

Percepción intuitiva en los estudiantes de primer semestre de ingenierías en temas de mecánica

Brun Battistini, Dominique

2018-03

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/3819>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>



Percepción intuitiva en los estudiantes de primer semestre de ingenierías en temas de mecánica

D. Brun-Battistini y G. Soto de la Vega

Universidad Iberoamericana Ciudad de México

Departamento de Física y Matemáticas

dominique.brun@ibero.mx

Resumen— En el primer curso de Física General para ingenieros, se estudian los grandes cimientos de la Mecánica. Hemos observado que estos estudiantes de primer semestre manifiestan prejuicios intuitivos de cómo observan el mundo, que coinciden con el pensamiento aristotélico, esto no es una anomalía de los estudiantes, sino el resultado de observar el comportamiento macroscópico de los fenómenos físicos con los que interaccionamos cotidianamente, no en balde tardó el ser humano más de 19 siglos en empezar a reconocer las características objetivas del movimiento de los cuerpos.

En este trabajo se presentan cuestionamientos realizados en el salón de clase, que sacan a la luz estas pre-concepciones buscando que se analicen de manera que los estudiantes tengan una visión más objetiva de la realidad.

Palabras clave—aprendizaje significativo, situaciones didácticas, física para ingenieros.

Introducción

En el primer curso de Física General para ingenieros, se tratan usualmente temas de Cinemática y Cinética de partículas en primera instancia y posteriormente de cuerpos rígidos. En la Universidad Iberoamericana Ciudad de México se incluyen elementos de Mecánica de Fluidos, de Movimientos Ondulatorios y Calorimetría, enfatizando el uso de los conocimientos adquiridos con los primeros temas. Básicamente los grandes cimientos de la Mecánica. Muchos de los alumnos no realizan una observación científica de los fenómenos y terminan concluyendo erróneamente acerca de su origen, las razones que los mantienen en desarrollo y el estado final de los mismos. Además, habrá que reconocer que esta visión de la naturaleza es común en la mayoría de los adultos que no tienen un interés claro por la ciencia y que no han cursado materias de Física básica a nivel universitario. A este razonamiento se le denomina pensamiento aristotélico [1]. Estos conceptos erróneos no son más que el producto de la percepción intuitiva de lo que les rodea.

Es cierto que el profesor debe enfrentar la, en general, deficiente preparación del alumnado en

Álgebra, Trigonometría y Geometría Analítica, así como su baja capacidad de comprensión de una lectura.

Si a esto le aunamos el que para muchos profesores enseñar los conceptos de la Física no es considerado importante y que consideran que aprender a resolver problemas equivale a aprender Física, podemos darnos cuenta de la magnitud de la problemática que enfrenta un alumno que aspira a obtener aprendizajes significativos desde los primeros semestres.

El propiciar que los alumnos reflexionen en las situaciones didácticas presentadas, redundará en un pensamiento lógico, basado en los hechos, que tendrá repercusiones en todos los ámbitos de su vida, por lo que debería de tener una mejor capacidad de resolver problemas inherentes a su profesión y sería un sujeto con mayor capacidad de discriminación de “noticias falsas” [2].

En la sección I se trata la cinemática de partículas. En la sección II, se analiza la cantidad de movimiento. El concepto de fuerza se describe en la sección III y en la sección IV se presentan las conclusiones y recomendaciones de este artículo.

I. CINEMÁTICA

El primer tema que se presenta a los alumnos corresponde a la descripción formal del movimiento y de inmediato se percibe la diferencia entre el vocabulario particular que utilizan para su descripción, generalmente formado a partir del uso cotidiano del mismo y aquel utilizado en la Física. Conceptos como trayectoria y desplazamiento les resultan desconocidos. Velocidad y aceleración los utilizan como sinónimos y presentan graves dificultades para asimilar las diferencias entre magnitudes escalares y vectoriales, tendiendo a considerar únicamente la magnitud.

Es fácil atribuir estas deficiencias a una formación previa incompleta, sin embargo, habría que considerar que estos conceptos implican un grado de abstracción mental que sólo a la edad de

ingreso a los estudios superiores se obtiene (aproximadamente los 18 años) [3]. Una pequeña reflexión nos permite considerar que los términos rapidez, velocidad y aceleración se construyen a partir de elementos abstractos como las nociones de tiempo y espacio y que para su definición operacional se recurre a las matemáticas que son una construcción totalmente abstracta.

Dentro de las situaciones comunes que encontramos en el aula podemos señalar las siguientes:

A. Distancia vs desplazamiento: al inicio de los cursos, para formalizar el lenguaje que se utiliza dentro de la Física es usual empezar a señalar las diferencias entre las variables escalares y las vectoriales que conforman la estructura de la cinemática. Una de las primeras dificultades que afronta el docente es la incapacidad de distinguir entre los conceptos de distancia y desplazamiento ya que el uso cotidiano de estos términos no establece distinción entre ambos. En la práctica, hemos encontrado que el hacer ejercicios sencillos como el recorrer parcialmente o totalmente una trayectoria cerrada va clarificando la diferencia entre ambos conceptos y desarrolla en el alumno una mejor percepción de las magnitudes vectoriales.

B. Velocidad vs aceleración: de igual manera, para muchos estudiantes el distinguir entre ambos conceptos resulta ser un reto sumamente complejo, ya que de nuevo en el lenguaje cotidiano ambos se utilizan como sinónimos. Si el distinguir entre velocidad y rapidez se puede lograr de una manera sencilla a través de describir la función del “velocímetro” de un auto, el conceptualizar la aceleración llega a convertirse en un reto mayor para algunos alumnos (tal vez porque no es fácil encontrar un “acelerómetro” en nuestro devenir cotidiano). Es conveniente proponer un ejemplo numérico y graficar las distintas cantidades en diferentes tiempos o distancias. En el problema de la Figura 1, se pedía distinguir entre los conceptos de velocidad y aceleración, los cuales, evidentemente, no están claros.

1) La diferencia entre la velocidad y la aceleración de un cuerpo es que en la velocidad se tiene una dirección y en la aceleración no.

Fig. 1. Diferencia entre velocidad y aceleración.

Otro ejemplo que vale la pena mostrar es el siguiente problema: un jet de combate aterriza en la plataforma de un portaaviones. Toca la plataforma con una rapidez de 75 m/s y se detiene por completo en una distancia de 200 m. Si este proceso tiene lugar con desaceleración constante, ¿cuál es la rapidez del jet 50 m antes de la ubicación final en que se detiene por completo?

Es evidente que se trata de un movimiento uniformemente acelerado (MUA), sin embargo, es común que algunos alumnos traten de resolverlo utilizando elementos de movimiento rectilíneo uniforme (MRU), evidenciando su incapacidad de discriminar entre los conceptos de velocidad y aceleración, como se muestra en la Figura 2.

Handwritten student solution for a problem involving uniform acceleration (MUA). The student incorrectly uses formulas for uniform motion (MRU):

- $75 \text{ m/s} = v_i$ $a = ?$
- $200 \text{ m} = d$ 50 m
- $80 \text{ m/s} = v_f$

On the right, there is a diagram of a jet landing on a runway. The student has written the formula $v = \frac{d}{t}$ and $(+)(v) = d$ with $t = \frac{d}{v}$ below it, indicating a misunderstanding of the relationship between velocity, distance, and time in accelerated motion.

Fig. 2. Problema de MUA respondido como MRU.

C. Al caer un objeto, “el cuerpo llega con velocidad cero”: Este tipo de razonamiento se origina de nuevo de la observación cotidiana de los fenómenos físicos en los cuales la impresión que se tiene de un objeto que cae de una cierta altura es la de que finalmente se detiene. Este pensamiento refleja una deficiencia en el análisis de dichos fenómenos. Consideramos que parte muy importante de la formación que se puede dar a lo largo del estudio de la Física es la de adquirir la capacidad de analizar detalladamente las diferentes etapas de un proceso. Una forma drástica de hacerlos reflexionar sobre esta creencia y eliminarla es comentarles que, si se deja caer un libro sobre su cabeza, sin duda no llegará con velocidad cero.

D. “En un tiro parabólico, ¿cuál es la rapidez del proyectil en su punto más alto? ¿cuál es su

aceleración?”: El estudiante no asimila a la primera el que, si un cuerpo se encuentra en movimiento, pueda tener rapidez cero en algún momento; por otro lado, ya que acepta que la rapidez es cero, no acepta que en el mismo punto, su aceleración no es nula. Aquí es altamente recomendable, nuevamente, graficar distancia, rapidez y aceleración en cada punto de la trayectoria.

E. “*La aceleración de gravedad a veces es positiva y a veces negativa*”: la mayoría de las veces, esta creencia es originada por el tratamiento que se da del tema a nivel de preparatoria, donde no se hace énfasis en el carácter vectorial de las fuerzas gravitacionales que actúan sobre los cuerpos. En general esta idea equivocada puede eliminarse resaltando las características vectoriales de una aceleración, en este caso la de la gravedad en las proximidades de la Tierra. Otro enfoque que se puede dar es el de proponer un problema en el cual se lanza un objeto verticalmente hacia arriba con una cierta velocidad inicial e ir calculando (y graficando) su posición, velocidad y aceleración en diferentes momentos para que los alumnos se den cuenta que el aplicar las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado predicen correctamente el movimiento del proyectil sin necesidad de considerar la gravedad como negativa en el ascenso y positiva en el descenso.

II. CANTIDAD DE MOVIMIENTO

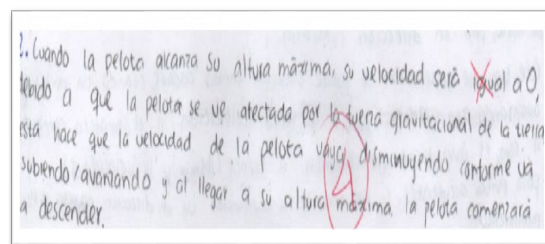
El concepto de cantidad de movimiento les resulta uno de los más abstractos y, paradójicamente, es de los más intuitivos.

Para abordar este tema es útil emplear planteamientos del tipo “ejercicios pensados”, ya que normalmente suele aclarar las dudas. Por ejemplo: se pregunta a los alumnos qué será más difícil de detener, una pelota de baseball a 50 km/h o una a 100 km/h. Luego, se pregunta qué sería más difícil de detener, una pelota baseball o una de basquetbol a 100km/h. Las respuestas a ambas preguntas son obvias y los alumnos normalmente no tienen mayor problema en asumirlas. Finalmente, se les pregunta qué sería más difícil de detener, una pelota de basquetbol a 50 km/h o una de baseball a 100 km/h. En ese momento el profesor introduce el concepto de cantidad de

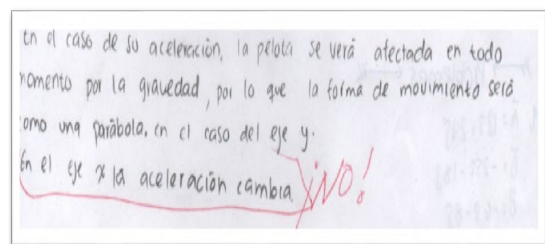
movimiento.

Con respecto a los conceptos de impulso y cantidad de movimiento, un ejercicio clásico es el tiro parabólico. Es curioso cómo se pueden desarrollar todas las ecuaciones, se puede hacer notar que en el eje x, el movimiento es rectilíneo uniforme y en el vertical, un movimiento uniformemente acelerado. Sin embargo, si se pide al estudiante dibujar el diagrama de cuerpo libre del proyectil en cualquier punto de su trayectoria, nos encontraremos con la “fuerza del movimiento” pues suponen que el proyectil se encuentra “impulsado por pequeñas partículas”, Este es un excelente momento para analizar el impulso en el proyectil.

En la Figura 3, se presenta un problema referente a un proyectil en tiro parabólico se pide calcular la velocidad al alcanzar su altura máxima, en esta respuesta encontramos dos errores: el considerar únicamente la componente de la velocidad vertical y el suponer una aceleración horizontal.



¿Cuando la pelota alcanza su altura máxima, su velocidad será igual a 0, siendo así que la pelota se ve afectada por la fuerza gravitacional de la tierra esta hace que la velocidad de la pelota vaya disminuyendo conforme va subiendo y al llegar a su altura máxima la pelota comenzará a descender.



en el caso de su aceleración, la pelota se verá afectada en todo momento por la gravedad, por lo que la forma de movimiento será como una parábola, en el caso del eje y.
En el eje x la aceleración cambia.

Fig. 3. Respuesta de alumno a pregunta de tiro parabólico.

Una manera menos convencional de abordar el tema de la cantidad de movimiento es preguntándoles qué hace un amortiguador, ¿para qué sirve un cinturón de seguridad? ¿cuál es la función de las bolsas de aire? Muchos alumnos responden que las bolsas de aire funcionan oponiendo una fuerza al movimiento, cuando se les hace reflexionar que esa no sería la mejor manera de justamente amortiguar un golpe en un accidente, entonces reflexionan y exploran otras posibilidades

Otro aspecto interesante que trabajar es el encontrar la relación entre la energía cinética y la

cantidad de movimiento ($K=p^2/2m$) ya que permite establecer la conexión entre conceptos fundamentales de la Física para posteriormente también mostrar las analogías entre los teoremas “Trabajo-Energía” ($W = \Delta E$) e “Impulso-Cantidad de Movimiento” ($\vec{J} = \Delta \vec{p}$), así como sus diferencias y similitudes.

III. FUERZAS

El concepto de fuerza debe abordarse con cuidado, con tiempo suficiente y con muchos ejemplos. Incluso antes de abordar las leyes de Newton. Explorar los tipos de fuerzas, no solo las comunes en Mecánica, aunque se trate de un curso de este tipo.

Una vez hecho esto, podemos adentrarnos a explorar las leyes de Newton. Al estudiar la segunda, es prudente hacer una pausa e indagar entre los alumnos si la aceleración provoca una fuerza o es lo contrario lo que sucede; esto da lugar a analizar el principio de antecendencia.

Es curioso que, al repasar nuevamente el tiro parabólico y hacer que el estudiante dibuje el diagrama de cuerpo libre en varios puntos de la trayectoria del proyectil, haciendo hincapié en el inicio, el final y el punto de **altura máxima**. Algunos alumnos refieren que, en este punto, “se le acabó la fuerza”. Este último concepto aparece con frecuencia involucrado en el lanzamiento de objetos, donde es común la percepción, entre los alumnos y las personas en general, que la fuerza es “algo” que acompaña a los cuerpos y que en forma natural se va perdiendo. También esta forma de pensamiento se presenta con el término “energía”, donde se considera que los cuerpos llevan energía y la van perdiendo a lo largo de su movimiento. La Figura 4 es la respuesta de un estudiante a dos preguntas de conceptos en estos temas.

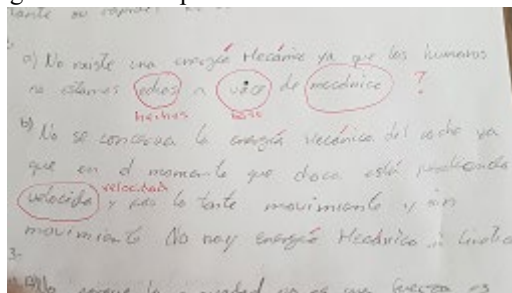


Fig. 4. Respuesta a pregunta conceptual.

Regresa pues, el pensamiento aristotélico de que la fuerza es **algo** que acompaña a los cuerpos.

Un tema que no puede faltar es el de las fuerzas

ficticias. En particular la reflexión acerca de la fuerza centrípeta vs la centrífuga los retira de su zona de confort. El imaginarse unido a través de una cuerda con otra persona y girando alrededor de un eje fijo y razonar qué fuerzas intervienen y qué efectos provoca da lugar a un número muy variado de respuestas por parte de los alumnos. Alguna vez los alumnos nos preguntaron “¿y se estudian las fuerzas ficticias, aunque en realidad no existan? Pero son las reales pues esas son las que sentimos”.

IV. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En las secciones anteriores se han presentado algunos cuestionamientos que recomendamos se presenten a los estudiantes que se enfrentan por primera vez a un curso de Mecánica a nivel superior.

Es importante realizar ejercicios numéricos, en los cuales se deba usar una fórmula y despejar cantidades, sin embargo, resulta imprescindible, para formar ingenieros que realmente comprendan la ciencia de una situación y puedan proponer soluciones a problemas ingenieriles, poner a los estudiantes en situaciones didácticas que los conduzcan a entender a cabalidad los fenómenos estudiados.

Si bien las preguntas incisivas que proponemos aquí ayudan en el proceso de afianzar conceptos físicos, no podemos dejar de lado la potencia de los laboratorios de Física, así como de videos educativos. Por ello es muy importante el que los profesores de teoría y de laboratorio, si no son el mismo, tengan comunicación, de manera que se puedan abordar los conceptos de manera simultánea.

V. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros alumnos quienes a lo largo de estos años nos han permitido mejorar el abordaje de algunos temas.

V. REFERENCIAS

- [1] <https://plato.stanford.edu/entries/aristotle-logic/> consultado el 1 de marzo de 2018.
- [2] L. Vygotsky, Pensamiento y lenguaje, en Cognición y desarrollo humano vol. XX. Barcelona: Ediciones Paidós, 1995.
- [3] Teipel, K. “Understanding adolescence”, State Adolescent Health Resource Center (<http://www.amchp.org/programsandtopics/AdolescentHealth/projects/Documents/SAHRC%20AYADevelopment%20LateAdolescentYoungAdulthood.pdf>, consultado el 2 de febrero de 2018).