



## GUÍA N°1 DE FÍSICA 3° Plan Diferenciado

Nombre: \_\_\_\_\_ curso: 3° dif \_\_\_\_\_

### Unidad 1: Fuerzas Centrales: ¿de qué tratan y cómo se manifiestan en mi vida?

**Habilidades:** Planificar y conducir una investigación /Analizar e interpretar datos/ Evaluar.

**Actitudes:**

- ✓ Pensar con perseverancia y Proactividad para encontrar soluciones innovadoras a los problemas.
- ✓ Pensar con flexibilidad para reelaborar las propias ideas, puntos de vista y creencias.
- ✓ Pensar con consciencia, reconociendo que los errores ofrecen oportunidades para el aprendizaje.

**OA 3** Analizar el movimiento de los cuerpos bajo la acción de una fuerza central en diversas situaciones cotidianas o fenómenos naturales, con base en conceptos y modelos de la mecánica clásica.

---

**Contenidos:**

1. Contexto histórico del concepto de fuerza y su evolución a través del pensamiento científico (según Aristóteles: fuerza armónica y brusca, y Galileo: caída de los cuerpos)
  2. Cinemática y su relación con las fuerzas centrales; ¿Por qué Kepler no pudo explicar la mecánica del movimiento de los planetas?
- 

**INSTRUCCIONES:** Es conocido por todo nuestro país e incluso de manera global los duros y difíciles momentos que pasamos, sin embargo, nuestro afán como profesores es que siempre nuestros estudiantes se encanten con nuestra asignatura. ¡FÍSICA ES FASCINANTE! Y HOY MÁS QUE NUNCA TE INVITO A OCUPAR ESTE MATERIAL PARA PROFUNDIZAR MUCHO MÁS TUS CONOCIMIENTOS.

HE PREPARADO ÉSTE MATERIAL INTRODUCTORIO PARA QUE LEAS DESDE CASA, LO INTERNALICES Y COMPRENDAS, YA QUE, TE PEDIRÉ QUE REALICES UN TRABAJO Y UNA EVALUACIÓN ONLINE CON ÉL.

LEE ATENTAMENTE, DESTACA LO IMPORTANTE Y COMPLETA LAS ACTIVIDADES QUE TE PROPONGO.

CUALQUIER DUDA ESTÁ EL BUZÓN DE TAREAS EN EL LINKS DE LA PÁGINA WEB [WWW.LICEO1.K12.CL](http://WWW.LICEO1.K12.CL)

### INTRODUCCIÓN

Lo primero que espero es que veas este video, ¡muy motivador!!! Ojo es importante saber por qué estoy estudiando Física.

Video 1; 10 razones para estudiar física: <https://youtu.be/9SziptUerU>

Para comprender el concepto de fuerzas centrales es necesario que recordemos algunos temas el año anterior de Física, es por esto que te invito a repasar.

#### ¿QUÉ ES LA CINEMÁTICA?

La cinemática es una rama de la física que **estudia el movimiento de los objetos sólidos y su trayectoria en función del tiempo**, sin tomar en cuenta el origen de las fuerzas que lo motivan. Para ello se toma en consideración la velocidad (desplazamiento entre tiempo utilizado) y aceleración (cambio de velocidad entre tiempo utilizado) del objeto que se mueve.

Los orígenes de la cinemática se remontan a la astronomía antigua, cuando astrónomos y filósofos como Galileo Galilei observaban el movimiento de esferas en planos inclinados y en caída libre para entender el movimiento de los astros celestes. Estos estudios, junto a los de Nicolás Copérnico, Tycho Brahe y Johannes Kepler sirvieron de referencia a Isaac Newton para formular sus tres Leyes del movimiento, y todo ello conjuntamente fundó, ya a principios del siglo XVIII, la cinemática moderna.

Las contribuciones de los franceses Jean Le Rond d'Alembert, Leonhard Euler y André-Marie Ampère fueron clave en el establecimiento de esta disciplina, **bautizada por Ampère mismo como *cinemática*** (del griego *kinéin*, desplazar, mover).

La muy posterior postulación de la relatividad por Albert Einstein le daría un vuelco a la disciplina y fundaría la cinemática relativista, en la que el tiempo y el espacio no son dimensiones absolutas, como sí lo es la velocidad de la luz.

---

### ¡Ahora a recordar conceptos claves para esta primera unidad!

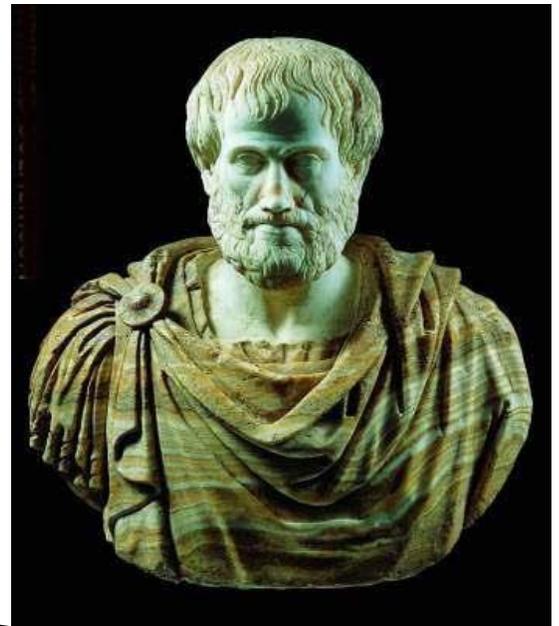
Responde las siguientes preguntas y luego compara tus respuestas con el solucionario de la última hoja.

1. ¿Qué es el movimiento?
2. ¿Qué es la trayectoria, espacio recorrido y desplazamiento?
3. ¿Qué caracteriza a un movimiento uniforme?
4. ¿Qué diferencia encuentras entre rapidez y velocidad?
5. ¿Qué caracteriza a un Movimiento uniformemente acelerado?

---

### Aristóteles y su concepción de fuerza y movimiento.

La relación entre fuerza y movimiento siempre fue objeto de estudio desde la antigüedad, el filósofo Aristóteles, por ejemplo, al analizar estas relaciones creía que un cuerpo sólo podría mantenerse en movimiento cuando existía una fuerza que actuase sobre él continuamente (una especie de empujón incesante). Pues bien, un cuerpo que estuviese en reposo y ninguna fuerza actúe sobre él, permanecería en reposo, según Aristóteles, es más, para que comience a moverse se requiere una fuerza, pero al cesar ésta el cuerpo se detendría de manera inmediata.



**“Importante es considerar que Aristóteles no concibe el concepto**

Las afirmaciones de Aristóteles te pueden parecer correctas en un inicio, ya que nuestra experiencia en la vida cotidiana vemos que los objetos se mueven si son empujados o jalados, a modo de ejemplo; si empujamos un libro sobre una mesa, se moverá mientras lo “empujemos” al dejar de ejercer dicha fuerza se detendrá.

Durante la edad media las ideas y postulados de Aristóteles fueron aceptadas sin que se hiciera un análisis más cuidadoso en relación con ellas. Las críticas a las teorías aristotélicas, sólo surgieron con Galileo en el siglo XVII.

## Las Fuerzas y movimiento de Galileo.

Antes de analizar estas te invito a ver el siguiente video.

Video 2; Galileo Galilei, un hombre polémico: <https://youtu.be/k-rG51JEGo>

Al introducir el método experimental en el estudio de fenómenos Físicos, Galileo realizó una serie de experimentos que lo llevaron a conclusiones diferentes de Aristóteles. Estando en reposo una esfera sobre una superficie horizontal, Galileo observó que al empujarla con cierta fuerza se ponía en movimiento, por otra parte, la esfera seguía moviéndose y recorriendo cierta distancia, aún después que dejaba de empujarla. Así Galileo comprobó que un cuerpo podía mantenerse en movimiento sin la acción permanente de una fuerza que lo empujase. Cuando repitió el experimento usando ahora una superficie horizontal más lisa observó que el cuerpo recorría una distancia mayor luego de cesar la acción de las fuerzas. Basándose en una serie de experimentos semejantes Galileo concluyó que el cuerpo se detenía una vez que se dejaba de impulsarlo en virtud del efecto de la fricción, una FUERZA, llamada roce entre la superficie y el cuerpo que siempre actúa para retardar su movimiento. Pues bien, si pudiésemos eliminar por completo la acción del roce, el cuerpo se movería de manera indefinida, es decir, en M.R.U (movimiento rectilíneo uniforme).

Entonces las conclusiones a las que llegó Galileo son las siguientes;

- ✓ Si un cuerpo está en reposo, es necesaria la acción de una fuerza sobre él para ponerlo en movimiento.
- ✓ Una vez iniciado el movimiento y después de cesar las acciones de las fuerzas que actúan sobre él, seguirá moviéndose indefinidamente en línea recta con velocidad constante.

### Versus de ideas

Realiza un cuadro comparativo con las ideas más importantes y contrástalas



Aristóteles	Galileo.
Movimiento....	Movimiento...
Causa del movimiento...	Causa del movimiento...
Fuerza...	Fuerza...

## SOBRE EL MOVIMIENTO, HISTORIA Y EVOLUCIÓN

### El concepto aristotélico de movimiento

Para Aristóteles (s. IV a.C.), el estado natural de un cuerpo era el reposo. Aparte del mundo celeste donde el movimiento natural único sería el circular uniforme, en el mundo inferior (sublunar), debemos distinguir entre el movimiento rectilíneo vertical y los demás.

El movimiento vertical es un movimiento natural que viene determinado por la tendencia del elemento presente a volver a su lugar natural cuando se encuentre fuera de él. Así, cuando se calienta un vaso

de agua, el vapor se eleva por la presencia del elemento fuego que tiende a llegar a la esfera de fuego. Al enfriarse, el vapor abandona el fuego, y el agua, que es ahora el elemento predominante, tiende a ocupar su lugar natural abajo. Como consecuencia, en el movimiento de caída libre de los cuerpos, la velocidad deber ser proporcional a la cantidad de su elemento constituyente, así, los cuerpos más pesados caerían más deprisa que los más ligeros.

Este pensamiento no era el resultado de experiencias mal realizadas o de errores de medidas, ya que los antiguos griegos no experimentaban, sólo especulaban, sino que era una consecuencia característica de un esquema global de pensamiento.

Todos los demás movimientos, los no verticales y los verticales en que un elemento se aleje de su lugar natural, son movimientos violentos que necesitan de una violencia exterior, sin la cual permanecerían continuamente en reposo. Es decir, la inercia natural de los cuerpos es permanecer en reposo, todo movimiento implica un motor, y como la inercia no se extiende para Aristóteles al movimiento, la acción del motor debe prolongarse tanto como el movimiento mismo: cessante causa, cessante effectus.

Otra de las aportaciones de Aristóteles fue su explicación del movimiento de proyectiles. Para Aristóteles, la causa del movimiento de un cuerpo separado de su motor es que produce un vacío en su desplazamiento que es ocupado por el aire de los alrededores, lo que provocaría la continuación del movimiento

Por otra parte, en el movimiento deben considerarse dos aspectos: la acción del motor y la resistencia del medio a través del que se mueve. Ésta frena el impulso del móvil y si llega a compensar la fuerza motriz, hace que el cuerpo vuelva a su estado de reposo. Para Aristóteles, la velocidad de un cuerpo es inversamente proporcional a la resistencia que ofrece el medio en que se mueve. Así, en el vacío, donde la resistencia es cero, la velocidad sería infinita, lo que le lleva a concluir que el vacío no existe (horror vacui).

### **De Aristóteles a Galileo. El concepto medieval de movimiento**

En la medida en que reaccionan contra la física de Aristóteles, algunos maestros de la Baja Edad Media han sido calificados como los precursores de Galileo. Recientemente se ha demostrado que las propiedades fundamentales del movimiento uniformemente acelerado, atribuidas a Galileo, fueron descubiertas y demostradas entre 1328 y 1350 por los estudiosos del Merton College de Oxford.

En sus trabajos distinguieron entre cinemática, geometría del movimiento y dinámica, la teoría que estudia las causas del mismo. La naturaleza cualitativa de la física griega fue sustituida, al menos en el estudio del movimiento, por las magnitudes numéricas que han regido desde entonces la física occidental.

Otra gran aportación de la época procede de Jean Buridan (Universidad de París), que introduce el concepto de ímpetus en su crítica al estudio movimiento de proyectiles de Aristóteles, definiéndolo de modo muy similar a lo que hoy entendemos por cantidad de movimiento. Estas nuevas ideas del movimiento nacidas en Francia e Inglaterra renovaron la física aristotélica, pero incorporándose a ella, sin generar una verdadera revolución que no llegaría hasta el s. XVII.

### **Galileo y la caída libre de los cuerpos**

Ya se sabía antes de Galileo que los aristotélicos estaban equivocados en sus teorías sobre la caída libre, pero fue el quien descubrió los detalles de la descripción correcta de este movimiento y lo incluyó como parte de un sistema más general de la mecánica.

En su libro *Dos Nuevas Ciencias*, discute las matemáticas del movimiento uniformemente acelerado y después identifica la caída libre con este tipo de movimiento. Aunque esto no era demostrable experimentalmente en su época, pudo demostrar analíticamente que una esfera rodando por un plano inclinado obedece a las mismas reglas que el movimiento de caída libre, tratándose de un caso diluido o menos rápido de dicho movimiento.

Los estudios experimentales de Galileo le permitieron establecer justificadamente las leyes del movimiento de caída de los cuerpos, que se pueden resumir de la siguiente forma:

1. Todos los cuerpos, independientemente de su peso, caen en el vacío a una distancia determinada en el mismo tiempo.

2. El movimiento de un cuerpo en caída libre o rodando por un plano inclinado, es uniformemente acelerado, es decir, se obtienen incrementos iguales de la velocidad en tiempos iguales.

Galileo afirma, además, que un cuerpo en movimiento sobre un plano horizontal sin rozamiento que se extiende hasta el infinito continuará moviéndose indefinidamente con la misma velocidad (ley de la inercia). Otra de sus grandes aportaciones es la solución al movimiento de los proyectiles, demostrando que era una parábola; o el de caída parabólica, donde demuestra la existencia de dos movimientos compuestos que no se alteran al mezclarse, ni se ocultan, ni se impiden mutuamente.

Todos estos estudios del movimiento no son suficientes por sí mismos para constituir una ciencia completa del movimiento, ya que no lo relaciona con las causas que lo producen. Pero fueron el punto idóneo de partida para la creación de la mecánica. La gran aportación de Galileo a la ciencia fue una metodología realmente científica basada en la experimentación como forma de comprobación de las hipótesis de partida.

### **Newton y el concepto de fuerza. La mecánica de la ilustración**

Los estudios de Galileo permiten llegar al concepto de aceleración sobre el que no se había reflexionado hasta entonces. Pero fue Isaac Newton el primero en comprender que no bastaba con las magnitudes cinemáticas para obtener una mecánica útil, y que era necesaria la introducción de otra magnitud primitiva: la fuerza. Para Newton, el estado natural de un cuerpo era tanto el reposo como el movimiento rectilíneo y uniforme. Para modificar ese estado habría que aplicar una fuerza, luego ésta era la causante de la aceleración que podía sufrir un cuerpo.

Si bien podemos considerar que los principios físicos contenidos en el trabajo de Newton se encuentran en otros estudios anteriores, hay que señalar que su contribución principal fue la de un concepto de fuerza dada a priori. Por otro lado, Newton unificó las dinámicas celeste y terrestre, estableciendo que las mismas fuerzas que hacían caer la manzana eran las causantes del movimiento de los astros.

Con posterioridad a Newton, fue el trabajo de unos cuantos teóricos, que se dedicaron a expresar en el lenguaje matemático las leyes que rigen los fenómenos físicos, lo que permitió aclarar y generalizar los conceptos newtonianos del movimiento y dar a la mecánica clásica su forma actual. Las ecuaciones de Newton no aparecen como tal en su obra.

Debemos destacar en el s. XVIII la figura de Leonard Euler. A él le debemos la introducción de los conceptos de masa puntual y centro de masas (y la observación de que los enunciados de Newton sólo son válidos para masas puntuales), o la utilización del concepto de vector como magnitud dirigida. Es Euler quien expone por primera vez las ecuaciones de  $F=ma$ .

Otra aportación importante es la de Joseph-Louis Lagrange. En su obra, presenta la mecánica como una rama de la teoría de las ecuaciones diferenciales. En su mecánica analítica aparece por primera vez un principio variacional válido para un gran número de sistemas, formula el principio de los trabajos virtuales y llega a una formulación invariante de la mecánica, conocida como ecuaciones de Lagrange, las cuales han jugado un papel muy importante en la física moderna.

### **Fuerza como interacción**

Como vemos, desde las primeras investigaciones en dinámica se asociaron las fuerzas al movimiento, pero el desarrollo del concepto de fuerza ha sido un camino lento y todavía no del todo acabado.

Actualmente, se considera que las variadas fuerzas que aparecen en la Naturaleza son consecuencia de interacciones entre cuerpos. Las fuerzas macroscópicas pueden explicarse mediante dos interacciones fundamentales: la gravitatoria y la electromagnética, mientras que las fuerzas que se presentan a escala atómica y subatómica se explican por la existencia de las interacciones nucleares fuerte y débil:

Interacción gravitatoria. Consecuencia de una propiedad fundamental de la materia que es su masa, entre las que se producen fuerzas de atracción.

Interacción electromagnética. Consecuencia de otra propiedad fundamental de la materia que es la carga eléctrica, que presentan ciertas partículas del átomo. Da lugar a fuerzas de atracción y repulsión.

Interacción nuclear fuerte. Consecuencia de la existencia de una carga nuclear en las partículas constituyentes del núcleo atómico (protones y neutrones). Estas fuerzas son de muy corto alcance, por lo que no se manifiesta nivel macroscópico, pero es la más fuerte de todas.

Interacción nuclear débil. Es una interacción compleja que se ejerce entre ciertas partículas del núcleo atómico y es responsable de algunos procesos radiactivos.

En las últimas décadas se ha verificado una teoría por la cual se han unificado la fuerza electromagnética y la nuclear débil, entendiéndola como distintas manifestaciones de una misma interacción denominada Fuerza electrodébil. La pretensión principal de la Física moderna es la unificación de todas las fuerzas en una única interacción fundamental, que tomaría todas las formas ya mencionadas según el estado energético del sistema.

## **LEYES DE NEWTON**

La base de la mecánica está constituida por tres principios fundamentales denominados las leyes de Newton del movimiento, establecidas en 1687 por Isaac Newton en su obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Como en toda ciencia, las leyes de Newton están basadas en la experimentación y la observación y relacionaban las magnitudes de la cinemática con conceptos nuevos como la masa y la fuerza. Estas leyes proporcionan una descripción extraordinariamente precisa del movimiento de los cuerpos que se observan en la experiencia diaria.

### **Primera ley de Newton: el principio de inercia**

La primera Ley de Newton en su enunciado original establece que:

“Todos los cuerpos preservan en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, salvo que se vean forzados a cambiar ese estado por fuerzas impuestas.”

Esta ley recibe el nombre de ley de la inercia, pues pone de manifiesto la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento.

Esta ley puede considerarse una definición cualitativa de fuerza, como el ente capaz de producir cambios en el estado de movimiento de los cuerpos.

Para cuantificar la inercia que presenta un cuerpo se usa el término masa (masa inerte), pues cuanto más masa tenga un cuerpo, más resistencia presentará al cambio de su estado de reposo o movimiento uniforme, es decir, más costará que varíe su velocidad, lo que significa que su aceleración será menor. La masa es una propiedad fundamental de la materia y es independiente del medio que rodea al cuerpo, de su estado dinámico y del método que se emplee para su medición.

El alcance del principio de inercia es mayor de lo que parece a primera vista, pues viene a significar una definición del sistema de referencia inercial, estableciendo el marco de validez de las leyes del movimiento al reducirlo a los sistemas de referencia inerciales.

La primera ley de Newton establece la equivalencia entre el estado de reposo y de movimiento rectilíneo uniforme. Supongamos un sistema de referencia  $S$  y otro  $S'$  que se desplaza respecto del primero a una velocidad constante. Si sobre una partícula en reposo en el sistema  $S'$  no actúa una fuerza neta, su estado de movimiento no cambiará y permanecerá en reposo respecto del sistema  $S'$  y con movimiento rectilíneo uniforme respecto del sistema  $S$ . La primera ley de Newton se satisface en ambos sistemas de referencia. A estos sistemas en los que se satisfacen las leyes de Newton se les da el nombre de sistemas de referencia inerciales. Ningún sistema de referencia inercial tiene preferencia sobre otro sistema inercial, son equivalentes: este concepto constituye el principio de relatividad de Galileo o newtoniano.

Un sistema de referencia con aceleración (y la aceleración normal de un sistema rotatorio se incluye en esta definición) no es un sistema inercial, y la observación de una partícula en reposo en otro sistema no satisfará las leyes de Newton (puesto que se observará aceleración sin la presencia de fuerza neta alguna). Se denominan sistemas de referencia no inerciales.

## Segunda ley de Newton

“El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y se hace en la dirección de la línea recta en que se imprime la fuerza.”

La segunda ley determina cómo se producen los cambios en el movimiento de un cuerpo cuando está sometido a la acción de una fuerza neta. Esta ley establece que la aceleración de un objeto es proporcional a la fuerza neta externa que actúa sobre él, y que la constante de proporcionalidad es una magnitud que sólo depende del cuerpo, denominada masa o masa inercial:  $F = m \cdot a$

Tercera ley de Newton: el principio de acción y reacción

“Para toda acción hay siempre una reacción opuesta e igual. Las acciones recíprocas de dos cuerpos entre sí son siempre iguales y dirigidas hacia partes contrarias.”

La primera y segunda ley de Newton definen las fuerzas como causas del movimiento de los objetos, pero no especifican nada sobre las fuentes que originan dichas fuerzas. Esta cuestión es la que establece la tercera ley, que viene a determinar que las fuerzas de interacción entre dos cuerpos son iguales y de sentido contrario, es decir:

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

Lo más característico de las fuerzas entre dos cuerpos es que siempre se presentan por parejas de acción-reacción y que la reacción es igual a la acción en módulo, pero de sentido opuesto. La resultante de las fuerzas sería nula, sin embargo, al estar aplicadas en cuerpos diferentes, ambas producen efectos dinámicos. Ambos cuerpos adquirirán aceleraciones inversamente proporcionales a sus masas respectivas.

Podemos decir que la Tierra es atraída hacia arriba por una manzana que cae, exactamente con la misma fuerza que la manzana es traída hacia abajo por la Tierra. Ahora bien, como la masa de la Tierra es muchísimo mayor que la masa de la manzana, la aceleración a la que se ve sometida la Tierra es inapreciable frente a la de la manzana ( $9,8 \text{ m/s}^2$  en las cercanías de la superficie terrestre).

Para cerrar este capítulo te invito a revisar el siguiente video.

Video 3; Issac Newton y la Gravedad. <https://youtu.be/pTK9Pu2ZH0c>

---

Solucionario:

1. El movimiento es RELATIVO, ya que depende del punto de referencia. Éste concepto es clave para establecer qué se mueve y qué no. El punto de referencia siempre lo supondremos fijo y todo cuerpo que cambie de posición con respecto al punto de referencia afirmaremos que se mueve. En conclusión, “el movimiento es relativo y depende del punto de referencia.
2. La trayectoria; es el conjunto de puntos en el espacio que ocupa a través del tiempo. En palabras simples es TODO el camino que hace el cuerpo.  
Espacio recorrido: Es la medida de la trayectoria.  
Desplazamiento: Cuando un cuerpo cambia de posición se produce un desplazamiento. Es una línea recta entre el punto de inicio y el punto de término del cuerpo.
3. La característica principal de movimiento uniforme es que siempre su velocidad permanece constante, ya que, su trayectoria descrita es una línea recta.
4. La diferencia entre rapidez y velocidad es que la rapidez es una magnitud escalar y velocidad es vectorial.
5. Es caracterizado porque la aceleración es constante, un ejemplo claro de esto es el de caída libre.