

La resolución de problemas en los cursos de mecánica básica



A. González Arias

Departamento de Física Aplicada, Universidad de La Habana 10400, Cuba.

E-mail: arnaldo@fisica.uh.cu

(Recibido el 3 de Abril de 2009; aceptado el 12 de Mayo de 2009)

Resumen

Las estrategias propuestas en la literatura para resolver problemas de física suelen proporcionar consejos sobre cómo organizar el estudio o la forma de trabajar, pero sin realmente dar respuesta a lo que el estudiante desea saber: cómo resolver los problemas. El proceso de resolución de cualquier problema de mecánica siempre se puede separar en dos partes muy bien definidas: a) planteamiento -encontrar las ecuaciones adecuadas- y b) la resolución matemática. En lo que sigue nos ocupamos únicamente de la parte a), proponiendo un diagrama de flujo que presenta en forma explícita el razonamiento que estudiantes y profesores necesariamente realizan de forma espontánea, y usualmente sin plena conciencia, para lograr plantear correctamente un problema no trivial de mecánica. Quien alguna vez se haya dedicado a esta actividad reconocerá inmediatamente su validez, pues verá reflejado en él su usual proceso de razonamiento. De aquí que se pueda suponer que el estudio del diagrama contribuirá a que el estudiante tome conciencia de este proceso, y le proporcione una respuesta satisfactoria a la pregunta de 'cómo resolver problemas de física'. También debe contribuir a que cualquier profesor organice sus clases con mayor claridad y eficiencia.

Palabras clave: Problemas de mecánica, mecánica básica, resolución de problemas.

Abstract

Proposed strategies to solve physics problems usually provides advice about organizing the study or about ways of work, but not really give an answer to the student's wishes: how to solve problems. In the case of basic mechanics, the resolution always can be divided in two well defined parts: a) the finding of the proper equations and b) the mathematical resolution. In what follows we will talk only about part a), proposing a flux diagram that show in explicit form the reasoning that students and professors must spontaneously realize, usually without conscience of it, in order to solve adequately any non trivial mechanics problem. Whoever have carried out this activity in any occasion will recognize immediately its validity, because will see reflected in the diagram his/her usual process of thinking. Hence it may be supposed that the study of this diagram will contribute to get conscience of this process, providing a satisfactory answer to the question of 'how to solve physics problems'. Besides, it should contribute to a better clearness and efficiency of any professor when organizing its lectures.

Keywords: Mechanics problems, basic mechanics, resolution of problems.

PACS: 01.40.J-, 01.40.gb, 01.50.-i

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Para la mayoría de los estudiantes que asisten a los cursos básicos de física en la enseñanza media y diversas especialidades de ciencias e ingeniería, la principal dificultad consiste en la resolución de los problemas que se le plantean. Es común escuchar una y otra vez, curso tras curso, la siguiente pregunta: '¿cómo se resuelven los problemas de física?' Y es que muchos suponen que existe alguna receta o fórmula 'magistral' que permite resolver cualquier problema de física con sólo aplicarla (haga tal y tal cosa, después esta otra... ¡y ya está!)

No sólo los estudiantes piensan así. Algunos profesores, esforzándose por encontrar respuesta a esa pregunta, dan criterios y consejos dirigidos a los estudiantes, e incluso publican artículos que supuestamente proporcionan la respuesta. En realidad, tales criterios habitualmente solo

aportan consejos sobre como organizar el estudio o el trabajo docente, pero no responden lo que desea el estudiante: la famosa 'fórmula' o procedimiento general para resolver los problemas.

Es posible citar ejemplos. En el 'método de los ocho pasos' para resolver problemas de física en secundaria y preparatoria [1], se plantea lo siguiente: dos pasos para el entendimiento y comprensión del problema, tres para organizar la información, uno de planeación lógica, dos de 'ejecución precisa', un paso para la conclusión y otros dos pasos para el control, incluyendo la revisión y el análisis del resultado.

Para el revisar los tales pasos, lo que se encuentra es una metodología para organizar el trabajo. Y por más que se sigan las instrucciones, a la larga resulta obvio que hace falta 'algo más' para resolver los problemas. Así, en el paso 5 se dice textualmente: 'El estudiante define las fórmulas

que requiere para solucionar el problema.. Además es muy importante incluir la fórmula de conversión de unidades, si se requiere. Las fórmulas deben estar asociadas a todas las incógnitas, tanto las finales como las intermedias, etc....' Pero no se dice absolutamente nada sobre lo esencial: CÓMO HACER PARA ESCOGER LA FÓRMULA O ECUACIONES CORRECTAS, Y NO OTRAS.

Los puntos restantes tampoco aportan ninguna luz acerca de cómo llegar a la ecuación correcta, e incluso algunas orientaciones son un tanto absurdas: 'el estudiante debe planear la solución a través de pequeños pasos...'. Si el estudiante desconoce como plantear el problema, ¿cómo va a planear llegar a la solución? (A lo mejor, por ejemplo, se resuelve en un solo paso).

Otros sitios se mantienen a un nivel muy elemental [2], o proporcionan estrategias que tratan de ser muy generales pero que en realidad no puntualizan nada [3] o simplemente proporcionan algún tipo de metodología para un caso particular [4], con un enfoque que en realidad no difiere mucho del de la referencia [1]. Otros autores no proponen estrategias, sino colecciones de problemas resueltos [5], o más bien métodos o estrategias dirigidos a profesores acerca de cómo presentar el tema a los estudiantes [6].

La realidad es que cualquier problema de física se puede separar en dos partes muy bien definidas:

- planteamiento (cómo llegar a las ecuaciones de trabajo).
- resolución matemática (cómo resolver esas ecuaciones).

En el planteamiento, es necesario enseñar al estudiante a llegar por sí mismo a las ecuaciones o fórmulas de trabajo. Esta es la parte que hace surgir la pregunta: '¿cómo se resuelven los problemas?'. En la resolución matemática, el estudiante debe aplicar sus conocimientos de esta disciplina para llegar a un resultado numérico o literal. Obviamente, la parte más importante para resolver un problema es la primera, pues sin un planteamiento adecuado no se podrá llegar a una solución correcta, aunque el estudiante sea un genio de las matemáticas.

Notar que si existen deficiencias en la formación matemática, aunque el planteamiento sea correcto el estudiante tampoco podrá llegar a la solución del problema. Es necesario por tanto dar tanta importancia a la formación matemática como a la formación física. Asumamos, por tanto, que no hay dificultades matemáticas y analicemos sólo el planteamiento del problema, omitiendo en lo adelante el punto (b).

¿Y cómo plantear correctamente un problema de física? Pues, por más vueltas que se le dé a la pregunta, la solución es sólo una. **Es indispensable que el estudiante aprenda las leyes de la física en su forma analítica, las memorice y entienda su significado.** Si no las conoce bien -al menos las correspondientes a una determinada sección o capítulo- por más consejos y recetas que se le proporcionen nunca logrará aprender a resolver los problemas.

Se crea así una especie de círculo vicioso, porque para memorizar y comprender el significado de las leyes de la física nada mejor que resolver problemas de física. Sin embargo, este círculo se puede romper - ¡si no, nadie aprendería física! - dosificando la dificultad de los problemas y mostrando suficientes ejemplos resueltos. Y no hay que pretender que, tras unos pocos ejemplos básicos, el

La resolución de problemas en los cursos de mecánica básica estudiante sea capaz de resolver de inmediato problemas complejos por sí mismo (como a veces ocurre). Por su misma esencia, el proceso de aprendizaje debe ser gradual, y la gran mayoría de las veces el tiempo no alcanza para que el aprendizaje se logre completar totalmente en un solo curso, quizás con la excepción de los estudiantes muy aventajados.

La otra opción posible es la muy deplorable forma de enseñar la física que aún subsiste en algunos lugares: proponer un formulario y enseñar al estudiante a identificar las variables y sustituir los valores de acuerdo a los datos que se proporcionan en el problema, lo que de física nada tiene. Es sólo un engaño para el estudiante, y para la institución correspondiente una especie de fraude tolerado. (Una buena forma de evitar este fraude es proponer en el enunciado de los exámenes de suficiencia más datos que los estrictamente necesarios para resolver el problema. Esto usualmente conduce a los 'formulistas' al desastre total).

II. EL PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE MECÁNICA. DIAGRAMA DE FLUJO

Con el fin de facilitar al estudiante la comprensión del proceso de razonamiento en la resolución de problemas de mecánica, se propone el estudio del diagrama de flujo de la figura 1. Sólo tiene de novedoso que presenta en forma explícita lo que la mayoría de los estudiantes y profesores realizan de forma instintiva e inconsciente al procesar el planteamiento de un problema. Quienquiera que se haya dedicado a resolver problemas de física reconocerá su validez. De aquí que sea factible suponer que, al estudiar el diagrama, el estudiante tome conciencia de su proceso de razonamiento, facilitándole un aprendizaje más rápido y una mayor eficiencia al plantear los problemas de mecánica. También debe contribuir a que cualquier profesor presente sus clases con mayor claridad y eficiencia.

En la figura, los símbolos representan lo siguiente:

- W_{ext} , W_{int} = trabajo de las fuerzas externas e internas, respectivamente.
- W_{nc} = trabajo de las fuerzas no conservativas
- E_c , E = energía cinética y energía mecánica
- r_{cm} , v_{cm} y a_{cm} = posición, velocidad y aceleración del centro de masa
- p , P = cantidad de movimiento de una partícula y de un sistema de partículas
- m , M = masa de la partícula y de un sistema de partículas
- $F_{R(ext)}$ = resultante de las fuerzas externas.

Adicionalmente, al estudiar el diagrama el estudiante también tomará conciencia de algunos aspectos que usualmente dificultan la comprensión de la mecánica (que muchas veces se omiten o no se enfatizan lo suficiente en los cursos de mecánica básica). Algunos de ellos son:

- Las diferencias entre la mecánica de la partícula y los sistemas de partículas.
- Separa claramente fuerzas externas e internas.
- Menciona explícitamente las condiciones a cumplir para que el centro de masa de un sistema de partículas no

varíe su posición.

Una omisión bastante común en los cursos de mecánica es no hacer distinción entre el teorema del trabajo y la energía para una partícula ($W_R = \Delta E_c$) y para un sistema de partículas (SP), lo que puede conducir a un estudiante a situaciones irresolubles. Muchos textos asumen como 'evidente' que la energía cinética de un SP es la suma de las energías cinéticas de las partículas. En realidad, tal resultado es una *definición* que permite mantener la forma del teorema, con la salvedad de que ahora el trabajo resultante es el de la suma de las fuerzas internas más las externas al sistema: $W_{ext} + W_{int} = \Delta E_c$. En los cursos básicos, muchas veces las fuerzas internas ni siquiera se mencionan. (Aunque después se proponen problemas que necesitan considerar esas fuerzas y el trabajo por ellas realizado).

Otro aspecto que usualmente tampoco se indica explícitamente es el número de ecuaciones independientes que el estudiante debe lograr construir a partir de las leyes de la física (o de relaciones geométricas) para poder obtener las incógnitas requeridas. Si el problema pide el valor de dos parámetros, se necesitarán no menos de dos ecuaciones independientes para resolverlo. Las incógnitas pueden o no aparecer en ambas ecuaciones. Si aparecen en ambas, el problema conduce a un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas (o tres, o más). La aplicación de la 2da ley de Newton en dos dimensiones conduce a sistemas de este tipo, pero no es el único caso. En los problemas de dinámica de rotación suelen aparecer más de dos ecuaciones, aunque no siempre relacionadas entre sí.

Es importante que el estudiante haga suya la idea de que se necesitan tantas ecuaciones independientes como incógnitas. Así sabrá que tiene que buscar ecuaciones adicionales a partir de otras leyes o relaciones geométricas que aún no ha tomado en cuenta. Si no posee este conocimiento, lo más probable es que pierda su tiempo haciendo juegos matemáticos con las insuficientes ecuaciones que ha obtenido, sin llegar a resultados.

Por razones de espacio, el diagrama de flujo se ha limitado a la mecánica básica obviándose lo referente a oscilaciones, trabajo en rotación, viscosidad y sistemas de referencia no inerciales. El diagrama tampoco contempla la posibilidad de obtener ecuaciones independientes adicionales a partir de consideraciones geométricas, lo que siempre se debe tener presente. Además, las diferentes vías del diagrama no son excluyentes. Puede ser necesario y factible utilizar conjuntamente, por ejemplo, el método dinámico y el energético para obtener las necesarias

ecuaciones independientes en un problema determinado.

Una vez captado lo principal del diagrama de flujo, el estudiante no debería tener dificultades para extrapolar el razonamiento a temas que no aparezcan en el mismo, e incluso a otras disciplinas como la Termodinámica, el Electromagnetismo o la Óptica.

IV. CONCLUSIONES

- Se presenta explícitamente en un diagrama de flujo lo que la mayoría de los estudiantes y profesores realizan de forma instintiva e inconsciente al procesar el planteamiento de un problema de mecánica.
- Luego, es de suponer que al estudiar el diagrama el estudiante tome conciencia de su proceso de razonamiento, facilitándole un aprendizaje más rápido y una mayor eficacia al plantear los problemas de mecánica.
- El diagrama también debe contribuir a que el profesor presente sus clases con mayor claridad y eficiencia.
- Es importante que al plantear un problema de mecánica el estudiante haga suya la idea de que se necesitan tantas ecuaciones independientes como incógnitas.
- El diagrama no contempla la posibilidad de obtener ecuaciones independientes adicionales a partir de consideraciones geométricas, lo que siempre se debe tener presente.

REFERENCIAS

- [1] www.tuobra.unam.mx/publicadas/050906172518.pdf. Consultada el 02/04/2009.
- [2] <http://physics.ius.edu/~kyle/ClassRefs/SolvingProblems.htm>. Consultada el 03/04/2009.
- [3] <http://www.oberlin.edu/physics/dstyer/SolvingProblems.html>. Consultada el 02/04/2009.
- [4] <http://www.physics.hmc.edu/howto/problemsolving.html>. Consultada el 01/04/2009.
- [5] <http://www.unedcervera.com/c3900038/estrategias/>. Consultada el 03/04/2009.
- [6] Pino, M. G., Ramírez, I., *Estrategia que favorece la comprensión de problemas y la planificación de su resolución, durante la enseñanza de la Física*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **3**, 55- 61 (2009).

Resolución de Problemas de Mecánica Básica

guía general de análisis para los problemas tipo más comunes

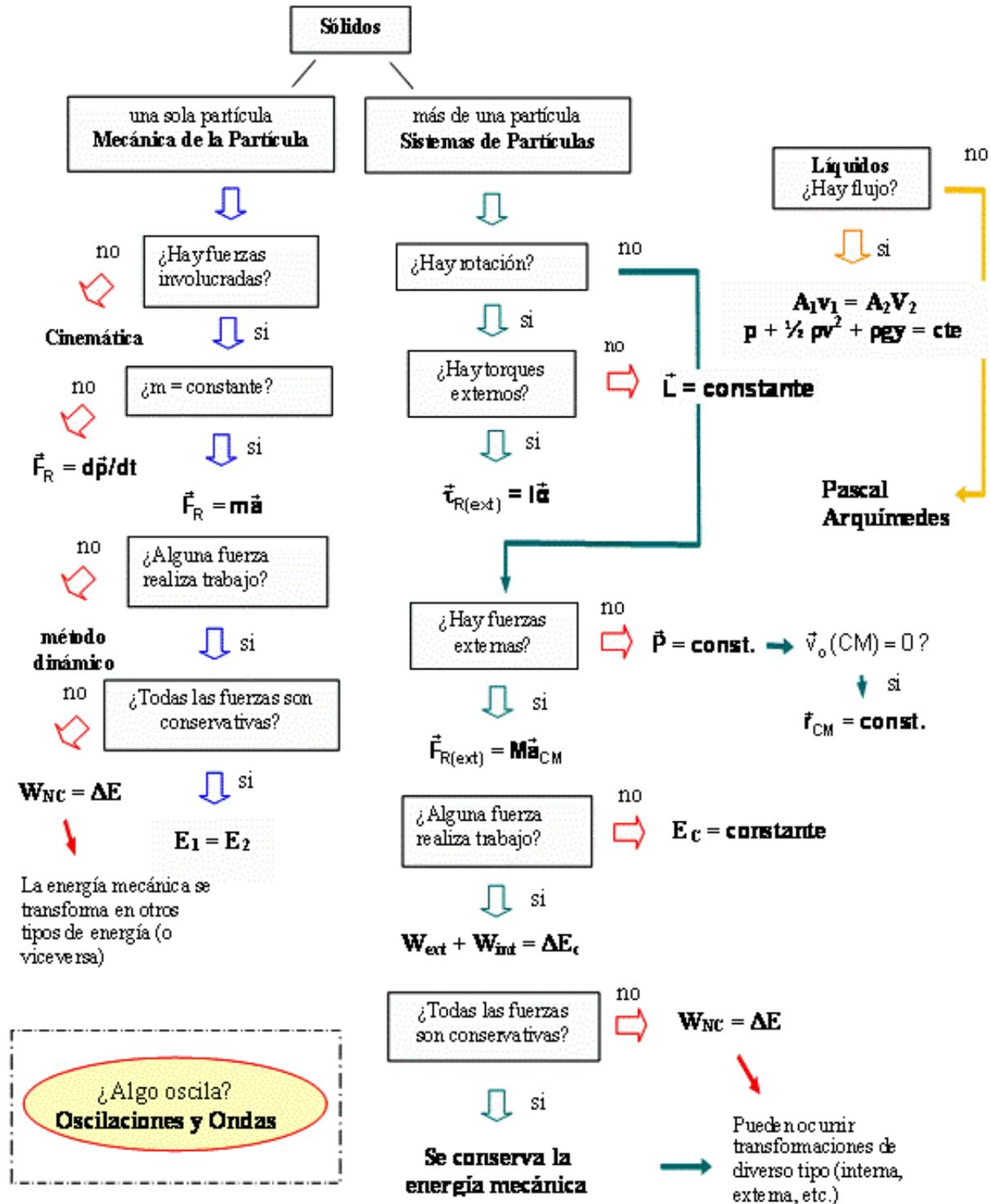


FIGURA 1. Diagrama de flujo para la resolución de problemas de Física.