

Subsecretaría de Fundamentos Educativos

Dirección Nacional de Currículo

# Precisiones para la enseñanza y el aprendizaje de **Bachillerato**

**Física**

Primer año

**2012**

## **PRECISIONES PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA LA ASIGNATURA DE FÍSICA DEL PRIMER AÑO DE BACHILLERATO**

A continuación debe iniciárselo al estudiante en la investigación, entendiéndola como un proceso fundamentado en la exploración y en el desarrollo de la capacidad para el pensamiento científico, crítico y reflexivo, considerando elementos básicos como: a) las situaciones problémicas, problemas ilustrativos, análisis fenomenológico, susceptibles de guiar a los estudiantes en una investigación básica pero sistemática; b) el trabajo colaborativo; y c) el intercambio entre grupos y, en lo posible, entre la comunidad científica.

### **BLOQUE 1: RELACIONES DE LA FÍSICA CON OTRAS CIENCIAS**

Es importante que el estudiante reconozca la relación de la Física con otras ciencias o áreas del conocimiento, y el aporte de esta al avance y descubrimiento de nuevos conocimientos que han permitido el desarrollo de la tecnología y la sociedad, a lo largo de la historia.

El docente, utilizando recursos tales como observación de videos, lectura de publicaciones científicas, análisis de experimentos sencillos, análisis de eventos cotidianos o caseros, evidenciará aplicaciones en las siguientes áreas: Astronomía, Biología, Ecología, Medicina, Química, Agricultura, Informática, Deportes, Matemática, Industria, entre otras.

Después de realizado este primer acercamiento al entorno y conocimientos de la Física como asignatura, se debe trabajar en el desarrollo de las destrezas relacionadas con el reconocimiento y conversión de unidades. El docente –a través de preguntas tales como: ¿por qué en algunos países no se utilizan las unidades del Sistema Internacional (SI)?, ¿por qué debemos conocer las equivalencias y factores de conversión entre esas unidades y las del SI?– analizará con los estudiantes la vigencia, en el país, de unidades de medida que no pertenecen al SI, y la necesidad implícita de conocer y utilizar factores de conversión. Se deben desarrollar en el estudiante destrezas que le permitan diferenciar entre unidades de medida y magnitudes físicas. En este sentido, es recomendable organizar en clase, con la guía del docente, la información en tablas que el estudiante usará en sus tareas y evaluaciones.

La notación científica es otro de los elementos que deben ser reforzados en aplicaciones que muestren la necesidad de registrar y operar cantidades muy grandes o muy pequeñas, mediante actividades contextualizadas que faciliten la comprensión y aplicación de esta forma de escritura, así como su transformación a escritura decimal y viceversa.

El uso de prefijos complementa el tratamiento de estas cantidades. Para iniciar este manejo se recomienda no usar submúltiplos menores que pico ( $10^{-12}$ ) ni múltiplos mayores que tera ( $10^{12}$ ).

Con los conocimientos anteriores es posible iniciar el tratamiento de los errores en la medición de magnitudes, haciendo hincapié en la imposibilidad de realizar una medición exacta. Para esto es necesario hablar del origen de los errores, clasificándolos como aleatorios o sistemáticos de acuerdo a su naturaleza. Debe explicarse a los estudiantes que los errores aleatorios se asocian en general a fallas cometidas por la persona que realiza la medición. Los errores sistemáticos, en cambio, son generados por: la mala calibración del instrumento de medida; fallas en el encerado, error de paralaje; el incumplimiento de condiciones óptimas, sugeridas por los fabricantes para el funcionamiento de los aparatos. Es necesario distinguir la diferencia entre los términos precisión y exactitud, ya que el primero implica la intervención de instrumentos de medida, la destreza del operador y el número de mediciones que se realizan en condiciones óptimas, mientras que el segundo representa el valor exacto o ideal de la magnitud medida, valor que solo es posible de aproximar con la mayor precisión posible cuanto más óptimos sean los materiales y el procedimiento aplicado.

La disminución de error absoluto y relativo, su manejo y el cálculo del porcentaje de error generado en una medición se pueden lograr usando instrumentos de distintas precisiones para medir una misma magnitud física. Esto permitirá emitir conclusiones relacionadas con la precisión del valor obtenido con base en la información del cálculo de errores.

Para iniciar el estudio de vectores, el refuerzo y trabajo de temas relacionados con el teorema de Pitágoras y las razones trigonométricas permitirán resolver problemas en los que aparecen triángulos rectángulos. De ahí la importancia de proponer y resolver ejercicios que hagan alusión a situaciones reales en las que estos conocimientos sean necesarios. El profesor puede iniciar este bloque partiendo de preguntas generadoras de presaberes como las siguientes: ¿Qué función cumplen las flechas en las calles y avenidas? ¿Será lo mismo dirección que sentido? ¿Decir 20 m para referirse a la longitud de un cuerpo es suficiente para que la magnitud quede claramente expresada? ¿Decir 20 N para referirse a la fuerza que actúa sobre un cuerpo será suficiente para que dicha medición quede completamente clara? ¿Qué es una magnitud escalar? ¿Qué es una magnitud vectorial?

Por medio de la resolución de ejercicios simples de suma de vectores en forma gráfica, se lo introduce al estudiante en el proceso para determinar el vector resultante. Siempre debe considerarse que este método solamente nos da una aproximación, y que esto dará paso al estudio del método analítico que, por medio de la

descomposición y composición de vectores, permite calcular con mayor precisión el valor del vector resultante. El tiempo que se dedique a la práctica del método gráfico (polígono y paralelogramo) debe ser corto en relación con el dedicado al método analítico. Lo relevante es que los estudiantes se orienten respecto a un sistema de coordenadas.

## BLOQUE 2: EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS EN UNA DIRECCIÓN

Para iniciar el estudio de cinemática, se deben revisar previamente conceptos que permitirán abordar lo concerniente al movimiento en una dirección, usando preguntas generadoras que permitan indagar conocimientos y nociones previas sobre: posición, trayectoria, distancia y desplazamiento. Con esto se podrá concluir de forma intuitiva que un cuerpo en movimiento deja marcada una huella que se conoce como trayectoria, y que es el registro del camino recorrido. Según la forma que toma la trayectoria, se acostumbra a denominar al tipo de movimiento como rectilíneo, circular, parabólico, entre otros.

En este punto es oportuno hablar del concepto de razón de cambio, término que se ocupa para describir “la variación o el cambio de una variable en el tiempo”. La rapidez media se obtiene como el resultado de realizar la división de la distancia recorrida para el tiempo empleado en hacerlo. La razón de cambio del desplazamiento realizado por un objeto se conoce como velocidad media, y se miden en m/s. El valor instantáneo de la velocidad igualmente será el establecido para un tiempo específico; si es que la velocidad media no es constante, su valor será diferente a ella.

Se llama aceleración a la magnitud responsable de provocar un cambio en la velocidad; la aceleración se define como la razón de cambio de la velocidad y sus unidades por tanto serán  $\frac{m/s}{s}$ , lo que dará como resultado  $m/s^2$ .

La aceleración es una magnitud vectorial, y aparece conceptualmente vinculada a la velocidad que también es vector.

Su significado físico se orienta a describir qué tan intenso puede ser el cambio de velocidad que experimenta un objeto en movimiento y es por ello que se hace necesario distinguir las velocidades inicial y final del movimiento.

En este tema es necesario que se enseñe a los estudiantes cómo elaborar e interpretar gráficos que describen movimiento. El siguiente esquema resume cuáles son los significados de pendientes y áreas en cada gráfico.

**Gráfico:**

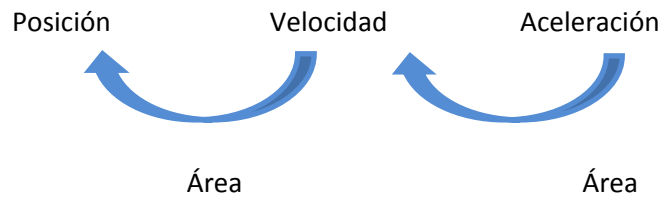
Posición-tiempo

Velocidad-tiempo

Pendiente

Pendiente





Todos damos por hecho que cuando un objeto es soltado o lanzado desde una altura determinada, su velocidad irá progresivamente aumentando como resultado del efecto de la gravedad. No obstante, se conoce que esto no es así, pues el aire ofrece una resistencia al movimiento de un objeto y, por lo tanto, va reduciendo el efecto de la fuerza de la gravedad hasta anularlo completamente, dando como resultado que la velocidad se estabilice en un valor conocido como velocidad terminal.

De no existir aire, la situación sería complicada pues no se determinaría límite para la velocidad. Al inicio, la tendencia a cambiar uniformemente la velocidad por efecto de la gravedad es mayor, pero a medida que el tiempo pasa, el cambio es menos notorio hasta que la velocidad se estabiliza en un determinado valor. El estudio de los efectos de la resistencia del aire sobre objetos en movimiento ha impulsado el estudio de la aerodinámica, que busca diseños de elementos que reduzcan esta afectación.

### **BLOQUE 3: EL MOVIMIENTO DE LOS CUERPOS EN DOS DIRECCIONES**

Podemos iniciar este tema, que no es tarea fácil, trabajando con ejercicios en los que se producen movimientos unidimensionales combinados, tanto en el sentido horizontal como vertical, y aplicar los conceptos de la cinemática estudiados en el bloque anterior. La observación de determinadas actividades deportivas, fútbol, basquetbol, entre otras, son oportunidad propicia para iniciar el análisis del movimiento parabólico, proyectándolo en las direcciones horizontal y vertical. Las dificultades que presenta la comprensión de las características de este tipo de movimiento básicamente se da por la composición de dos movimientos simultáneos en tiempo real. Es recomendable usar ecuaciones ya utilizadas en el bloque anterior, insistiendo en diferenciar su aplicación en cada uno de los ejes de movimiento, teniendo en cuenta que el tiempo es una magnitud simultánea para las dos direcciones.

### **BLOQUE 4: LEYES DEL MOVIMIENTO**

Una fuerza es una magnitud vectorial que tiene como unidades de medida a los newtones (N) y que puede producir cambios en el estado de movimiento de un cuerpo, así como deformaciones temporales o permanentes en él, según la intensidad con la que se aplique.

Es pertinente revisar las fuerzas más comunes que aparecen en el estudio de la asignatura. Entre estas: el peso, la fuerza de fricción, la fuerza normal, la tensión. Todas estas serán analizadas como resultado de las interacciones que se generan en nuestro universo.

Con respecto al peso, se debe indicar que es la fuerza realizada sobre un cuerpo por el campo gravitacional y está dirigida hacia el centro del planeta. La dirección del peso es independiente de la posición en la que se encuentra el objeto. Un error común es mencionar que el peso siempre está dirigido hacia abajo, expresión que no es absoluta y que se presta a confusiones.

Es necesario establecer la diferencia entre masa y peso; son conceptos relacionados pero encierran significados diferentes. En este mismo sentido, se debe trabajar para diferenciar entre gravedad y fuerza gravitacional o de gravedad. La gravedad se refiere a la aceleración de la gravedad que en la superficie de nuestro planeta está alrededor de los  $10 \text{ ms}^{-2}$  ( $9,8 \text{ ms}^{-2}$ ) y la fuerza gravitacional se refiere al peso del cuerpo. Se recomienda el uso de balanzas y material para medir fuerzas.

Dentro de las interacciones con naturaleza electromagnética se debe mencionar la fuerza normal o fuerza de contacto existente entre dos superficies. En general, se puede definir la fuerza normal como la fuerza con la que reacciona un cuerpo o superficie ante el contacto con otro cuerpo o superficie. Esta fuerza se desarrolla en dirección perpendicular a las superficies en contacto y es contraria a la acción.

Otra de las fuerzas que aparece con frecuencia es la tensión y es el nombre específico con el que se designa a la fuerza desarrollada por hilos, cadenas, cables o cuerdas (recordemos que los elementos denominados vínculos solo pueden halar).

La fuerza de fricción o de rozamiento tiene naturaleza electromagnética y es resistiva, es decir, se opone al movimiento o a la tendencia del movimiento. La dirección de esta fuerza es paralela a la superficie de contacto y contraria a la del movimiento. El valor de la fuerza de fricción depende del tipo de superficies que están en contacto (coeficiente de rozamiento) y del área de contacto (fuerza normal).

Cuando el objeto está en reposo, está presente la fuerza de fricción estática. Su valor es variable y va aumentando de manera gradual hasta que el objeto inicia el movimiento (sea con velocidad constante o con aceleración). En ese momento debe hablarse de fuerza de fricción cinética. La fuerza de rozamiento se incrementa gradualmente hasta alcanzar un valor máximo en el que se vence la condición estática para, de manera inmediata, poner en movimiento al objeto, evidenciándose una

reducción notoria en el valor de la fuerza de rozamiento y a partir de este momento mantenerse constante a lo largo del tiempo que permanezca moviéndose.

Para responder preguntas y resolver ejercicios de dinámica, se recomienda realizar un esquema gráfico de las fuerzas que intervienen simultáneamente en el sistema denominado Diagrama de Cuerpo Libre (DCL). La correcta realización del DCL puede conducir a la solución del problema.

Las leyes de Newton proporcionan un marco de referencia para explicar situaciones que involucran estados de movimiento. La tendencia que presenta todo cuerpo para mantener su estado de movimiento debe conceptualizarse como inercia, ya sea en estado de reposo o de movimiento con velocidad constante, lo que implica que la trayectoria seguida por el cuerpo es rectilínea.

La primera ley de Newton establece que *todo objeto mantiene su estado de movimiento a menos que exista una fuerza total que le obligue a cambiar esa condición*. Es importante destacar que la inercia es directamente proporcional al valor de la masa del objeto.

Se afirma que solamente con la aparición de una fuerza total aplicada sobre un cuerpo, se puede propiciar el cambio de su estado de movimiento, ya que a fin de vencer la inercia de un cuerpo se requerirá una fuerza mayor para lograr que el cuerpo rompa su estado de equilibrio y presente aceleración.

Para explicar y entender la segunda ley de Newton se puede hacer el siguiente razonamiento:

Supongamos que tenemos dos objetos de igual masa sobre los cuales se ejercen diferentes fuerzas en tamaño, de modo que los objetos abandonan el reposo y se aceleran. Como es de esperarse, la aceleración producida por cada una de las fuerzas es diferente; a mayor fuerza total producida, mayor aceleración conseguida o viceversa. Se desprende entonces una relación de proporcionalidad directa entre la aceleración y la fuerza total ejercida

Imaginemos la situación anterior con algunas variantes. Una fuerza idéntica aplicada a dos cuerpos de diferente masa dará lugar a que aparezcan aceleraciones también diferentes.

En este caso, la aceleración generada será mayor para el cuerpo que tiene menor masa o, lo que es lo mismo, el cuerpo de mayor masa tendrá menor aceleración. La relación inversamente proporcional entre las dos magnitudes se impone.

La segunda ley de Newton une las dos relaciones anteriores y sostiene que la aceleración provocada sobre un objeto es directamente proporcional a la fuerza total

experimentada e inversamente proporcional a su masa. Así, la aceleración y la fuerza total están en la misma dirección.

La tercera ley de Newton manifiesta que: *a cualquier fuerza llamada “acción” siempre se le opondrá otra fuerza llamada “reacción”, que se caracteriza por tener el mismo tamaño y dirección pero sentido contrario. Las fuerzas de acción y reacción son fuerzas que actúan sobre cuerpos de diferente masa.*

## **BLOQUE 5: TRABAJO, ENERGÍA Y POTENCIA**

Al trabajo se lo debe caracterizar como una magnitud escalar, resultado de aplicar una fuerza sobre un objeto y provocar su desplazamiento. La dirección en que se aplica la fuerza influirá en el tamaño del trabajo realizado. De manera que el trabajo puede ser nulo si es que se cumplen cualquiera de las siguientes condiciones:

- No existe fuerza aplicada (la fuerza es cero)
- No existe desplazamiento (el desplazamiento es cero)
- El ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento es  $90^\circ$  (el coseno de  $90^\circ$  es cero)

La energía es una magnitud escalar definida como la capacidad que tiene un sistema para realizar un trabajo. Existen diferentes tipos de energía: la solar, que aparece por efecto de la radiación emitida por el Sol; la nuclear, basada en las reacciones de fisión y fusión nuclear; la eléctrica, como resultado del movimiento de cargas; la química, almacenada en pilas y baterías, así como en la combustión de materiales (combustibles); la térmica, presente en procesos de cambios de temperatura y de fase de la materia; la luminosa, asociada a la luz como partícula y al efecto fotoeléctrico que produce; la eólica, generada por el poder del viento; y la energía mecánica, asociada a su vez con dos tipos de energía en particular: la cinética y la potencial.

Cuando un cuerpo se encuentra en movimiento, siempre va a tener energía cinética. La energía potencial puede, a su vez, ser gravitacional o elástica. Un cuerpo tiene energía potencial gravitacional cuando se encuentra ubicado a una altura determinada con respecto a un nivel de referencia. Por otra parte, la energía potencial elástica puede aparecer en todo material con propiedades de elasticidad como los resortes, en los que se almacena este tipo de energía cuando se presenta una deformación en ellos (es decir, cuando se estiran o comprimen).

Resumiendo, las condiciones para asignar uno u otro tipo de energía a un sistema en diversas situaciones dependen de la velocidad, posición vertical o deformación. Un objeto no tiene energía cinética si se encuentra en reposo; no tiene energía potencial



gravitacional cuando se encuentra en el nivel referencia; y un resorte no deformado carece de energía potencial elástica.

Cuando se produce una variación de la velocidad de un auto, se produce una variación de la energía cinética de este. Esta variación en la velocidad es provocada por la aceleración de la fuerza realizada por el motor (si es que se incrementa la velocidad), o por la desaceleración creada por la fuerza de fricción (si se reduce la velocidad). La precisión que debe hacerse es que toda fuerza es capaz de realizar un trabajo; bajo esa perspectiva, la variación de energía equivale al valor del trabajo realizado.

En el análisis de una situación relacionada con el movimiento realizado para levantar o bajar objetos, debemos –si no se aclara lo contrario– asumir que el movimiento se realiza con rapidez constante, asignando, por lo tanto, variación de energía potencial gravitacional exclusivamente, y que tendrá que ser atribuida al trabajo hecho por la fuerza con la que se sube o baja el cuerpo. La energía total será el resultado de sumar ambas energías (cinética y potencial), indicando que el valor de energía total de un objeto se mantiene inalterable, siempre y cuando no existan fuerzas externas. Si existe la presencia de fuerzas externas –como sucede cuando la fuerza de fricción está presente– la situación se repetirá de manera similar. Sin embargo, la energía total no se mantendrá constante esta vez, ya que parte de ella se perderá y se convertirá en trabajo realizado por la fuerza de fricción, trabajo que se incrementará en función del desplazamiento del objeto.

La comprensión de que la energía total de un sistema debe permanecer invariable siempre y cuando no existan fuerzas externas, y de que la variación de energía producida debe ser atribuida al trabajo hecho por las fuerzas externas que afectan al sistema garantiza la comprensión de los procesos de conversión de energía.

Luego del análisis del trabajo y la energía, es importante evaluar cuánto se tardó en realizar ese trabajo o en qué tiempo se realizó la transformación energética, parámetro que es muy útil. Aquí es cuando aparece la potencia, definida como la relación entre el trabajo realizado con el tiempo invertido.

No toda la energía es aprovechada para cumplir con el objetivo que tiene un sistema. La energía perdida en un proceso se conoce como energía degradada; esta se convierte en calor (producto de la fricción interna de los elementos constitutivos de un sistema; por ejemplo, un motor) y calienta el entorno. La eficiencia (también en ocasiones llamada rendimiento) es la relación entre la energía de entrada o energía total y la energía de salida o energía útil. La eficiencia no tiene unidades y generalmente se expresa en porcentaje. La eficiencia es un parámetro que valora si un proceso es o no rentable, y sirve también para comparar varios procesos.

## BLOQUE 6: FÍSICA ATÓMICA Y NUCLEAR

Este bloque debe verse como la oportunidad de explicar, de la manera más simple posible, el mundo microscópico que nos rodea y que históricamente conmocionó a la comunidad científica por la fractura que marcó en el desarrollo de la Física, puesto que la mecánica newtoniana dio paso, después de superar muchos obstáculos, a la mecánica cuántica. Con el fin de preparar el estudio de los conocimientos esenciales del bloque, se sugiere que los jóvenes realicen una investigación histórica acerca de los descubrimientos más destacados que condujeron a detectar las partículas fundamentales del átomo. Luego podrán hacer una presentación del trabajo. También podrían elaborarse varios carteles o maquetas a manera de ejemplo, con varios núcleos atómicos que representen diversos elementos.

Es importante el análisis de la tabla periódica de los elementos químicos para evidenciar las características de algunos átomos más conocidos. El estudiante, dirigido por el docente, podrá elaborar modelos atómicos en los que se distinga el número y la masa atómica, así como modelos de isótopos con el fin de explicar el defecto de masa.

De ser posible, se recomienda la observación guiada de videos y la visita a páginas en el Internet; se recomienda también la lectura de documentos científicos que contienen información relacionada con contenidos como el estudio del átomo, las características y los elementos, las interacciones eléctricas en el núcleo atómico, los isótopos, la estabilidad atómica, la desintegración, la fisión y fusión nuclear, la radiactividad, la energía atómica y nuclear, entre otros.

El planteamiento de preguntas generadoras de saberes previos (¿Qué pasa cuando existen más de dos cargas eléctricas? ¿Cuándo un átomo es isótopo? ¿Por qué se produce el defecto de masa? ¿Por qué un átomo es considerado una fuente de energía? ¿En qué tipo de átomos es posible la fisión nuclear y en cuáles la fusión nuclear? ¿Qué motivó a crear la unidad de masa atómica (uma)?) Permitirá afianzar conceptos y definiciones básicos en el estudio de este bloque.

Se recomienda realizar ejercicios en los que se busque determinar la fuerza eléctrica sobre cargas estáticas dispuestas en esquemas simples que no demanden un exagerado tratamiento vectorial, ya que lo que se pretende es que los estudiantes comprendan la interacción que existe entre cargas eléctricas.

¿Qué tiene que ver el defecto de masa en el tratamiento de la Física nuclear? Esa es la pregunta que Einstein respondió en su momento, pues propuso una interpretación sólida y contundente que explicaba el misterio, y que consiste en que la masa faltante. Esto desembocó en la formulación de la famosa ecuación del principio de equivalencia masa-energía, la cual implica que la energía mantiene una relación directa y proporcional con la masa y el cuadrado de la velocidad de la luz. Este principio permite

cuantificar la energía existente cuando un valor específico de masa parece estar ausente. Además, este principio se cumple en los dos sentidos, es decir, la masa bien podría convertirse en energía o, viceversa, la energía podría convertirse en masa. El principio es sostenido también por la teoría del Big Bang, la cual afirma que una colosal explosión inicial de energía dio lugar a la formación de nuestro universo conformado por las masas distribuidas en estrellas, planetas, meteoritos, entre otros.

Para iniciar el estudio de la radiactividad se podrían presentar placas de rayos X, de ser posible negativos de fotografías, como ejemplo de las aplicaciones que tiene este proceso espontáneo que se evidencia en núcleos de ciertos elementos que se muestran extremadamente inestables y tratan de liberar energía emitiendo partículas alfa o beta, o radiación gamma. Un núcleo inestable libera partículas o radiación buscando convertirse en un núcleo de otro elemento más estable. Se debe tener en cuenta que si al realizar este proceso el número original de protones del núcleo se ve afectado, el núcleo adoptará propiedades físicas diferentes ya que se habrá convertido en un elemento distinto. Es por esto que se dice que el núcleo radiactivo “se ha desintegrado”, y aunque parezca que este calificativo da a entender que ha desaparecido, en realidad un nuevo núcleo aparece en su lugar.

El cálculo de la edad o antigüedad de objetos es una de las aplicaciones de la radiactividad en la Arqueología y en otro tipo de investigaciones. Se recomienda conseguir información relacionada con diferentes tipos de hallazgos. La estimación de la edad se da con base en el concepto de vida media o semivida, generalmente del carbono 14. Se llama vida media al tiempo que le toma estabilizarse a la mitad de una muestra de material radiactivo, ya que, transcurrida una vida media, la mitad de los núcleos se habrá estabilizado, mientras que la mitad restante seguirá radiactiva.