

Método de los ocho pasos para solucionar problemas de física en secundaria y preparatoria

Ramiro Bravo García

junio 2005

Método de los ocho pasos para solucionar problemas de física en secundaria y preparatoria.

Ramiro Bravo García
Profesor de 2º y 3º de secundaria de la materia de física
Colegio Khépani, Morelia, Michoacán, México.
Correo Electrónico: rb_11000@yahoo.com

Resumen

El método de los 8 pasos es un procedimiento de solución de problemas de física confiable, claro y seguro en el nivel de secundaria y preparatoria, que favorece los diferentes canales de aprendizaje, facilitando tanto la comprensión del problema como la identificación y organización de la información del mismo, también enseña a planear y ejecutar correctamente los procedimientos matemáticos, aprovechando las ventajas del uso correcto de

la notación matemática y las unidades de medida, así como capacitarlos para el análisis y conclusión de los resultados obtenidos.

Palabras clave

Método, Solución de problemas, Física, Secundaria, Preparatoria, Planeación, Canales de aprendizaje

Introducción

Al iniciar mi experiencia como maestro de física en secundaria, ingenuamente pensé que los alumnos tenían todos los elementos de lógica y destreza matemática requerida para solucionar problemas de una manera fácil y sencilla, pero para mi sorpresa me di cuenta que vagamente conocían el viejo método de los 4 pasos (datos, fórmulas, sustitución y operaciones, y resultado) utilizado en los libros de texto.

Al observar a los alumnos, encontré, entre muchas otras cosas, que:

- a. No comprendían el problema al momento de leerlo, lo cual implicaba la falta de identificación de las incógnitas y los datos.
- b. No contaban con un orden básico, lo cual los confundía más.
- c. No utilizaban las unidades de medida en las sustituciones, lo que originaba que los cálculos fueran erróneos al realizar operaciones con unidades "incompatibles", es decir, no homogéneas.
- d. El manejo de la notación matemática era muy pobre, lo que ocasionaba que frecuentemente "rompieran" las igualdades en las ecuaciones, además de carecer del uso de las variables dependientes, signos de igual, signos de operaciones matemáticas, etc. en las fórmulas, todo esto incrementando la confusión, tanto para ellos como para el maestro.
- e. La falta de planeación para las acciones que realizaban, tanto en la solución de problemas como para su vida cotidiana.
- f. El no concluir o "aterrizar" los resultados obtenidos con el planteamiento del problema que estaban resolviendo.

Ante este panorama "aterrador", emprendí la búsqueda de un método que les ayudara a resolver los problemas de manera ordenada, clara y sencilla. Un método que los alumnos dominaran y que en el futuro, si les plantearan un problema complicado, puedan usarlo con toda confianza para alcanzar el resultado correcto, es decir, que puedan contar con una herramienta confiable, clara y segura.

Por otra parte, y con base en la historia, se ha demostrado que la mejor forma de lograr el éxito para encontrar la solución a problemas, realizar eventos y proyectos, etc. es llevar a cabo el proceso administrativo, es decir, tener un objetivo, planear, organizar, ejecutar y controlar. Una muestra clara de esto es el funcionamiento de las instituciones educativas en sí, la planeación de las currículas, clases, etc.

Inicialmente busqué en libros de texto, libros para gimnasia mental, libros para la solución de problemas, etc. y no encontré alguno que satisficiera los requerimientos planteados en el ámbito de la secundaria, por lo que decidí implementar uno nuevo.

Para el desarrollo utilicé mi conocimiento adquirido en libros y artículos que trataban sobre los canales del aprendizaje, la elaboración de mapas mentales, libros de texto de física, el proceso administrativo, administración por objetivos, etc. además las pláticas con otros docentes, mi experiencia en el de diseño de sistemas, las técnicas de programación de computadoras, la solucionar problemas en la facultad de ingeniería, etc., es decir, use todo lo que tenía a la mano. El resultado fue un procedimiento que cuenta con 8 pasos escritos y 2 de revisión.

Con el fin de identificarlo y volverlo práctico, con bajo impacto al momento de enseñarlo y basándose en los pasos escritos, se le denomina el "Método de los 8 pasos".

Este método en sí, es un proceso planeado de cómo resolver los problemas de física en secundaria y preparatoria, aunque solo se ha probado en secundaria con resultados muy positivos aun con los alumnos que no se les facilitan las matemáticas de manera natural.

Objetivo del método de los 8 pasos

El objetivo del método de los 8 pasos es contar con un procedimiento de solución de problemas de física confiable, claro y seguro en el nivel de secundaria y preparatoria, que favorezca los diferentes canales de aprendizaje, facilitándoles tanto la comprensión del problema como la identificación y organización de la información del mismo, así como enseñarlos a planear y a ejecutar correctamente los procedimientos matemáticos, aprovechando las ventajas del uso adecuado de la notación matemática con las unidades de medida adecuadas y capacitándolos para interpretar y concluir con los resultados obtenidos.

El método de los 8 pasos

Una regla común a ser considerada es: "La constante solución correcta de los problemas es la consecuencia natural de la aplicación adecuada de un método confiable, claro y simple de llevar a cabo". Partiendo de este origen, se diseñó este método.

Este método está formado por 8 pasos escritos y 2 de revisión, los cuales se clasifican como sigue:

- 2 pasos para el entendimiento y comprensión del problema,
- 3 pasos de organización de la información,
- 1 paso de planeación lógica,
- 1 paso de ejecución precisa,
- 1 paso conclusión y
- 2 pasos, no escritos, para el control constituidos por la revisión y el análisis del resultado.

A continuación se detalla cada uno de los pasos y se indica su relación con los canales de aprendizaje, su nivel de clasificación, algunas recomendaciones para su mejor aprovechamiento y un problema de ejemplo en el cual se aplicaran y explican todos los pasos. Al final del documento puede observar la forma cotidiana de la aplicación del método en la solución de problemas en clase.

1. Lectura y comprensión del problema

Al momento de escuchar, leer o ver en el pizarrón el planteamiento de un problema, el alumno no sólo debe tener una noción de que se trata. Lo importante es la comprensión completa de la situación, la determinación de lo que se busca y encontrar la información exacta que plantea la redacción del problema, por lo cual, el alumno debe de leer, en toda la extensión de la palabra, la redacción del problema.

Canal de aprendizaje: Visual si está escrito en el libro o pizarrón, Auditivo si lo dictan y Kinestésico si lo escribe, tanto al copiar como al escuchar.

Clasificación: Comprensión del problema.

Recomendación: Dicte los problemas y luego pida que lean lo que escribieron, esta acción favorece a todos los canales de aprendizaje. Los alumnos con predominancia de canal auditivo se favorecen al escuchar el dictado. Los alumnos de canal visual, se favorecen al leer lo que escribió y los alumnos con canal kinestésicos son favorecidos al momento de estar escribiendo el problema.

Ejemplo: 1. El papá de su amigo Rigoberto, ha adquirido un nuevo automóvil de 800 kg de masa y necesita conocer que fuerza en Newtons le requiere aplicar al auto para cambiar de 0 a 90 km/hr en 12 s.

2. Simulador o diagrama del problema incluyendo los datos y las incógnitas con sus respectivas variables y unidades de medida

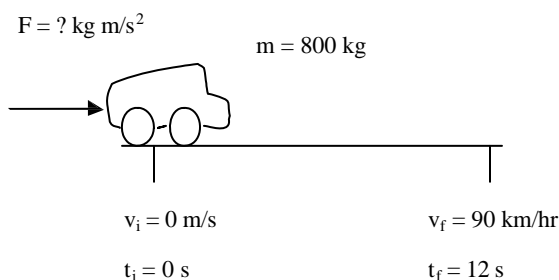
Este es un paso de mucha importancia, es una herramienta para el entendimiento del problema, porque al momento en el cual el alumno logra elaborar un diagrama con la situación que se plantea, incluyendo los datos y las incógnitas con sus respectivas variables y unidades de medida, implica la comprensión completa del problema, es decir, ha logrado extraer la información relevante y presentarla de forma visual. Además, el alumno contará en este diagrama con toda la información necesaria para los pasos siguientes, sin la necesidad de releer el texto. En este diagrama solo se anotarán las variables y los datos que se expresan en el texto del problema.

Canal de aprendizaje: Visual y kinestésico.

Clasificación: Comprensión del problema.

Recomendación: Es importante el esquematizar los objetos del problema, es decir, si se habla de un automóvil, dibujar a grosso modo un automóvil. Además hacer hincapié en la anotación tanto de las incógnitas como de los datos, incluyendo las variables y las unidades de medida de cada una. Recuerde que si no logra esquematizar el problema no ha logrado comprenderlo.

Ejemplo: 2.



3. Incógnitas, con sus variables y unidades de medida requeridas

El alumno tendrá claro que tiene que calcular o encontrar para solucionar el problema. Debe anotar tanto las incógnitas finales y también las intermedias. Todas las incógnitas deben de contener la variable y las unidades de medida. Para indicar que es una incógnita se utilizará el signo ? en el valor. Se escogió este símbolo por la familiaridad que tienen los alumnos con él para indicar pregunta, duda o incógnita.

Clasificación: Organización de la información.

Recomendación: Refuerce la importancia de anotar completa la notación matemática, es decir, es indispensable la variable que indica la incógnita y las unidades de medida. En caso de no identificar en este momento alguna variable adicional, indíquele que en el instante que la identifique la anote en este apartado. Esto le ayudará a adquirir experiencia para la solución en el futuro de problemas similares.

Ejemplo: Aquí notará que existe una incógnita final, la fuerza, indicada por la variable "F" con las unidades kg m/s² y las variables intermedias aceleración indicada con la letra "a" con las unidades m/s² y la velocidad final indicada con "V_f" con unidades m/s

$$\begin{aligned} 3. \quad F &= ? \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ a &= ? \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ v_f &= ? \frac{\text{m}}{\text{s}} \end{aligned}$$

4. Datos, con sus variables y unidades de medida

El alumno conocerá los datos con que cuenta, incluyendo los no descritos en el problema, pero que él conozca, por ejemplo el valor de pi, la constante de la velocidad de la luz, etc.

Clasificación: Organización de la información.

Recomendación: En este punto, al igual que en todos los pasos, es vital reforzar la notación matemática completa y correcta, es decir, todos los datos deben incluir la variable, la magnitud y las unidades de medida. Al igual que en el punto 3, si no identificar en este momento algún dato adicional, indíquele que en el instante que lo identifique lo anote en este apartado. Esto le ayudará a adquirir experiencia para la solución en el futuro de problemas similares.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} 4. \quad t_i &= 0 \text{ s} \\ t_f &= 12 \text{ s} \\ v_i &= 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ v_f &= 90 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \\ 1 \text{ km} &= 1000 \text{ m} \\ 1 \text{ hr} &= 3600 \text{ s} \\ 1 \text{ N} &= 1 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \end{aligned}$$

5. Las fórmulas

El alumno define las fórmulas que requiere para solucionar el problema. Aquí no se requiere despejar variables, debido a que despejar es parte de los procedimientos. 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, es decir, para calcular cada una de las incógnitas, tanto las finales como las intermedias, deben de tener una fórmula. Los alumnos deben anotar las fórmulas íntegras y con la notación matemática correcta, es decir, con las variables dependientes e independientes, el signo de igual, y todos los términos

Clasificación: Organización de la información.

Recomendación: Se debe estimular al alumno a la correcta notación matemática, es muy frecuente que no anoten la variable dependiente o el signo igual. Al igual que en otros puntos, si no identificar en este momento alguna fórmula adicional, indíquele que en el instante en que la identifique la anote en este apartado. Esto le ayudará a adquirir experiencia para la solución en el futuro de problemas similares. Además es muy importante, en el caso de las conversiones, anotar la fórmula $v = v \cdot 1$.

Ejemplo: La última fórmula, $v_f = v_f \cdot 1$, es de vital importancia para la conversión, es decir, esta es la fórmula asociada a la incógnita intermedia $v_f = ?$ m/s.

$$\begin{aligned} 5. \quad & F = m a \\ & a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \\ & v_f = v_f \cdot 1 \cdot 1 \end{aligned}$$

6. Los pasos a seguir

“Divide y vencerás”, este es el gran secreto de la solución de los problemas, el alumno debe de planear la solución a través de pequeños pasos secuenciados de tal manera que la ejecución de todos ellos solucione el problema. Es decir, aquí el alumno elaborará su plan para la ejecución, indicando cada una de las acciones

que realizará para llegar a la solución correcta del problema. Las acciones deben de ser simples y marcadas con un orden preciso a seguir, en otras palabras, cada acción será denotada con una letra, iniciando con la a), le seguirá la acción b) y así sucesivamente hasta llegar a la solución del problema. Además, las acciones planeadas deben resolver todas las incógnitas, tanto las intermedias como las finales. Cabe mencionar que este fue el paso que les causó mayor trabajo de aprender a los alumnos, debido a su falta de conocimiento y experiencia en planeación.

Clasificación: Planeación.

Recomendación: Es muy importante el orden y la asignación de la letra a cada uno de los pasos, dado que será el orden que debe seguir en el paso 7. A veces los alumnos tratan de resolver el paso 7 antes que este, lo cual no los ayudará al aprendizaje de la planeación, es decir, al no tener la experiencia de definir conscientemente los pasos que siguen para realizar una acción, se les dificulta al inicio, sin embargo la experiencia indica que a corto plazo y con la ejercitación frecuente lo llegan a dominar sin problema.

Ejemplo: Es evidente planear primero la solución de las incógnitas intermedias para posteriormente resolver la incógnita final.

6. a) Convertir v_f de $\frac{\text{km}}{\text{hr}}$ a $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

b) Calcular a

c) Calcular F

7. Sustituciones y procedimientos con unidades de medida

Este es otro paso muy importante en el método, en él se debe exigir una notación y ejecución matemática casi perfecta. Aquí el alumno ejecutará el plan del punto anterior, siguiendo el orden indicado y marcando cada acción que ejecute utilizando la misma letra indicada en el plan, es decir, la acción a) indicada en el plan del paso anterior, será ejecutada en la acción a) de este paso. Aquí es donde cobra sentido el elaborar un plan, de lo contrario no tiene sentido planear. Este seguimiento del plan facilita enormemente el proceso de solución, debido a que sólo necesita poner atención en la ejecución de los pasos simples, sin preocuparse del siguiente paso. En otras palabras, el alumno solo se debe concentrar en ejecutar fórmulas sencillas, una a la vez.

Todas las sustituciones deben contener variable dependiente, signo de igual, cada uno de los términos con sus unidades de medida. Se debe cuidar en el desarrollo de los resultados parciales, no "romper" la igualdad, así como cada uno de los términos tengan las unidades de medida que corresponden. No se debe tolerar ningún tipo de notación mal hecha, incluyendo las "modas" o "excentricismos" de los alumnos por escribir letras al revés, no utilizar línea en las fracciones comunes, etc.

En este paso es recomendable que el alumno utilice la calculadora electrónica en lugar de las operaciones manuales. Este ha sido un punto cuestionado por algunos maestros, pero el objetivo principal del método no es la enseñanza de las operaciones aritméticas, sino la aplicación de las mismas, además de capacitarlos para el uso de la calculadora. Por otra parte, no se aceptarán en este punto la realización de las operaciones a mano, sino únicamente las sustituciones y resultados sustentados matemáticamente. Si el alumno desea realizar las operaciones a mano, deberá utilizar una hoja aparte y no será tomado en cuenta si está o no correcto el procedimiento de cálculo manual.

Clasificación: Ejecución.

Recomendación: Es de vital importancia dar seguimiento de la notación matemática correcta con las unidades de medida, esto facilitará el llegar al resultado correcto, es decir, sin mezclar unidades no homogéneas. Otra parte importante e indispensable es no aceptar ningún resultado sin sustento matemático, es decir, si el alumno no pone la sustitución correcta de las fórmulas sino únicamente el resultado, en otras palabras, "no se aceptan actos de magia".

Ejemplo: Observe el orden de ejecución y la claridad de los procedimientos.

$$7. \quad a) \quad v_f = 90 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} = \frac{90 \cdot 1000 \cancel{\text{km}} \text{ m } \cancel{\text{hr}}}{3600 \cancel{\text{hr}} \cancel{\text{km}} \text{ s}} = \frac{90000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b) \quad a = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{12 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{12 \text{ s}} = 2.08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Unidades de medida

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \div \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$c) \quad F = 800 \text{ kg} \cdot 2.08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1664 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

como $1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$ entonces $F = 1664 \text{ N}$

8. Resultado. Interpretación de los resultados obtenidos con unidades de medida.

Este punto es de vital importancia para concluir la solución de un problema. El alumno además, encontrará la lógica entre el planteamiento del problema, todos los pasos que realizó y qué encontró al final. Esto sin considerar la práctica para redactar textos cortos y concluyentes. Por lo anterior, el alumno anotará la conclusión del análisis del o los resultados encontrados en el paso 7, en un texto con referencia a los que solicita en el problema y con las unidades de medida que corresponda, es decir, escribirá en una, dos o tres líneas de texto, cuáles son los resultados obtenidos con sus unidades de medida y con relación al texto del problema que solucionó. Cada una de las incógnitas finales solicitadas en el problema deberán tener referencia en el resultado. Aquí no se hace referencia a los resultados de las variables intermedias, ni tampoco se aceptará utilizar "el resultado es 23" o la expresión "R=", tan popular en los libros, como sinónimo de resultado.

Clasificación: Conclusión.

Recomendación: El texto debe ser breve, claro, explícito y contener la información mínima necesaria para entender la solución del problema. Además se debe considerar cada una de las unidades de medida y se evitará que solo anote el o los resultados encontrados en los cálculos sin un texto concluyente.

Ejemplo:

$$8. \quad \text{La fuerza que se requiere aplicar al auto para cambiar de } 0 \text{ a } 90 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \text{ en } 12 \text{ s es de } 1664 \text{ Newtons.}$$

Los siguientes pasos son muy relevantes aunque no se indican de forma escrita. Forman la clasificación de control.

9. Revisión de todos los pasos en busca de errores

Para reducir la posibilidad de error, el alumno deberá revisar cada uno los 8 pasos escritos. Esto enseñará a los alumnos a revisar su propio trabajo y buscar la excelencia en la solución de problemas.

Clasificación: Control.

Recomendación: Aunque no debe realizarse una anotación que indique la realización de este paso, el profesor debe estimular e inducir al alumno a que la realice, por ejemplo preguntándole si está seguro de todo el proceso seguido y tratando que él mismo vea la ventaja de revisar su trabajo.

Ejemplo: Debe revisar del paso 1 al 8

10. Análisis del resultado o resultados

Una vez concluido el proceso, el alumno, de acuerdo a sus conocimientos y experiencia, debe analizar si tiene lógica el o los resultados obtenidos. Además se busca que el alumno aprenda a relacionar los resultados obtenidos con su experiencia previa, tanto académica como de sus vivencias cotidianas.

Clasificación: Control.

Recomendación: Preguntarle al alumno si el resultado obtenido tiene lógica y sentido con base a lo que conoce, ya sea en sus vivencias o en las materias académicas. Por ejemplo, si calculó la capacidad para un depósito de agua de 50 cm^3 y obtuvo un resultado de 30 000 litros, si tiene lógica, indicándole que es la capacidad de un camión tanque de agua (pipa de agua).

Ejemplo: De acuerdo a su experiencia académica, el resultado de aplicar una Fuerza de $1\,664 \text{ kg m/s}^2$ (Newtons) para cambiar de 0 a 90 km/hr en 12 s tiene lógica o es aceptable.

Resultados

Este método se ha enseñado en los cursos de física de 2º y 3º de secundaria y se ha encontrado que la mayoría del grupo lo logran dominar en la segunda mitad del curso, y prácticamente todo el grupo al finalizar el curso. Los alumnos que aprendieron el método en 2º de secundaria, al cursar el 3º su nivel de comprensión y su aprovechamiento es altamente significativo al no tener dificultad para encontrar la solución de los problemas. Esto se refleja claramente en las calificaciones.

Recomendaciones para enseñar el método de los 8 pasos

La primera y más importante de todas las recomendaciones para la enseñanza de este método es con el ejemplo y la constancia en el uso del método para la solución de todos los problemas, así como de una "enorme paciencia" con los alumnos.

Una vez dicho lo anterior, le sugiero los siguientes pasos para ir acercando a los alumnos al método:

1. Ponga a los alumnos a resolver un problema simple por el método que ellos deseen. El que me ha resultado bastante útil es el siguiente problema: "Usted tiene un rectángulo de un metro de base por 50 cm de altura. ¿Cuál es el área del rectángulo?" En este problema se requiere orden y sobre todo, la conversión de las unidades, ya sea a cm o a m de alguno de los datos.
2. Califique usted el problema en cada uno de sus alumnos. Esto le dará idea del nivel académico para resolver problemas de sus alumnos. Por otra parte, le aseguro que muchos alumnos van a llegar a resultados absurdos por multiplicar unidades no homogéneas, es decir, cm por metros, dando resultados tan absurdos como 50 m. No se dan cuenta o se les "olvida" que son metros cuadrados por no realizar las operaciones con las unidades de medida.
3. Anote el resultado en el pizarrón y que los alumnos analicen y anoten en sus libretas, por que llegaron o no al resultado correcto.
4. Resuelva usted el problema utilizando los 8 pasos. Recuerdo que no se debe saltar ninguno y debe realizar los pasos de manera impecable. Aquí los alumnos sienten que se está "matando una cucaracha con una bomba atómica", pero ese impacto es muy importante en el futuro, debido a que entenderán que este método es útil para problemas largos y complicados, así como para problemas "triviales".
5. Explicar con calma, cada uno de los pasos, utilizando un ejemplo tipo.

6. Poner a los alumnos a resolver otro problema utilizando el método de los 8 pasos.
7. Pasar al pizarrón a diferentes alumnos, uno por cada paso, a resolver el problema. Si un alumno no logra resolver un paso, pasar a otro alumno a que resuelva ese paso. Realice esta práctica varias veces.
8. De ahí en adelante, resolver el 100% de los problemas con el método, tanto en el pizarrón, como en las tareas y los exámenes.

Cabe mencionar que es muy importante la realización de una gran cantidad de ejercicios a lo largo del curso y SIEMPRE utilizando el método buscando la perfección, es decir, no evitar ningún paso, ejecutarlos de manera excelente y siempre tener un cuidado extremo en la notación matemática y el manejo de las unidades de medida. Esto ayuda y acostumbra a los alumnos a alcanzar un alto nivel de excelencia académica.

Recomendaciones para calificar

Evalúe el método principalmente, recuerde que: "La constante solución correcta de los problemas es la consecuencia natural de la aplicación adecuada de un método confiable, claro y simple de llevar a cabo".

No cuente el resultado, aunque sea correcto, si no está explícitamente sustentado en el paso de "Sustituciones y procedimientos con unidades de medida", además de evaluar cada uno de los elementos utilizados en las sustituciones.

Resuelva el problema buscando la perfección, cada uno de los pasos estará integrada por diferentes elementos a los cuales se les asigna un valor en puntos, por ejemplo:

Para el paso 2, el simulador completo puede tener un valor de 5 puntos, dependiendo de la complejidad y el número de variables y datos con unidades de medida.

Para le paso 3, cada una de las incógnitas con sus unidades de medida, puede valer 1 punto, por ejemplo:

$$a = ? \frac{m}{s^2}$$

0.25 0.25 0.25 0.25 = 1 punto

Para le paso 4, cada una de los datos con sus unidades de medida, puede valer 1 punto, por ejemplo:

$$v_f = 90 \frac{m}{s}$$

0.25 0.25 0.25 0.25 = 1 punto

Para le paso 5, cada una de las fórmulas, puede valer 1 punto, sin embargo, aquí vale 1 o 0, es decir o la fórmula está bien o no se toma en cuenta. por ejemplo:

$F = m a$ vale un punto, pero $m a$ vale cero puntos, es decir, no cuenta.

Para el paso 6, cada uno de los pasos a seguir vale un 1 punto, siempre y cuando estén en el orden lógico, por ejemplo, si se requiere convertir de km/hr a m/s, después calcular la aceleración y por último la fuerza, entonces:

6. a) Convertir v_f de km/hr a m/s vale 1 punto
- b) Calcular F vale 0 puntos, por no seguir la lógica
- c) Calcular a vale 0 puntos, por no seguir la lógica

Para el paso 7, se sugiere dar valor a cada uno de los elementos de la sustitución así como al resultado considerando las unidades de medida en todo momento, por ejemplo:

$$7. c) \quad E = 800 \text{ kg} \cdot 2.08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1\,664 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

0.5 0.25 0.5 0.5 0.5 0.5 0.25 0.5 0.5 = 4 puntos

Para el paso 8, se sugiere un valor de 3 puntos por cada incógnita con unidades de medida incluida en la conclusión, por ejemplo, si la incógnita buscada es $E = ? \text{ kg m/s}$, entonces:

8. La fuerza que se requiere aplicar al auto para cambiar de 0 a 90 km/hr en 12 s es de 1 664 Newtons. = 3 puntos, debido a que la incógnita es la fuerza, las unidades de medida son los Newtons y el resto de la información es la referencia la problema.

El total de puntos sobre el que se califica el problema es la suma de los puntos de todos los pasos.

Con base a lo anterior, es posible tener diferentes niveles de evaluación, por ejemplo:

Mediano: Este es el recomendado cuando los alumnos están aprendiendo el método. Consiste en descontar un porcentaje de puntos sobre el total. Esto implica que no se pide la perfección por estar iniciando el proceso. Se sugiere que este porcentaje sea entre 10 y 15%. Por ejemplo, si el total de puntos de un problema es de 50 puntos, tome como referencia evaluarlo sobre 45 puntos. Ahora bien, si algún alumno rebasa ese nivel, cuénteles todos los puntos que obtuvo, es decir, el alumno contará con un "extra". En los pasos 3, 4 y 7 se consideran las fracciones de punto en cada una de los elementos.

Excelencia: No se descuenta ningún punto del total y cualquier falta en alguno de los elementos en los pasos 3, 4, 5 y 7 no se cuenta la variable, el dato o la sustitución. Por ejemplo, si en el paso 3 la incógnita es $d=?m$ y el alumno anota solo $d=?$, no obtiene ningún punto o fracción, lo mismo sucede si tiene que sustituir $E = m a = 20 \text{ kg } 5 \text{ m/s}^2$ y anota $E = 20 \text{ kg } 5$, no obtendrá tampoco fracción o punto alguno.

Relativa: Esta consiste en evaluar con mayor exigencia a los alumnos con gran talento para las matemáticas y con una evaluación mediana a los alumnos medios.

Sin embargo, el profesor al final determinará cual es la mejor forma que considere prudente de acuerdo a su grupo de alumnos.

Conclusiones

Utilizando el método de los 8 pasos, los alumnos han logrado aprender un método confiable, claro y simple de llevar a cabo, facilitándoles la comprensión de los problemas, la identificación y organización de las incógnitas, los datos y las fórmulas, así como enseñarlos a planear y a ejecutar correctamente los procedimientos matemáticos, utilizando adecuadamente la notación matemática con las unidades de medida correspondientes y capacitándolos para interpretar y concluir los resultados obtenidos en correspondencia con el problema que resuelven.

Agradecimientos

Por último, ninguna innovación académica es posible si no la probamos en los alumnos a quienes va dirigida, por lo cual, expreso mi enorme agradecimiento al Colegio Khépani de la ciudad de Morelia, en especial a su director general José Álvarez, para nosotros "Pepe", a la directora de la secundaria, Pilar Varela, conocida cariñosamente como "Pili", por brindarme la oportunidad y confianza para enseñar a los alumnos y a mis compañeros profesores que con pláticas en los pasillos me dieron valiosa información. Y por su puesto a mis alumnos de 2º y 3er grado de secundaria que se esmeraron por entender el método y utilizarlo, inclusive en el examen de admisión a la preparatoria.

Ejemplo resuelto en el documento y mostrado como se elabora en la práctica

<p>1. El papá de su amigo Rigoberto, ha adquirido un nuevo automóvil de 800 kg de masa y necesita conocer que fuerza en Newtons le requiere aplicar al auto para cambiar de 0 a 90 km/hr en 12 s.</p>		
<p>2. $F = ? \text{ kg m/s}^2$</p> <p style="text-align: right;">$m = 800 \text{ kg}$</p> <p style="text-align: center;">$v_i = 0 \text{ m/s}$ $v_f = 90 \text{ km/hr}$</p> <p style="text-align: center;">$t_i = 0 \text{ s}$ $t_f = 12 \text{ s}$</p>	<p>3. $F = ? \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p style="text-align: center;">$a = ? \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p> <p style="text-align: center;">$v_f = ? \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p>	<p>4. $t_i = 0 \text{ s}$ $t_f = 12 \text{ s}$ $v_i = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v_f = 90 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$ $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ $1 \text{ hr} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ N} = 1 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$</p>
<p>5. $F = m a$</p> <p style="text-align: center;">$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$</p> <p style="text-align: center;">$v_f = v_f \bullet 1 \bullet 1$</p>	<p>6. a) Convertir v_f de $\frac{\text{km}}{\text{hr}}$ a $\frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>b) Calcular a</p> <p>c) Calcular E</p>	
<p>7. a) $v_f = 90 \frac{\text{km}}{\text{hr}} \bullet \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \bullet \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ s}} = \frac{90 \bullet 1000 \text{ km m hr}}{3600 \text{ hr km s}} = \frac{90000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$</p> <p>b)</p> $a = \frac{25 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{12 \text{ s} - 0 \text{ s}} = \frac{25 \text{ m}}{12 \text{ s}} = 2.08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ <p>Unidades de medida</p> $\frac{\text{m}}{\text{s}} \div \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s} \bullet \text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ <p>c)</p> $F = 800 \text{ kg} \bullet 2.08 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1664 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ <p>como $1 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1 \text{ N}$ entonces $F = 1\ 664 \text{ N}$</p>		
<p>8. La fuerza que se requiere aplicar al auto para cambiar de 0 a 90 km/hr en 12 s es de 1 664 Newtons.</p>		