✓ el estudio se realiza respecto de un sistema de referencia inercial.

5. Un mono de peso P se encuentra sentado sobre una mesa horizontal. La fuerza que ejerce la mesa sobre el mono es N y la fuerza con que el mono atrae a la Tierra es F .



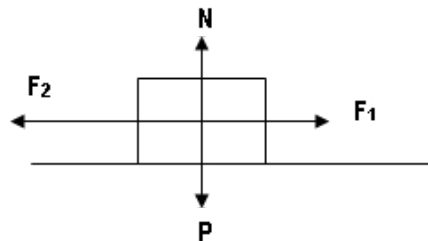
Analizar los siguientes pares de fuerzas:

- i. **P y N** ii. **P y F** iii. **N y F**

¿En cuál de los siguientes ítems se nombra un par de interacción? Elegir la opción correcta y justificar.

- a. Sólo en i
- b. Sólo en ii
- c. Sólo en iii
- d. En i, ii y iii
- e. En ningún par de fuerzas presentado.

6. En el esquema se representan las fuerzas ejercidas sobre un bloque que se está moviendo sobre una superficie horizontal. Elegir la opción correcta y justificar

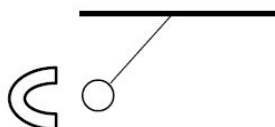


Podemos afirmar que el bloque:

- a. Se está moviendo hacia la izquierda con velocidad constante.
- b. Está, con seguridad, moviéndose de derecha a izquierda.
- c. Está, con seguridad, frenando y se desplaza de izquierda a derecha.
- d. Puede estar moviéndose hacia la derecha o hacia la izquierda y su aceleración está dirigida hacia la izquierda.

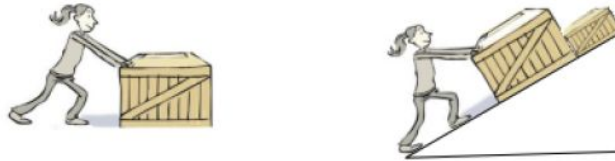
7. Teniendo en cuenta el siguiente diagrama:

- a. Representar la(s) fuerza(s) que se ejerce(n) sobre la esfera. Indicar quien ejerce cada una.
- b. Representar la(s) pareja(s) de interacción de las fuerza(s) representadas. Indica quién ejerce cada una.



Confeccionar un cuadro estableciendo cuál es el objeto de estudio, el medio externo y la fuerza (ver Anexo 2).

8. Una niña está empujando una caja como se muestra en las dos situaciones que siguen. Todos los sistemas se encuentran en reposo.



- Representar las fuerzas que se ejercen sobre la niña y sobre las cajas. Indicar que ejerce cada fuerza.
- Identificar entre las fuerzas representadas, de ser posible, fuerzas que constituyan pares de interacción.

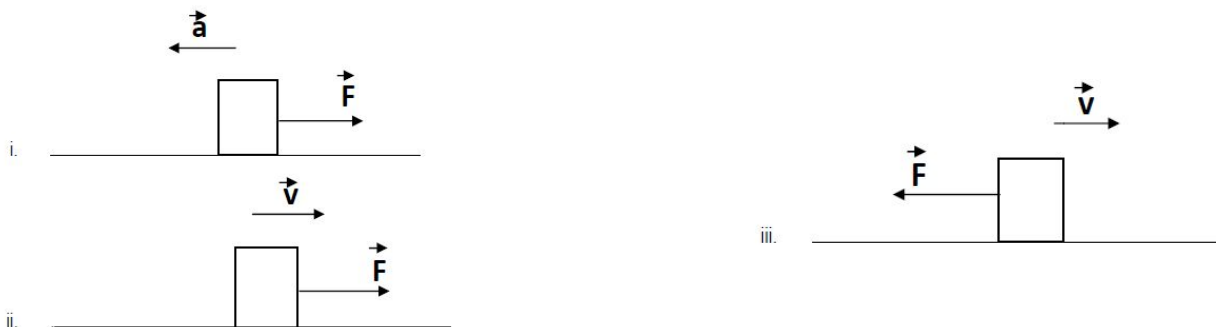
Confeccionar un cuadro estableciendo cuál es el objeto de estudio, el medio externo y la fuerza (ver Anexo 2).

- Un bloque de 500 g se desliza por una mesa con rozamiento despreciable bajo la acción de una fuerza F de 2 N. Imagina que este mismo experimento se realiza en la Luna, con el mismo bloque, la misma mesa y bajo la acción de la misma fuerza. Con la finalidad de simplificar los cálculos, se considera en la Tierra $g = 10 \text{ m/s}^2$ y en la Luna $g = 1.6 \text{ m/s}^2$. Señalar, entre las afirmaciones que siguen, las que son correctas. Justificar con palabras y/o expresiones matemáticas.
 - En la Tierra el bloque adquiere una aceleración de 4 m/s^2
 - La masa del bloque en la Luna es de 0.50 kg
 - En la Luna el bloque adquiere una aceleración de 4.0 m/s^2
 - El peso del bloque en la Tierra es de 5 N
 - El peso del bloque en la Luna es de 0.80 N
- Teniendo en cuenta la actividad introductoria III en la que el hombre A empuja al B, determina la aceleración que adquieren los cuerpos, si la fuerza de interacción entre A y B es 240 N.
- Primera parte: Dibuja los vectores representativos de la o las fuerza(s) que se ejerce(n) sobre los cuerpos que están en negrita y los pares de interacción correspondientes. Confeccionar un cuadro estableciendo cuál es el objeto de estudio, el medio externo y la fuerza (ver Anexo 2).
 - Una **pelota** que está apoyada sobre una mesa.
 - Un **bloque** en reposo, apoyado en un plano inclinado y sujeto de una cuerda a una pared.
 - Un **bloque** que, luego de ser empujado, está subiendo por un plano inclinado que posee una capa de hielo.

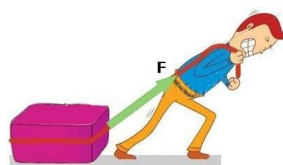
Segunda parte: Identificar de ser posible, entre las fuerzas representadas, fuerzas de igual módulo y sentido contrario que no constituyan un par de interacción. Justificar la elección.

- Un estudiante afirma que la fuerza neta (o fuerza resultante) entre dos fuerzas de 10 N (cada una) no es necesariamente 0 N ó 20 N. ¿Estás de acuerdo con la afirmación del estudiante? Justifica.
- ¿Por qué al nadar llevamos los brazos hacia atrás y nos deslizamos hacia delante? Realizar un esquema que muestre la situación y que permita complementar la argumentación.

14. Para aplicar la segunda ley de Newton en la resolución de un problema es conveniente hacer uso de procedimientos adecuados. Enumerar qué procedimientos se consideran adecuados para resolver un problema. Muchas veces los libros de texto hacen propuestas al respecto, que pueden ser útiles.
15. Un ladrón en un aeropuerto quiere llevarse un carrito con valijas y tira de él con una fuerza de 145 N. El dueño se resiste a ser robado tirando del carrito para el otro lado con una fuerza de 85 N. La masa total del carrito cargado es de 60 kg.
- ¿Cuánto pesa el carrito?
 - ¿Qué aceleración adquiere el carrito?
 - Repentinamente el pasajero suelta el carrito y el ladrón sigue aplicando la misma fuerza. ¿Cuál es la aceleración del carrito ahora?
16. Cuatro enfermeras están levantando una camilla de 30 kg. Sobre ella se encuentra un paciente de 48 kg. Si cada enfermera ejerce una fuerza constante hacia arriba de 200 N en cada uno de los extremos de la camilla.
- Especifica los supuestos que has establecido para resolver el problema y las implicancias de los mismos
 - ¿Qué aceleración adquiere el paciente?
17. Los esquemas que siguen brindan información respecto del movimiento de cuerpos que, en todos los casos, están en movimiento bajo la acción de una fuerza resultante F .



- Establecer entre las diferentes situaciones aquellas que es/son físicamente imposible(s). Justificar la elección.
 - Describir el movimiento del cuerpo para los casos físicamente posibles. Justificar la descripción.
18. Un hombre tira de una soga atada a un bloque y ambos se mantienen en reposo.



- Considerar como sistema bajo estudio al bloque y representar las fuerzas que se ejercen sobre él. Indicar qué ejerce cada fuerza.
- En un diagrama aparte, representar las parejas de interacción de aquellas fuerzas representadas en el ítem a). Indicar

que ejerce cada fuerza.

- c. Expresar en palabras por qué el hombre se mantiene en reposo.
- d. Escribir la forma particular que adopta la segunda ley de Newton considerando como sistema de estudio al hombre.
- e. Establecer si la fuerza normal que se ejerce sobre el bloque es igual al peso. Justificar con palabras y expresiones matemáticas.

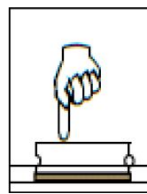
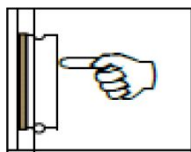
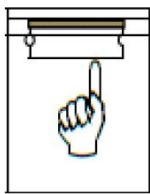
19. Sobre una mesa se encuentra apoyada una caja

- a. Considerar como sistema bajo estudio la caja. Realizar el análisis de todas sus interacciones.
- b. Considerar como sistema bajo estudio la mesa. Realizar el análisis de todas sus interacciones.
- c. Identificar, entre las fuerzas representadas, aquellas que constituyen pares de interacción. Justificar

20. Un hombre se encuentra parado sobre una balanza.

- a. Dibujar los vectores representativos de la o las fuerza(s) que se ejerce(n) sobre: i.el hombre; ii.la balanza.
- b. Indicar qué ejerce cada fuerza.
- c. Identificar, entre las fuerzas representadas, fuerzas que constituyan pares de interacción. Justificar.
- d. Identificar entre las fuerzas representadas las que se corresponden con la lectura de la balanza.
- e. Identificar, entre las fuerzas representadas, fuerzas de igual módulo y sentido contrario que no constituyan pares de interacción. Justificar.

21. Se aprieta un borrador contra una pared como se muestra en las figuras.

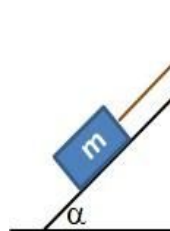


- a. Representar la(s) fuerza(s) que se ejerce(n) sobre el borrador en cada caso. Indicar qué ejerce cada fuerza.
- b. Explicar por qué el borrador se mantiene en reposo.
- c. Escribir la forma particular que adopta la segunda ley de Newton, para cada caso, considerando como sistema de estudio al borrador.

22. Una señora que transporta una valija tal como se muestra en la figura camina a velocidad constante.



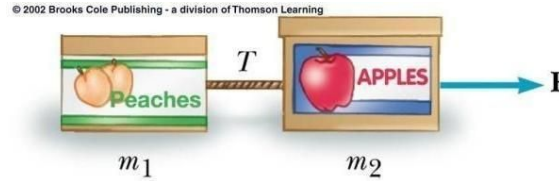
- a. Tomando a la valija como sistema de estudio realizar el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre la misma.
 - b. Tomando a la señora como sistema de estudio realizar el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre ella.
 - c. Considerar como sistema de estudio la valija. Escribir la expresión particular que adopta la segunda ley de Newton para este sistema de estudio.
23. Una carga cuelga del cable de una grúa. Representarlas fuerzas que se ejercen sobre la carga y comparar las intensidades de las mismas para los siguientes casos:
- a. la carga permanece en reposo;
 - b. la carga acelera hacia arriba;
 - c. la carga sube con velocidad constante;
 - d. la carga acelera hacia abajo;
 - e. la carga cae libremente.
24. Si la carga del problema anterior tiene una masa de 2.0 toneladas, determinar:
- a. La tensión del cable cuando permanece en reposo.
 - b. La tensión del cable cuando ya ha comenzado a moverse y está subiendo con una aceleración de 1.2 m/s^2 .
 - c. La tensión del cable cuando, después de un breve período de aceleración, la carga sigue elevándose con velocidad constante.
 - d. La tensión del cable cuando está bajando e incrementando su velocidad a razón de 1.2 m/s cada segundo.
 - e. Si la carga cae libremente, ¿cuál es la aceleración que adquiere la carga? ¿Cuál es la aceleración que adquiere la Tierra considerando que su masa es aproximadamente $6 \times 10^{24} \text{ kg}$?
 - f. Indicar todos los supuestos necesarios para resolver el ítem anterior, explicando qué implicancia tiene cada uno.
25. Un bloque se encuentra sobre un plano inclinado, tal como se muestra en la figura.



- a. Tomando al bloque como sistema de estudio realizar el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre el mismo. Indicar qué ejerce cada fuerza.
- b. Representar la pareja de interacción de la(s) fuerza(s) representada(s). Indica qué ejerce cada una de las fuerzas.
- c. Establecer si la fuerza que ejerce la superficie de apoyo sobre el bloque, y que es perpendicular a dicha superficie, tiene la misma intensidad (o módulo) que el peso del mismo. Justificar con palabras y expresiones matemáticas.
- d. Explicar por qué el bloque se mantiene en reposo.

e. Escribir la forma particular que adopta la segunda ley de Newton considerando como sistema de estudio al bloque.

26. Dos cajas de fruta, $m_1 = 10 \text{ kg}$ y $m_2 = 20 \text{ kg}$, que se encuentran sobre una superficie horizontal con rozamiento despreciable, están unidas por una cuerda de masa despreciable como se muestra en la figura.



Se aplica una fuerza de 30 N a la caja de 20 kg.

Determinar:

- La aceleración de cada caja.
 - La tensión de la cuerda.
 - Si la masa de la cuerda que une las cajas no fuera despreciable:
 - ¿Se altera la resultante de las fuerzas externas que se ejercen sobre el sistema constituido por las dos cajas? Justificar la respuesta.
 - ¿Se altera la aceleración de este sistema? Justificar la respuesta con palabras y expresiones matemáticas
 - Si en determinado momento se corta la soga que une ambas cajas, describe el movimiento de cada una de las cajas. Justifica.
27. Una heladera de 40 kg, se está moviendo con una aceleración de 5 m/s^2 sobre una superficie horizontal. El chico de la izquierda tira de una soga ejerciendo una fuerza de 10N y la chica empuja la heladera ejerciendo una fuerza de 13 N. El rozamiento entre las superficies de contacto no es despreciable.



Parte I

- Indica si la fuerza que ejerce la caja sobre el chico que la empuja es mayor, menor o igual a 13 N. Justifica
- Determina la fuerza de rozamiento entre la caja y el piso.

Parte II

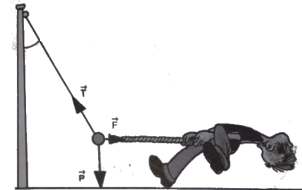
Representa las fuerzas que se ejercen sobre:

- la chica de la derecha
- el chico de la izquierda
- la caja

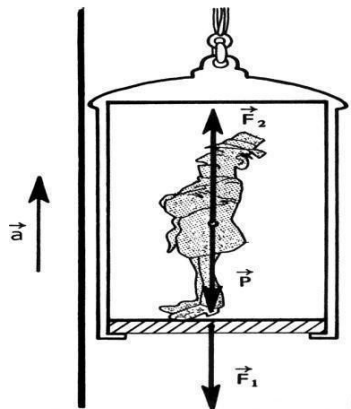
Indica en todos los casos quien ejerce la fuerza

- d. Identificar entre todas las fuerzas representadas en el ítem anterior, si es posible, todos los pares de fuerzas que constituyan pares de interacción. Justificar la elección.
28. Una esfera de acero está suspendida de una cuerda atada a un poste. La persona que se muestra en la figura ejerce sobre la esfera una fuerza horizontal, la desplaza lateralmente, manteniéndola en equilibrio en la posición que se muestra en la figura. Todo el sistema está en reposo con respecto a un sistema de referencia fijo en el piso.

- a. Dibujar las fuerzas que se ejercen sobre el niño
- b. Justificar por qué está en reposo



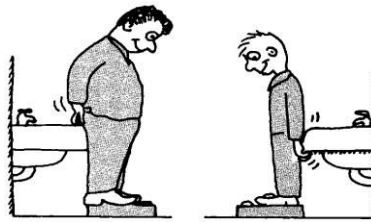
29. La figura que sigue muestra a una persona de peso P que está en el interior de un ascensor que se mueve con una aceleración dirigida hacia arriba, siendo F_1 la fuerza que la persona ejerce sobre el piso del ascensor y F_2 la fuerza que ejerce el piso del ascensor sobre la persona. Observar la figura y determinar cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas. Justificar.



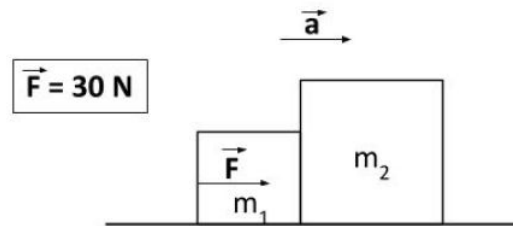
- a. La resultante de las fuerzas que se ejercen sobre la persona es: $F_2 - P - F_1$
- b. $F_2 > P$ porque la persona adquiere una aceleración hacia arriba
- c. $F_1 = F_2$ porque constituyen un par de acción y reacción
- d. $F_1 = P$, o sea la fuerza que ejerce el hombre sobre el piso es igual a su peso
- e. $F_2 = P$ porque constituyen un par de acción y reacción.
30. Si el ascensor de la figura anterior sube a velocidad constante señala, entre las afirmaciones siguientes, cuál o cuáles es/son la(s) correcta(s). Justificar la respuesta.

- a. $F_2 = P$
- b. $F_2 > P$
- c. $F_1 > P$

31. Dos señores se pesan en una balanza que está en el baño, pero de una forma particular. El señor de la izquierda empuja hacia abajo el lavatorio, mientras que el de la derecha tira hacia arriba por la parte inferior del mismo (ver figuras). ¿Varía la indicación de las balanzas si se paran sobre ellas sin empujar ni tirar? Comprueba experimentalmente que es lo que ocurre y justificar con palabras y expresiones matemáticas.



32. Dos masas $m_1 = 2.0 \text{ kg}$ y $m_2 = 4.0 \text{ kg}$, como se muestra en la figura, están en movimiento sobre una mesa horizontal pulida. Un niño, que no se representa en la figura, está empujando la caja m_1 .



Parte I

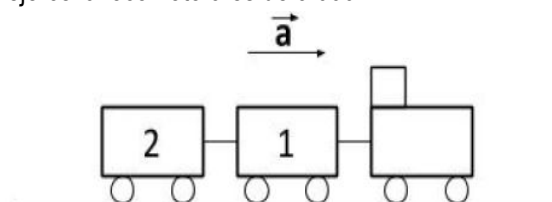
- ¿Es correcto afirmar que sobre la caja de 4.0 kg se ejerce la fuerza de 30 N ? Justificar.
- Tomando a m_1 como sistema de estudio realiza el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre la misma.
- Tomando a m_2 como sistema de estudio realiza el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre la misma.
- Tomando a m_1 y a m_2 como sistema de estudio realiza el diagrama de las fuerzas que se ejercen sobre el mismo.
- Identificar entre las fuerzas representadas, si es posible, fuerzas iguales que no constituyan un par acción- reacción. Justificar.
- Identificar entre las fuerzas representadas, si es posible, fuerzas iguales que constituyan un par acción- reacción. Justificar.

Parte II

Determinar:

- la aceleración de cada una de las masas;
- la fuerza resultante sobre m_1 ;
- la fuerza resultante sobre m_2 ;
- la intensidad de la fuerza de contacto ejercida por una masa sobre la otra.

33. Una locomotora de 1500 kg arrastra a un convoy de 2 vagones de 3000 kg cada uno, tal como se muestra en la figura. La vía es horizontal y la fuerza que ejerce la locomotora es de 9.000 N .



- Representar las fuerzas que se ejercen sobre cada vagón, indicando qué ejerce cada fuerza. Utiliza un diagrama de

- cuerpo libre diferente para cada sistema de estudio.
- Indicar si entre las fuerzas representadas, es posible identificar pares de acción y reacción. Justifica.
 - Escribir la forma particular que adopta la segunda ley de Newton tomando como sistema de estudio al vagón 1.
 - Determinar la aceleración del tren.
 - Indicar todos los supuestos necesarios para resolver el ítem anterior, explicando qué implicancia tiene cada uno.

Bibliografía obligatoria de consulta Unidad 4.

- Tipler, P. "Capítulo 4: Las leyes de Newton y Capítulo 5: Aplicaciones de las leyes de Newton en Física Preuniversitaria. Ed. Reverté, España. Ver en particular páginas 16 a 76.
- Young, H D, Freedman, R A. (2009). "Capítulo 2: Movimiento en línea recta" en Sears-Semansky Física Universitaria. Ed. Addison Wesley Iberoamericana, U.S.A. Ver en particular las páginas 36 a 70.
- Serway, R.; Jewett J. Capítulo 2 Movimientos en una dimensión y Capítulo 5: Leyes del movimiento" en Física para ciencias e ingeniería. Tomo I. Ed. Thomson, México. Ver en particular Capítulo 2: páginas 20 a 53; Capítulo 5: páginas 100 a 137.

Anexo 1

Algunas consideraciones sobre los conceptos, las leyes, las teorías y los modelos

Las actividades que se resolvieron nos permiten una primera aproximación a ideas básicas que profundizaremos (por ejemplo: movimiento, posición, velocidad, fuerza). Por otra parte ilustran, entre otras cosas, cómo en física los conceptos que se usan en la vida diaria tales como posición, velocidad, movimiento, etc. se modifican con la intención de crear un lenguaje preciso, sintético, sin ambigüedades, que sea lo más general posible, de manera tal que resulte fructífero en el ulterior desarrollo de la ciencia.

Así, por ejemplo, a diferencia de lo que hacemos en la vida cotidiana en física es fundamental asignar un carácter relativo al movimiento o al reposo: para hablar de movimiento o reposo es fundamental tomar "algo" como referencia (un cuerpo material, un punto del espacio) y definir un "sistema de referencia". En la actividad 1a. es posible afirmar que "A está en reposo respecto de B", "B está en reposo respecto de A", "A y B están en reposo respecto al tren", "A y B están en movimiento respecto de C". ¿Y qué podemos decir del estado de C? Aunque va contra el sentido común (ya que en general se le asigna un estado de reposo absoluto al señor C) es posible adoptar como marco para estudiar el movimiento al tren (o a los pasajeros) y concluir que C está en movimiento.

Del mismo modo la actividad 1b. nos permite advertir que la velocidad de un cuerpo, en este caso la lámpara, no es una magnitud absoluta (y por lo tanto no se lo puede considerar como una propiedad del cuerpo): depende del sistema de referencia adoptado. Tampoco es absoluta la forma de la trayectoria que sigue un cuerpo: ésta dependerá del sistema de referencia elegido, de las condiciones iniciales (la velocidad) y, como veremos más adelante, de la fuerza resultante que se ejerce sobre el cuerpo.

Conceptos como movimiento, velocidad, fuerza, etc. tan familiares, tan de "sentido común", son mucho más sutiles y fundamentales en el marco de la física, difieren sustancialmente con el significado que se le atribuye en la vida cotidiana y constituyen un producto sofisticado desarrollado a lo largo de la historia. Los conceptos de la física no están en la naturaleza, no se descubren ni se crean a partir de la observación, de la percepción directa, de la experiencia. Los conceptos son ideas

que elaboramos para interpretar lo que observamos. Fueron elaborados por el hombre a partir del interjuego entre la naturaleza y el intelecto. No son una réplica de la realidad (o de nuestra realidad) sino que deben guardar cierta relación con ella: trascienden los fenómenos. Para comprender esto que venimos diciendo cabe preguntarse, por ejemplo: ¿surge de la percepción directa la afirmación “el señor C está en movimiento respecto del tren”?

Existen también conceptos propios de la física que no son parte de nuestro lenguaje común. Los conceptos que A. Einstein (1993) define como “creaciones libres del espíritu humano”, constituyen una herramienta que deberá ser manejada de forma tal que permita establecer reglas de correspondencia entre el modelo teórico y la situación sobre la que ese modelo teórico pretende dar cuenta.

Por otro lado cabe señalar que la física es una ciencia “fáctica” (estudia los fenómenos) que pretende interpretar, predecir, explicar fenómenos. Para ello, frente a una realidad compleja y cambiante y a los fines de sistematizar el conocimiento, construye sistemas conceptuales que permiten comprenderla: las teorías científicas, sistemas de ideas (conceptos, proposiciones, leyes) muy compactas (relacionadas entre sí), que se refieren a modelos que se construyen sobre la realidad. “Las teorías científicas tratan con modelos ideales que se suponen representan, de modo más o menos simbólicos y con alguna aproximación, ciertos aspectos de los sistemas o fenómenos que se estudian y jamás todos sus aspectos. Los científicos conjeturan lo que hay tras los hechos observados, abstraen e idealizan la situación bajo análisis, desprecian variables -por considerarlas irrelevantes en el fenómeno que se está analizando- y continuamente inventan conceptos que carecen de correlato empírico, aún cuando presumiblemente se refieren a cosas, cualidades o relaciones existentes objetivamente”. (Bunge, 2000).

Las teorías científicas, los conceptos que se definen, sus leyes, no tienen como referente directos a los fenómenos sino a representaciones simplificadas de los mismos. La adecuación de la teoría con la realidad y la validez del modelo propuesto se controlan con las experiencias. Esta forma de concebir las teorías fue un hecho fundamental en la construcción de la física del siglo XVII. Así, la formulación de leyes en lenguaje matemático, la identificación de variables irrelevantes en un problema, la abstracción e idealización de la situación (caída libre en el vacío, movimientos sin rozamiento, etc.), la búsqueda de una explicación capaz de predecir nuevos fenómenos, rompió con la metodología basada en generalizaciones acríicas de observaciones cualitativas de la vida cotidiana, cuestionando las evidencias del sentido común.

Hemos señalado que la formulación de una ley, de una teoría científica supone simplificaciones tanto en la elección de las variables relevantes como en la formulación de hipótesis acerca de relaciones entre ellas. Esas simplificaciones se practican siempre. Veamos un ejemplo para analizar lo que venimos diciendo.

Supongamos que queremos estudiar un cierto fenómeno. Para ello debemos definir un sistema de estudio y las acciones que se ejercen sobre él desde “afuera” (medio externo/entorno). Una cosa relevante en el abordaje científico de una situación es la consideración del orden de aproximación en los datos, en la información que deseamos obtener. Esta cuestión es fundamental para el análisis de las variables relevantes en la situación bajo estudio.

Consideremos el estudio del movimiento de una pelota que se lanza al aire. Elegido un sistema de referencia, el movimiento resultante dependerá de las condiciones iniciales, en este caso de la velocidad inicial, y de la(s) fuerza(s) que se ejercen sobre la misma. A la pelota se le asignan propiedades tales como el color y la temperatura, que se presentan como irrelevantes al estudiar el fenómeno que nos ocupa. Por otro lado la pelota tiene una superficie algo irregular y gira mientras se traslada en el aire. Sobre ella se ejerce la fuerza gravitatoria, que disminuye ligeramente a medida que la pelota asciende. La resistencia del aire (rozamiento) y el empuje del mismo dan lugar a efectos adicionales. Pueden existir también corrientes variables de aire

que compliquen aún más estos efectos.

Nuestro "sistema de estudio" es la pelota. Para dar cuenta de la acción del "medio externo" -que interactúa con nuestro sistema de estudio- introducimos la idea de fuerza, en este caso la que ejerce la Tierra, el aire y el viento. ¿Qué implica para nuestro sistema en estudio y dentro del orden de aproximación que deseamos obtener, considerar los efectos del aire, la atracción gravitatoria de la Tierra? La respuesta a esta cuestión depende de la pregunta que se haga, de los instrumentos con que contemos para realizar el estudio, del grado de exactitud que necesitemos obtener en nuestros resultados.

Hemos despreciado en el movimiento de la pelota las implicancias de la atracción gravitatoria de la Luna, ya que no hay diferencias apreciables en el comportamiento de la pelota cuando hay luna llena o cuarto menguante, o si la Luna está delante o detrás. De modo que podemos considerar los efectos de la Luna como irrelevantes para la situación planteada. Lo mismo podríamos pensar en relación con los efectos del Sol.

Pero podemos seguir haciendo simplificaciones. Así, si se hacen los cálculos es posible advertir, como veremos en Física I, que para el estudio que estamos realizando la fuerza gravitatoria es constante durante el movimiento (podemos realizar otras simplificaciones, pero por supuesto que cada una de las variables que no consideremos nos restará precisión a los resultados que queremos obtener). También, por ejemplo, si consideramos a la pelota como una esfera uniforme y suponemos que se mueve a través del aire inmóvil, podemos calcular el rozamiento y el empuje que ejerce el aire. Normalmente el empuje es mucho menor que la fuerza gravitatoria, por lo que también lo podemos omitir. Cabe considerar que la forma y el movimiento de rotación pueden ser irrelevantes para una descripción completa del movimiento. En este caso, podemos esquematizar a la pelota como una partícula o punto material (una masa puntual, sin tamaño, forma ni giro) y aplicar las leyes del punto material. Estas leyes se cumplen exactamente para el punto material, referente directo de muchas de las leyes que veremos -por ejemplo las leyes de Newton, las leyes del tiro vertical que estudiaste en el Secundario- y más o menos aproximadamente para cuerpos que estudiamos (como la pelota) En términos generales, las líneas de acción de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, no pasan por un único punto y, por lo tanto, el cuerpo tiene movimiento de traslación y rotación. Sin embargo, en un problema determinado el movimiento de rotación puede resultar irrelevante, entonces es posible recurrir al modelo de punto material y esquematizar a la pelota con un punto. En tal caso, se considera que todas las fuerzas actúan sobre dicho punto. Por otro lado si el movimiento de la pelota es suficientemente lento, la fuerza de rozamiento es también pequeña y se la puede despreciar.

En lo que sigue trataremos de ir analizando la necesidad que tuvieron los científicos de crear magnitudes físicas, establecer leyes que, integradas en una teoría, les permitieran describir, explicar y predecir los complejos movimientos de los cuerpos. Nos limitaremos al tratamiento de la mecánica newtoniana. Esta nos permitirá tratar el movimiento de sistemas materiales cuyas posiciones no son del orden de las distancias atómicas y que se mueven a velocidades pequeñas comparadas con la luz. Comenzaremos analizando el comportamiento de la partícula o punto material, modelo que representará en una primera aproximación al sistema real.

Al término "**partícula**" o "**punto material**" es frecuente que lo asociemos como algo de dimensiones pequeñas. No es ese el significado que se le da al término en física. Se trata de una **entidad abstracta, sin referentes fácticos directos, que define las condiciones propuestas por los desarrollos de la física del cuerpo de masa puntual (se consideran irrelevantes la forma, las dimensiones y la estructura interna del cuerpo, de modo que las fuerzas que actúan sobre él sólo podrían modificar su movimiento de traslación)**. Así, en mecánica podemos tratar como partícula o punto material a todo cuerpo extenso cuya deformación, vibración y rotación pueden ser dejados de lado (por irrelevantes) en el análisis que se está encarando. Como veremos más adelante el movimiento de cuerpos extensos -supuestos indeformables- puede siempre

describirse como la combinación del movimiento del cuerpo “como un todo” (vale decir, del movimiento de su centro de masa) acompañado de vibraciones y rotaciones del propio cuerpo. En ese caso el movimiento “como un todo” puede ser analizado mediante el modelo de partícula, no así las vibraciones y la rotación.

Tomemos una situación real concreta. Cuando decimos que, por ejemplo, un auto de carreras va a una velocidad de 200 km/h ese valor de la velocidad la comparten el espejo, el asiento, el botón del traje del corredor, o de cualquier otro punto que se está trasladando. Tomemos como sistema de estudio al auto y al corredor. Independientemente de que durante cierto trayecto, por ejemplo, el corredor maneje con una o dos manos, parecería que para la magnitud que estamos analizando (la velocidad) no interesan los comportamientos internos del sistema. La velocidad de un solo punto del sistema en estudio representa perfectamente al resto, si lo que queremos es describir su movimiento de traslación. Es posible modelar entonces al sistema como un punto material ya que para el estudio que nos interesa sólo importa conocer lo que ocurre con un punto que representa al sistema y con su descripción ahorrar la de cualquier detalle del mismo. Si en algún momento el auto derrapa y vuelca y nos interesa el estudio de ese movimiento ya no podemos modelar al sistema como punto material.

Algunas consideraciones en torno a la idea de "sistema"

Como verás con frecuencia haremos uso de la palabra "sistema". Lo haremos con las siguientes acepciones:

Sistema (u objeto) de estudio: porción del universo que aislamos para someterlo a estudio. A los elementos que no forman parte del sistema se los suele denominar “medio externo” o “entorno”.

Sistema de unidades: ordenamiento racional de unidades de medida.

Sistema de referencia: estrictamente hablando un sistema de referencia, es cualquier conjunto de ejes arbitrariamente definidos (rectilíneos o curvilíneos, ortogonales u oblicuos) centrado en un cuerpo o en un punto del espacio localizable de algún modo (por ejemplo un punto situado a cierta altura, latitud y longitud sobre la superficie de la Tierra), respecto al cual toman sentido físico y matemático nuestras asignaciones de coordenadas espaciales.

Sistema de coordenadas: esta idea refiere al tipo de variables matemáticas que usamos para etiquetar puntos del espacio. En ese sentido hay posibilidad de definir diferentes sistemas de coordenadas para un mismo sistema de referencia concreto: sistema de coordenadas cartesianas, cilíndricas, esféricas, etc. Tan solo la simplificación de los cálculos matemáticos guiará nuestra elección.

Referencias Bibliográficas

Bunge, M. (1969). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. Barcelona: Ariel. OCLC 5394770, última reedición en 2000 por México: Siglo XXI Editores.

Einstein, A. (1939): *La física, aventura del pensamiento*. Buenos Aires: Losada.

Anexo 2

Algunas cuestiones vinculadas con la idea de fuerza en Física

En el lenguaje cotidiano el término fuerza tiene diversos significados. Muchas veces se la usa como sinónimo de poder, intensidad o vigor: nos referimos a las fuerzas de la naturaleza, del amor, la fuerza de la voluntad y las fuerzas productivas. Más cercano al campo de la física las ideas cotidianas la vinculan, por ejemplo, con “empujar” y “tirar”. Así asociamos la idea de fuerza con empujar una caja para trasladarla o tirar de una soga para mover un carrito. El concepto de fuerza que hemos construido en interacción con el mundo y la sociedad se ha desarrollado muchas veces a partir de sensaciones relacionadas

con el esfuerzo físico. Así habitualmente nos referimos a que hay que hacer fuerza para levantar los cuerpos, para mover las cosas o romperlas. En muy común que al referirnos a la fuerza en la vida cotidiana se la vincule a algo propio poseído por algunos cuerpos, algo que reside en los mismos, como si fuera una entidad material que poseen los cuerpos. Con frecuencia se afirma –de forma inapropiada para el ámbito de la física- que “una bomba tiene una gran fuerza”. Repetidas veces escuchamos a comentaristas de fútbol afirmar que “la pelota salió con mucha fuerza”. Desde el campo de la física esa afirmación es incorrecta –como veremos en este curso y en otros más avanzados.

Como ya hemos señalado los significados de los conceptos dependen del ámbito de aplicación. En el campo de la física el concepto fuerza toma un sentido muy específico, su significado es preciso y se diferencia del asignado en la vida cotidiana.

Cuando los comentaristas de fútbol dicen que “la pelota salió con mucha fuerza”, desde el campo de la física, podemos interpretar ese suceso haciendo referencia a la “energía cinética” o a la “cantidad de movimiento” de la pelota.

Sin intención de dar una definición acabada –ya que enriqueceremos la idea de fuerza cuando tratemos las leyes de Newton- **en Física podemos pensar a la fuerza como una interacción entre cuerpos capaz de producir deformaciones y/o cambios en la velocidad (tanto en el módulo como en la dirección y/o sentido) del sistema bajo estudio.** Cuando nos referimos a las fuerzas en todos los casos se trata de la interacción entre el sistema que estamos analizando (caja, carrito) y algún elemento del medio o entorno (persona, sogá). Es decir, la interacción involucra dos partes: sistema en estudio y elemento del medio exterior o del entorno.

Sigamos avanzando hacia a la conceptualización de la idea de fuerza y acordemos también algunas cuestiones vinculadas a cómo trabajar con las mismas.

Consideremos el siguiente ejemplo (Figura 1) en el que un hombre está empujando una caja hacia un camión.



Figura 1

Al momento de empezar a trabajar es fundamental definir claramente el sistema en estudio. Supongamos que el sistema (u objeto) en estudio es la caja. Todo lo demás (hombre, superficie de apoyo, planeta Tierra) constituye el medio exterior o entorno.

Centremos el análisis en la interacción caja – hombre para caracterizarla. Para ello debemos tener en cuenta que al referirnos a la interacción, es importante dejar en claro *qué ejerce* la fuerza (el medio externo: el hombre) y *sobre qué* se ejerce (el sistema de estudio: la caja).

La fuerza ejercida por el hombre tendrá el punto de aplicación en la caja, posee cierto módulo, se caracterizará por un sentido (hacia el camión) y estará ejercida sobre cierta recta de acción (dirección), que podemos suponer horizontal, paralela al piso¹.

Al ser la fuerza una magnitud vectorial, la distinguimos usando una notación especial que consiste en dibujar una flechita arriba de la letra que la representa. Supongamos que llamamos con la letra **F** a una fuerza, entonces la representaremos por \vec{F} . Cuando queremos referirnos sólo al módulo de la fuerza usaremos cualquiera de las siguientes notaciones: $|F|$ o F .

¹ Es muy frecuente confundir la idea de dirección con la de sentido de una fuerza. Se debe recordar que la dirección (recta de acción de la fuerza) tiene dos sentidos posibles (las dos semirrectas asociadas a la recta).

Cuando es importante designar a las fuerzas como interacciones entre dos objetos, es común agregar al nombre de la fuerza dos subíndices, por ejemplo F_{a-b} (se lee: “la fuerza ejercida por a sobre b”). Con esta notación dejamos claramente establecido qué parte del medio ejerce la fuerza y sobre qué sistema se ejerce (en ese orden). En el caso analizado, designamos a la fuerza que el hombre hace sobre la caja como F_{h-c} .

Centremos la atención en cuestiones vinculadas con la fuerza y su representación. En la práctica y al momento de representar fuerzas, debes tener en cuenta que:

- ✓ el punto de aplicación de la fuerza, representado por el inicio de la flecha, se dibuja en el objeto de estudio sobre el que se ejerce la fuerza;
- ✓ la dirección del vector está dada por la recta de acción de la fuerza;
- ✓ el sentido está determinado por el extremo de la flecha.

Como estamos usando el “punto material” (según el cual el objeto de estudio es considerado como un punto con masa) nos limitaremos a considerar que todas las fuerzas están aplicadas en un único punto del cuerpo. Este punto lo podemos hacer coincidir -bajo ciertas consideraciones- con el centro geométrico². De modo que es posible representar la fuerza F_{h-c} como sigue:



En muchas de las actividades propuestas en la guía se pedirá “analizar las interacciones”. Éste análisis debe involucrar tanto el diagrama de fuerzas como la descripción en palabras de las fuerzas representadas. En la descripción se debe incluir: qué agente ejerce la fuerza, sobre qué/quién, el punto de aplicación, la dirección y el sentido. Este procedimiento debe ser empleado en todas las actividades donde se analicen las fuerzas involucradas. Para la situación que estamos tratando, la fuerza F_{h-c} tiene punto de aplicación en la caja, dirección horizontal y sentido hacia el camión.

Con frecuencia se advierten dificultades en los estudiantes al momento de analizar las fuerzas. Sugerimos la construcción de un cuadro como el que sigue. En él se brinda información sobre una de las interacciones: hombre-caja. Analizar todas las interacciones que se ejercen sobre la caja y completar el cuadro.

Objeto en estudio	Fuerza	Medio externo/entorno
Caja	F_{h-c}	Hombre
		Superficie de apoyo

MATERIAL DE REVISIÓN DE LA UNIDAD 4

Algunas cuestiones acerca del Sistema de Referencia (SR) y el Sistema de Coordenadas (SC)

Como ya hemos visto en el desarrollo de la Unidad 4.1, describir el movimiento de un objeto implica definir un sistema de referencia, es decir, determinar un lugar considerado fijo, desde el cual se van a referir las sucesivas posiciones del objeto.

Se define sistema de referencia como el cuerpo o conjunto de cuerpos respecto de los cuales se describe el movimiento (el piso, un automóvil, una mesa, la Tierra, etc.). Además, para que puedan aplicarse las leyes de la mecánica newtoniana, es necesario

² Una vez más, esta como otras tantas cuestiones que veremos en este curso introductorio, requieren de explicaciones más profundas, que serán abordadas en Física I

que ese sistema de referencia sea un sistema de referencia inercial.

Se define sistema de referencia inercial a aquél en el que se cumplen las leyes de movimiento establecidas por Newton. Para que esto ocurra, el sistema debe encontrarse en reposo o con velocidad constante. Cualquier sistema de referencia que esté desplazado una distancia fija; con los ejes de coordenadas rotados; o que se desplace con velocidad constante respecto de un sistema de referencia inercial, también será un sistema inercial.

Pero para caracterizar el movimiento debemos establecer si la posición de nuestro objeto de estudio cambia respecto a nuestro Sistema de Referencia; para ello necesitamos asociar a nuestro Sistema de referencia un Sistema de Coordenadas.

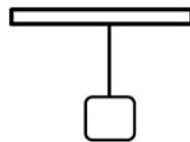
Un Sistema de Coordenadas es una herramienta matemática, compuesta por ejes de coordenadas ortogonales que se cortan en un punto llamado origen "O" a partir del cual nacen 4 semirrectas a las cuales se asocian un sentido, positivo o negativo. De este modo tendremos 2 semirrectas en dirección de las x ($+x$, $-x$) y 2 semirrectas en dirección de las y ($+y$, $-y$). Podemos, a su vez, dividir estas semirrectas en segmentos iguales a los cuales podemos hacer corresponder una escala numérica

[1] El sistema de coordenadas cartesianas está constituido por tres ejes (x ; y ; z). Sin embargo, en este curso se trabajará dos dimensiones (x ; y)

Algunas consideraciones para tener en cuenta al resolver problemas:

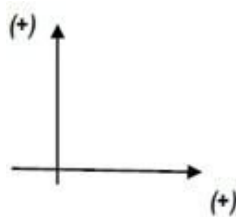
- En los problemas que se pide análisis de las interacciones se deberá trabajar como se plantea en el Anexo 2, y hacer uso de procedimientos adecuados, veamos un ejemplo:

Se cuelga un bloque del techo por medio de una soga, como indica el esquema. Si el sistema bajo estudio es el bloque, realizar el análisis de todas las interacciones que se ejercen sobre él.



Planteamiento del problema (Muy importante):

El primer paso en resolución de los problemas de Física, consiste en determinar un sistema de referencia (SR), un sistema de coordenadas (SC), y los supuestos necesarios para resolver el problema. En este caso, se adoptará como SR un punto del espacio fijo y en reposo. A este sistema de referencia se le debe asociar un SC, es decir, ejes ortogonales, e indicar un sentido. En este caso, el SC se indicará del siguiente modo:



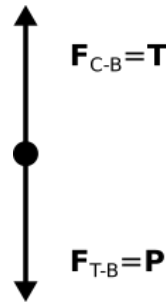
Los supuestos que deben hacerse para resolver problemas en los que cuerpos cuelgan de sogas, o están vinculados por sogas; tienen que ver con que bajo ciertas condiciones, esas sogas deben considerarse inextensibles y con masa despreciable. Otro supuesto importante, es que el o los cuerpos involucrados deben poder modelizarse como punto material.

Una vez establecidos los SR, SC y supuestos, se trabaja con lo propuesto en el Anexo 2; es decir, se debe realizar el diagrama de cuerpo libre y un cuadro como el que se muestra en el Anexo. Además, se debe incluir la descripción en palabras de las fuerzas representadas.

Si consideramos al bloque como sistema de estudio, vemos que interactúa con la soga y la Tierra (que forman parte del medio

externo o entorno). Es decir, que tanto la soga, como la Tierra, ejercen fuerzas sobre el bloque

1. Diagrama de cuerpo libre:



Para tener en cuenta:

Si el bloque permanece en reposo, la Fuerza neta sobre el mismo es nula; por lo tanto, las fuerzas representadas deben tener el mismo módulo o intensidad, por lo que deben representarse con la misma medida.

2. Cuadro:

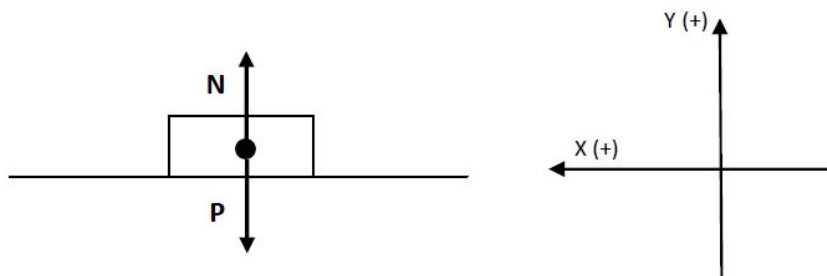
Objeto en estudio	Fuerza	Medio externo/entorno
Bloque	$F_{C-B} = T$	Soga
	$F_{T-B} = P$	Tierra

3. Texto descriptivo:

Sobre el objeto de estudio, que es el bloque, actúan dos fuerzas que tienen punto de aplicación en el bloque. A una la ejerce la Tierra y se denomina **P** (Peso). A la otra la ejerce la soga y se denomina **T** (Tensión). La fuerza **P** tiene dirección en el eje y , y sentido negativo. La fuerza **T** también tiene dirección en el eje y , pero su sentido es positivo (en este caso, sentido contrario a **P**).

- En problemas con planos inclinados

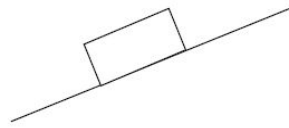
Analicemos las fuerzas que actúan sobre el bloque que se encuentra apoyado en una superficie horizontal con rozamiento despreciable.



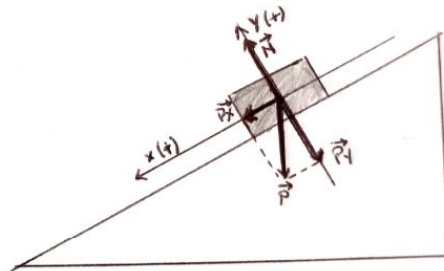
Consideremos que el eje x es paralelo a la superficie de apoyo y el eje y es perpendicular a dicha superficie, como no actúa ninguna fuerza en dirección al eje x , entonces $\Sigma F_x = 0$, el bloque no se desplazará en dirección al eje x (dirección horizontal). Pero en la dirección y actúan dos fuerzas, **P** y **N**, de sentido contrario, entonces

$\Sigma F_y = N + (-P) = 0$. El bloque tampoco se moverá en dirección vertical.

Si la superficie de apoyo del bloque se inclinara un determinado ángulo, estaríamos en presencia de un plano inclinado



Podemos representar las fuerzas que actúan sobre el bloque, pero debemos considerar que los ejes siguen siendo: el eje x , paralelo al plano, y el eje y perpendicular al plano



Sobre el bloque siguen actuando las mismas fuerzas \mathbf{P} y \mathbf{N} , porque las condiciones no han cambiado; pero en este caso resulta necesario encontrar las componentes de \mathbf{P} para realizar la sumatoria de fuerzas en los ejes x e y . \mathbf{P} tendrá entonces una componente paralela a la superficie (\mathbf{P}_x) y otra perpendicular a la superficie (\mathbf{P}_y).

En cuanto a \mathbf{N} debemos recordar que siempre es perpendicular a la superficie de apoyo, por lo que tendrá la dirección del eje y .

- En problemas donde hay descomposición de fuerzas:

Toda fuerza puede descomponerse en dos componentes vectoriales. Para ello, se coloca el origen del vector a descomponer en el origen del sistema cartesiano y se proyecta el vector sobre ambos ejes. De esta manera tendremos las componentes correspondientes (ver Figura 2). Si el vector coincide con algunos de los ejes, tiene componentes cero en el otro (como en el caso de F_{rp-v} , F_{sp-v} y F_{t-v} de la Figura 1).

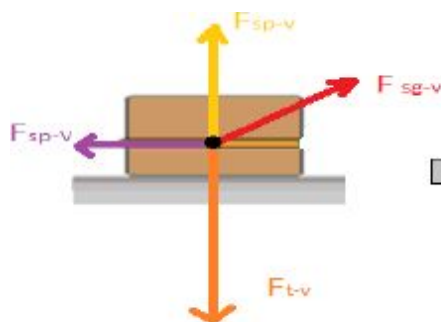


Figura 1

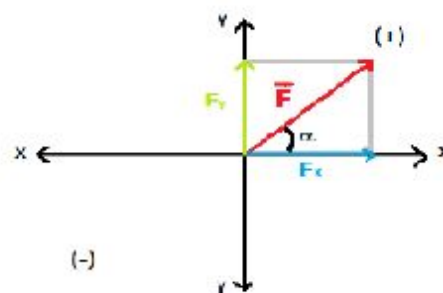


Figura 2