Metodología M.G (Método Gráfico)

Cinemática Usando métodos gráficos.

Para el tema específico de cinemática, la metodología fue desarrollada, teniendo en cuenta las siguientes condiciones iníciales posibles, donde la posición, la velocidad y la aceleración pueden tener valores reales así:

Movimiento con aceleración

Movimiento con aceleración

Movimiento con aceleración igual a la gravedad

Existe un procedimiento analítico desde el cálculo diferencial e integral que muestra el análisis del movimiento de forma general, se parte del concepto de aceleración como la segunda derivada de la posición con respecto al tiempo que tiene un equivalente a la primera derivada de la velocidad con respecto al tiempo, además también se debe partir del concepto de la velocidad como la primera derivada de la posición con respecto al tiempo. Se muestran los desarrollos matemáticos generales en la columna izquierda, en la derecha se muestran los conceptos específicos desde la física. El procedimiento matemático de la columna derecha Muestra como el concepto general de pendiente definido como el cambio de la variable que se encuentra en el eje vertical sobre el cambio de la variable que se encuentra en el eje horizontal , toma un significado al hacer la transposición didáctica hacia la física, donde partiendo del mismo concepto de manera particular se habla cambio en la posición sobre el cambio en el tiempo definido como la velocidad de una partícula.

El procedimiento matemático determina la ecuación (1) que muestra una relación entre la velocidad y el tiempo, la ecuación (2) muestra una relación entre la posición y el tiempo que de forma general lo define un polinomio de segundo grado.

(1)

(2)

En el proceso de enseñanza se requiere comprender que el objeto matemáticos toma contexto en el desarrollo de la cinemática, la comprensión del movimiento se relaciona al análisis de un polinomio de segundo grado, aquí se estudia el campo de una familia de ecuaciones conocida como parábolas, que son polinomios de segundo grado y están definidas de forma general así: desde el punto de vista matemático corresponde a una función, donde su rango está determinado por los valores de Y y el dominio corresponde a los valores de X de la función. Un elemento que genera un obstáculo epistemológico se da cuando los estudiantes deben relacionar el dominio con el desplazamiento de una partícula y su rango con el tiempo trascurrido, como lo define la ecuación.

Los parámetros dan particularidades de manera precisa al movimiento, es decir, si es cero el movimiento será rectilíneo y uniforme, lo que indica que su velocidad es constante y la gráfica posición tiempo muestra una recta, en el caso donde > 0 la parábola abrirá hacia arriba, si < 0 la parábola abrirá hacia abajo, en ambos casos será un movimiento con velocidad variable y aceleración constante, el parámetro V0 define la velocidad inicial, en el caso donde V0 > 0 el vértice estará corrido hacia la izquierda con respecto a un eje axial vertical, en el caso donde V0 > 0 el vértice estaría corrido hacia la derecha de dicho eje. El parámetro X0 indica la posición inicial y se relaciona al corte con el eje vertical, si X0 > 0 el corte estaría en el campo positivo de Y, si X0 < 0 el corte estaría en el campo negativo de Y. El movimiento en caída libre es un caso particular donde el valor de la aceleración es remplazado por la gravedad = -g con un signo negativo indica la dirección del vector, así desde el objeto matemático la trasposición didáctica a la física llevaría a la expresión de igual forma pasaría con el desplazamiento en Y para el movimiento en dos dimensiones o parabólico, definido por la expresión

El método grafico se basa en determinar la velocidad y la posición a partir de áreas bajo la curva, este es un concepto del cálculo integral, para esta investigación se parte según los parámetros de aceleración, velocidad inicial y posición inicial que se pueden combinar como se mostró antes. Para especificar un caso se tomara la aceleración mayor que cero, las áreas se calcula multiplicando el valor de la aceleración para cada tiempo se determinando A1, A2, A3, …. Estos cálculos se muestran en la Tabla 7. Se relacionan los valores de las áreas que corresponden a cambios de velocidad, teniendo en cuenta la velocidad inicial para calcular la velocidad final en cada tiempo, esto corresponde a la velocidad instantánea. Se pasa a construir una gráfica de velocidad (V) vs tiempo (s) donde se traza una línea recta paralela al eje horizontal donde se define el parámetro de la velocidad inicial, sobre esta se trazan líneas verticales a escala con el valor del área que fue calculada para cada tiempo. Por último se unen los extremos de cada línea y la recta definida corresponde a la ecuación de la velocidad, Figura 13. Esta es una línea recta y según el modelo corresponde a

Para calcular la posición final a partir del método gráfico, se calculan las áreas a partir de la gráfica de V vs t que se construyó con las áreas en el paso anterior, para las secciones trapezoidales se hace un cálculo de cada área para cada tiempo, se llevan a la Tabla 8, para facilitar el trabajo se toma un A1 que corresponde a un rectángulo que relaciona la velocidad inicial y el tiempo, se toma un A2 que relaciona el valor del área que fue calculada en el paso anterior y que se graficó como una línea vertical, esta corresponde a un triángulo y por último se tiene en cuenta la posición inicial, al sumar estos valores se calcula la posición final Figura 14.

Los valores que surgen al sumar A1+A2+X0 corresponde a la posición final de la partícula, este valor se graficara en líneas verticales que se ubican según el tiempo, por último se hace la gráfica que represente un movimiento con los parámetros iniciales, para esto se traza una línea recta paralela al eje horizontal que representa la posición inicia, a partir de este nivel se trazan en la vertical cada línea según el tiempo que representa el área trapezoidal calculada Figura 13 y se genera un modelo de una parábola que es la que define el movimiento y corresponde a la posición final

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tabla 7. Calculo de Vf a partir de las áreas según parámetros de aceleración y velocidad inicial.   |  |  | | --- | --- | | t | At = A + V0  Vf = at + V0 | | 1 | A1 + V0 | | 2 | A2+ V0 | | 3 | A3+ V0 | | 4 | A4+ V0 | | 5 | A5 + V0 | |

Figura 13. Calculo del cambio de velocidad mediante el área del rectángulo, y de la velocidad final teniendo en cuenta los parámetros iniciales.

Los grupos del año 2018 y 2019 contaron con una aplicación en el software GeoGebra que permitía calcular de manera instantánea velocidad final y posición según los parámetros iniciales, para los estudiantes del año 2023 y 2024 se trabajó con la aplicación en GeoGebra Figura 15. Además del uso del programa *cinemática método gráfico* Anexo 4. Los dos programas permiten hacer un tránsito entre diferentes registro semióticos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Tabla 8. Calculo de Xf a partir de las áreas que surgen del gráfico construido de velocidad, según parámetros iniciales.   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | t | Área 1 | Área 2 | Xo | Xf= A1+A2+Xo | | 1 | A1 | A2 | X0 | Xf1 | | 2 | A1 | A2 | X0 | Xf2 | | 3 | A1 | A2 | X0 | Xf3 | | 4 | A1 | A2 | X0 | Xf4 | | 5 | A1 | A2 | X0 | Xf5 | |

Figura 14. Calculo del cambio de posición mediante el área de triángulos y rectángulo (trapecio), y de la posición final teniendo en cuenta los parámetros iniciales.

|  |  |
| --- | --- |
| Soporte Analítico Método Gráfico | Calculo de velocidad y posición Método Gráfico |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Figura 15. Desarrollo del método gráfico para la enseñanza de la cinemática con el uso de un programa en GeoGebra, integración de registros semióticos.

Para el grupo control del año 2018 y 2019, se desarrolló el contenido según la metodología tradicional Benegas (2007), usando como texto guía el libro físico universitaria de Searz, Zemanski, Young y Freedman, libro que publicó su primera edición en el año de 1949, y ha sido usado con mucho éxito en diferentes universidades del mundo, con mejoras sustanciales en las nuevas ediciones, la más reciente, la 12 edición publicada en el año 2009. Este libro proporciona al estudiante un enfoque de cuatro pasos para resolver problemas en física, incluye metas de aprendizaje, resúmenes visuales de cada capítulo, un uso apropiado del color y del detalle de sus figuras y una biblioteca de problemas de física mejorada; estos parámetros fueron los que definieron que este libro fuera la guía para os estudiantes en este trabajo.

En todos los grupos se aplicó la prueba denominada TUG-K (siglas en inglés para “test of understanding graphs in kinematics”) o test de comprensión de gráficas en cinemática, desarrollado en el Departamento de Física de North Carolina State University (NC), Beichner (1993) Anexo 5. Para determinar la ganancia en el aprendizaje debía aplicarse al inicio y final del contenido del curso de cinemática. La prueba TUG-K fue útil en esta investigación donde se ha enseñado el capítulo de cinemática mediante métodos gráficos; se introdujo una herramienta computacional para relacionar diferentes registros semióticos, resaltando el área bajo la curva, elemento del cálculo integral que se puede usar de forma fácil para conocer velocidades o posiciones instantáneas.

El desarrollo del contenido contó con el uso de un software que le permitió a cada estudiante calcular y ver de manera instantánea, posición, velocidad y aceleración. Conocer la ecuación, ver las tabulaciones y las gráficas. Figura 16 y Figura 17.

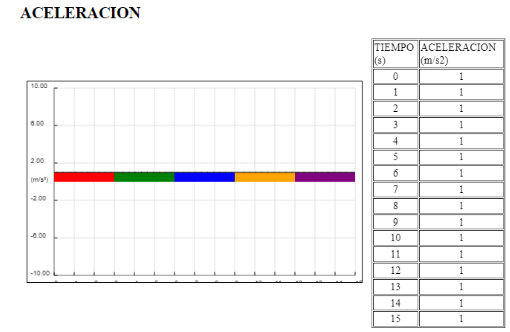


Figura 16. Gráfica que muestra cálculo de las áreas a partir de la aceleración que presente una partícula para determinar la velocidad.

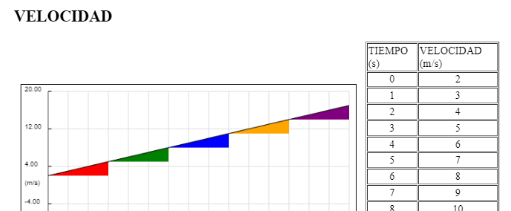


Figura 17. Gráfica que muestra cálculo de las áreas a partir de la velocidad de datos que provienen de la gráfica de la velocidad, para determinar la posición.