



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA GRÁFICA $x-t$, EN UN MOVIMIENTO RECTILÍNEO

QUINTERO, L; BELEÑO, K.

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA GRÁFICA $x-t$, EN UN MOVIMIENTO RECTILÍNEO

LUIS HERNÁN QUINTERO QUINTERO
KATERINE BELEÑO CASELLES
UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR - SECCIONAL AGUACHICA

luishqq@hotmail.com - luisquintero@unicesar.edu.co
katbeca@hotmail.com - katerinebeleno@unicesar.edu.co

Para describir e interpretar consistentemente un movimiento rectilíneo, como el encuentro o separación de móviles sobre una misma vía, la caída de los cuerpos, el lanzamiento horizontal y el lanzamiento parabólico entre otras tantas situaciones de la vida cotidiana, la Cinemática cuenta con dos poderosas herramientas de las Matemáticas: Las funciones y sus correspondientes gráficas.

La primera ha jugado un papel fundamental y decisivo en el desarrollo de la Física desde sus comienzos, pues le ha permitido expresar de manera simple y objetiva, el comportamiento de la Naturaleza, la cual puede representarse de manera suficientemente aproximada, describiendo y caracterizando el fenómeno estudiado, mediante fórmulas que van desde simples a complejas, según las variables que intervengan en el fenómeno estudiado.

La segunda, no puede desligarse de consideraciones matemáticas, las gráficas han demostrado ser una herramienta fundamental, indispensable y eficiente para la interpretación de muchos fenómenos físicos; son de alguna manera la representación “fotográfica” de un movimiento. Por consiguiente es importante diferenciar entre una descripción estrictamente matemática y un análisis desde el punto de vista físico-matemático. Pueden constatarse diferencias interesantes al profundizar un poco más de lo acostumbrado en las actividades académicas diarias.

De acuerdo a Robert J. Beichner, “la interpretación de las gráficas, posición-tiempo ($x-t$), velocidad-tiempo ($v-t$), no es tan evidente como pudiera parecer”, para el investigador: “los estudiantes de secundaria tienen problemas para identificar la diferencia entre posición, velocidad y aceleración de un cuerpo en movimiento”. En consecuencia, la representación gráfica que describe el movimiento de una partícula, es una habilidad que deben adquirir docentes y estudiantes, pues de ellas pueden aprenderse de forma inmediata ciertas características cualitativas y cuantitativas del movimiento, que no pueden obtenerse remitiéndose a la simple observación directa de una tabla de datos.

No es tarea sencilla inducir al estudiante al contexto del análisis e interpretación de gráficas en Cinemática. Quienes por sus labores cercanas a la educación y a la Ciencia, frecuentemente deben hacerlo, se enfrentan a la solución de situaciones problemáticas figurativas, representadas por una o varias funciones matemáticas o a interpretar el resultado de una actividad experimental, donde es inevitable afrontar cierto grado de incertidumbre que se introduce al tratar con mediciones directas.

Dada la gran variedad de situaciones experimentales o supuestas que pueden presentarse en el estudio de la Cinemática, se propone una actividad delimitada al análisis del comportamiento de las variables que intervienen en la gráfica $x-t$, de un movimiento rectilíneo, la cual podría ser llevada a cabo experimentalmente en campo abierto, laboratorio o simplemente asumirse como hecho verídico para su posterior representación en el sistema de coordenadas Cartesianas y la construcción e interpretación de la gráfica generada.

La experiencia demuestra que de acuerdo al grado de complejidad y profundidad del tema, se posibilita la construcción de una extensa gama formas de gráficas $x-t$. Para la primera parte del presente estudio se han seleccionado dos posibles respuestas dadas por los estudiantes al realizar una actividad dirigida con éste propósito. Una de ellas es planteada esporádicamente en sesiones de clase, siendo la otra de mayor aceptación no solo por los estudiantes sino también por algunos textos guías, docentes y páginas del internet.

Se ha detectado en trabajos de aula y experimentalmente que aunque la descripción de una gráfica $x-t$ por diferentes equipos de trabajo, tenga muchas semejanzas en su contexto estructural, habitualmente se generan diversas interpretaciones en el análisis correspondiente.

En este estudio se presenta un cuestionamiento al enfoque general dado a este tema por un gran número docentes, proponiéndose una visión alternativa a un tipo de gráfica en particular, la cual se considera mas cercana a la descripción de la realidad física del problema planteado.

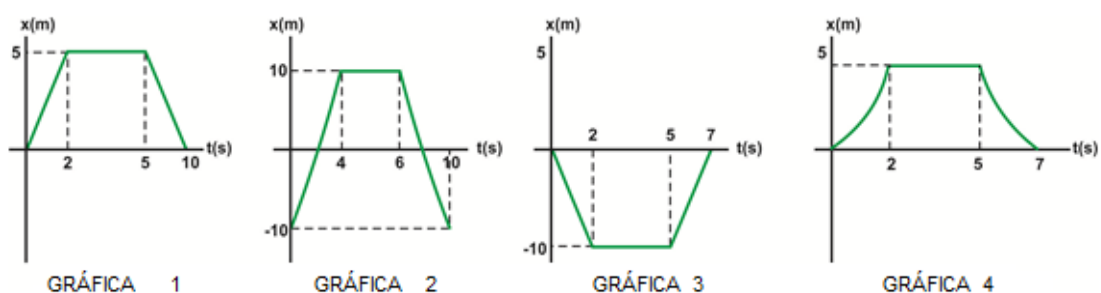
Posteriormente, se proponen situaciones que permiten construir e interpretar graficas $x-t$ donde se tenga en cuenta el “tiempo negativo” y el doble encuentro de móviles sobre una misma recta. No se considera el concepto de tiempo como “algo reversible”, sino como una especie de “recuerdo o historia”.

Debe recordarse que el estudio del movimiento que se hace en los textos escolares, se considera el tiempo como una variable independiente, pero Albert Einstein en su teoría especial de la relatividad desarrollada, considera que el tiempo varía como función de la velocidad.

DESARROLLO

I parte

En primera instancia, se diferencia entre la simple descripción de un movimiento rectilíneo y el análisis de la gráfica generada por las condiciones del movimiento. Véase el siguiente sistema de graficas:



Descripción:

Las gráficas 1, 2 y 3 tienen la misma estructura, especialmente 1 y 2, por consiguiente sus descripciones son semejantes. Para el gráfico 1 puede ser:

El cuerpo comienza el movimiento desde el origen de coordenadas, luego de 2 segundos se encuentra en la posición $x=5$ m, permanece allí durante los siguientes 4 segundos y luego comienza a moverse nuevamente durante 4 segundos hasta llegar al origen.

¿Qué tan diferente puede ser la descripción del gráfico 4 respecto a la realizada para el gráfico 1?

La descripción de la gráfica 4, en esencia puede ser la misma que la de la gráfica 1, pero de acuerdo a su constitución es sencillo observar una diferencia marcada del comportamiento de cada movimiento.

Análisis: El análisis de una gráfica va más allá que una simple descripción, se busca deducir algunas características que no se manifiestan visualmente en las variables representadas en ella.

Gráfica 1 y 2: En el primer intervalo el móvil tiene desplazamiento positivo por consiguiente mantiene velocidad constante positiva alcanzando una posición determinada en el eje x , a partir de allí permanece en reposo, pues el desplazamiento es nulo durante cierto tiempo, luego del cual se genera un desplazamiento negativo, que determina una velocidad constante negativa alcanzando nuevamente la posición inicial en los siguientes segundos.

Cuestiones: véase el final del primer intervalo de las gráficas anteriores ¿si un cuerpo posee velocidad constante en un punto de su trayectoria, como puede estar detenido en ese mismo punto?

II parte

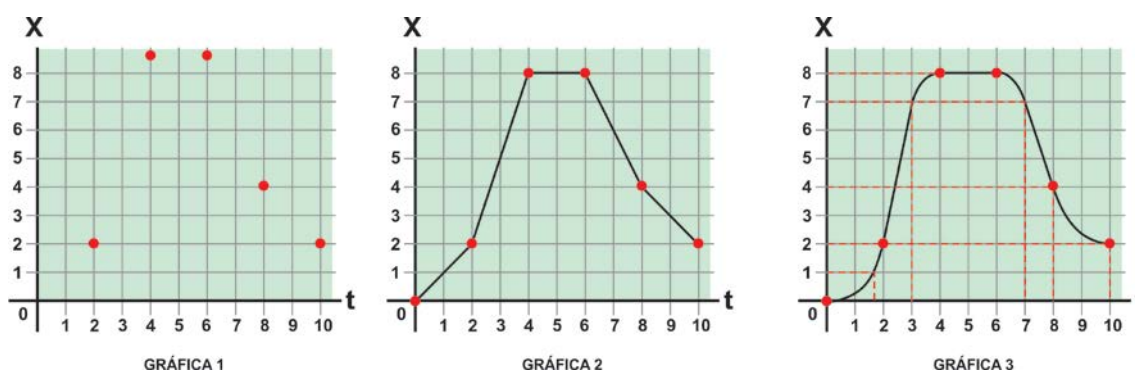
Para un análisis de mayor rigurosidad sobre este tipo de gráfica se propone un ejemplo particular práctico:

En una clase de física, se realizó una prueba de campo sobre una trayectoria rectilínea ubicando 6 estudiantes a intervalos iguales de 2 metros con cronómetros en cero. Dada una señal, otro estudiante comenzó a halar un carrito de juguete mediante una cuerda de modo que cada estudiante detiene su cronómetro en el instante en el que su compañero pasa por su lado, registrando los tiempos en la tabla de datos mostrada a continuación. Como actividad complementaria, se conformaron tres

equipos quienes de acuerdo a su interpretación, construyeron cada uno, una gráfica x-t. (t medido en segundos y x en metros).

x(m)	0	2	8	8	4	2
t (s)	0	2	4	6	8	10

En el informe de la actividad los estudiantes propusieron los siguiente modelos de gráficas

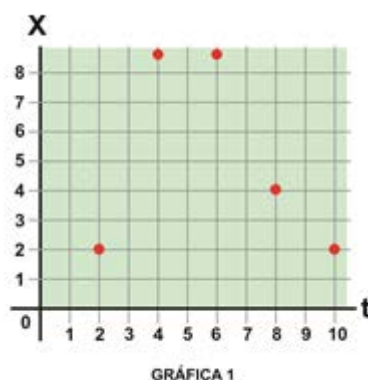


CONSIDERACIONES: Para las gráficas 2 y 3 se han representado los puntos en el plano y luego se han unido estos mediante líneas, ¿pero qué tipo de líneas deben trazarse? ¿Curvas? ¿Planas? ¿Mixtas? ¿Qué información debe ser suministrada para elegir el tipo de curva que unirá los puntos representados en el plano?

La mayoría de las veces con información insuficiente y de manera arbitraria, se trazan líneas o segmentos de recta para unir los puntos. Si se revisa la información suministrada en el ejemplo y la tabla de datos, se observa que nada se menciona sobre las características de movimiento que realiza la partícula, no obstante, de forma inconsistente, una vez situados los puntos en el plano, el equipo que presentó la gráfica 2 no pudo evitar la tentación de unir los puntos mediante segmentos rectilíneos. Por otra parte, es posible que algún estudiante confunda la geometría de la gráfica con la trayectoria de la partícula.

¿Cuál de los tres tipos de gráficas representa mejor las características cualitativas y cuantitativas del movimiento del carrito?

¿Qué puede cuestionarse de la gráfica 1?



- Indique la posición de la partícula para un tiempo t , dado en la tabla de valores.
- indique el correspondiente tiempo t , dada una posición en la tabla de valores.
- ¿Qué puede decirse sobre las características del movimiento del carrito?

Utilizando estrictamente la información suministrada ¿Sería pertinente preguntar por ejemplo, la posición del móvil para un tiempo “ t ” no registrado en la tabla? es decir, ¿interpolando o extrapolando datos?

La respuesta afirmativa es subjetiva, debido a que la información que suministra la tabla y por ende los puntos ubicados en el plano, es tan sucinta como el enunciado del problema, por consiguiente solo permite realizar inferencias “supuestas” sobre el comportamiento del móvil, excepto el valor de la posición del mismo en los tiempos estipulados.

La respuesta negativa es objetiva, se enfoca en la información dada y no se arriesga a realizar interpolaciones o extrapolaciones que podrían conducir a errores de apreciación en el contexto de la situación real presentada.

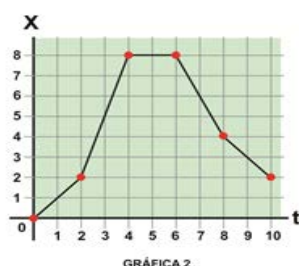
¿Significa lo expuesto que el enunciado del problema está incompleto?

No necesariamente, el enunciado contiene los aspectos observados cuantitativamente en la experiencia, se registraron datos utilizando instrumentos de medición de longitudes y tiempo aunque no se especifique las características de los mismos y las habilidades que deben tener los estudiantes para su uso, por considerarse innecesario puesto que se ha obtenido una información sin importar demasiado que porcentaje tiene de veracidad, pues lo que realmente se discute aquí es la interpretación que se le puede dar a la representación gráfica de dicha información.

Si se acepta que el enunciado del problema suministre información complementaria como por ejemplo, asumir que el cuerpo se movió de manera constante durante los dos primeros segundos, o lo mismo, con rapidez constante, la cual se visualiza al observar la pendiente constante de la gráfica ¿Cómo estar seguro de ello?, si es precisamente, mediante la tabulación y representación de los datos en el plano que se obtienen los elementos que dan cuenta de las características de la posición, desplazamiento, velocidad o aceleración de los cuerpos.

Lo anterior refrenda el hecho de que un enunciado no debe contener información que debe extraerse como conclusión del análisis de resultados de una actividad experimental. Por otra parte tales consideraciones de movimiento con velocidad constante y aceleración constante solo tienen validez de manera especulativa en un ambiente ideal, ya que la mayoría de los movimientos son constantemente afectados por fuerzas que no son tenidas en cuenta para facilitar los cálculos, evitar procesos inextricables y obtener en corto tiempo y de manera sencilla, conclusiones tan cercanas a la realidad como variables se incluyan en el estudio propuesto.

¿Qué puede solicitarse al estudiante acerca de la gráfica 2



GRÁFICA 2

Los estudiantes suponen deben unirse mediante segmentos de recta los puntos del plano, las consideraciones que se obtenga de esta gráfica, no necesariamente están de acuerdo con la realidad física presentada en el experimento. Es posible que los estudiantes tengan algo de razón al graficar de esta forma, pero no se puede afirmar con certeza que han sido objetivos. Si se hubiesen tomado un número mayor de datos, al graficarlos, se aproximarían un poco más al contexto real del experimento realizado.

ACTIVIDAD: Se propone que el estudiante adquiera un significado físico de la pendiente de la gráfica $x-t$, utilizando las magnitudes establecidas en cada eje y realice un análisis de las características de cada intervalo de la gráfica

Primer intervalo (0,2]: En el punto $t = 0$, la velocidad es cero, cuando el cronómetro comienza la marcha a partir de $t > 0$, la velocidad tiende a un valor mayor que cero, pues a partir de este punto la pendiente toma un valor significativo y constante de 1 m/s , hasta cuando $t = 2$ segundos. La pendiente es positiva, sus unidades son la relación entre la magnitud distancia (x) y la magnitud tiempo (t), de lo anterior, se infiere que la pendiente de la recta, representa la velocidad de la partícula en movimiento. Luego la velocidad de la partícula es positiva y constante, generando un MRU, (Asumiendo previamente las convenciones para los signos, comúnmente aceptada por los estudiosos en cinemática.

La exclusión del extremo izquierdo (0), se fundamenta en el concepto de velocidad instantánea en el punto $t=0$, la cual no puede definirse en ese punto. El extremo derecho (2) representa el punto final del segmento de recta mostrado, es el punto de “quiebre” del intervalo y como puede definirse en ese punto la velocidad instantánea, debe incluirse como extremo cerrado.

Las condiciones asumidas para la caracterización de los intervalos serán las mismas para definir todos los intervalos de la presente gráfica. Si un extremo pertenece a un determinado intervalo, no debe incluirse en el siguiente intervalo.

Segundo intervalo (2,4]: En el punto $t = 2\text{ s}$, extremo cerrado del primer intervalo, y extremo abierto del segundo intervalo, la velocidad tiende al valor constante de 1 m/s , pero a partir de este punto $t > 2\text{ s}$ la pendiente toma un valor positivo y constante de 3, hasta cuando $t = 4\text{ s}$ inclusive, lo que origina un movimiento uniformemente rectilíneo (MRU).

Obsérvese que los valores de las pendientes en el primer y segundo intervalo son diferentes, el grado de inclinación de estas pendientes lleva a concluir según la gráfica, que la velocidad en el segundo intervalo es mayor que en el primero.

Si hay cambio en la velocidad de una partícula, necesariamente debe existir una aceleración, ¿Dónde está representada en la gráfica dicha aceleración? Si se justifica mediante el punto de “quiebre” de la gráfica en el punto $t = 2\text{ s}$, entonces ¿puede un cuerpo cambiar su velocidad de manera instantánea?, es decir ¿que el cuerpo posea una velocidad de 1 m/s cuando el tiempo transcurrido era de 2 s , pero que a su vez en ese preciso tiempo $t = 2\text{ s}$ tenga una velocidad de 3 m/s ?...

Tercer intervalo: (4,6]: La pendiente es cero, entonces la velocidad es cero, por consiguiente se deduce que la partícula se encuentra en estado de reposo durante el intervalo en mención. ¿En reposo? ¿Acaso no se trata de un movimiento rectilíneo uniforme?, ¿Cómo pudo alcanzar el reposo sin “previo aviso”, una partícula que posea movimiento rectilíneo uniforme?

Si se está representando desde el punto de vista físico las características de un movimiento desde el inicio hasta el final de un intervalo, se introduce la siguiente inquietud ¿si el móvil cambió su velocidad pues pasó de un valor de 3 m/s a 0 m/s,(significa que sufrió una aceleración en este caso de sentido opuesto al de la velocidad), ¿Dónde se refleja tal situación en la gráfica? ¿Cómo obtener la magnitud de esta aceleración a partir de la gráfica?.

Cuarto intervalo (6,8]: La pendiente es negativa, lo que suele interpretarse como velocidad negativa, en estos casos puede apreciarse que la partícula “se regresa” pues ocupa posiciones por las que antes había pasado. El valor de la pendiente es - 2 el cual es constante en todo el intervalo, lo que indica que la velocidad es de -2m/s, el signo – (menos) no significa disminución en este caso como pudieran asumirlo algunos estudiantes, tiene el significado de dirección opuesta a la que anteriormente traía.

Quinto intervalo (8,10]: La pendiente es negativa y constante, su valor numérico es menor que la pendiente del cuarto intervalo, lo cual induce a concluir que las velocidades son diferentes, es decir “mayor numéricamente” en el intervalo cuarto, que en el quinto intervalo. Recuérdese que se está considerando el movimiento rectilíneo de una partícula, la cual posee “velocidades constantes” en intervalos específicos, pero que no son necesariamente son iguales sus magnitudes, lo que hace suponer la existencia de una aceleración que no se refleja en el contenido de la gráfica.

Como su extremo izquierdo pertenece al cuarto intervalo no se puede determinar en ese punto una velocidad instantánea, esta se pudo calcular en el cuarto intervalo. El extremo derecho pertenece al intervalo y por consiguiente puede determinarse una velocidad instantánea en dicho punto, pero ahí termina toda la información, lo cual supone que el cuerpo a partir de $t=10s$ debió seguir avanzando pero no se sabe de qué forma, lo cierto es que el movimiento no termina en $t=10s$, en mecánica clásica ninguna partícula puede “detenerse” instantáneamente.

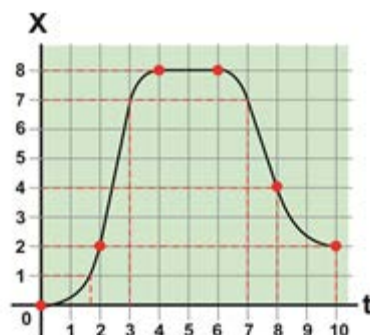
Lo anterior indica indiscutiblemente que en los puntos (t, x) señalados en el plano anterior y que se pueden representar como el conjunto: $P: \{(0,0), (2,2), (4,8), (6,8), (8,4), (10,2)\}$, debe presentarse una discontinuidad en uno de los extremos de cada intervalo formado, excepto posiblemente el punto $(0,0)$ donde el cronómetro comienza a funcionar, marcando el tiempo cuando se considera que la posición de la partícula es 0. ¡Un cuerpo no puede estar quieto y moviéndose a la vez en el mismo sistema de referencia!

En resumen puede decirse de la velocidad en los diferentes intervalos:

Intervalo	Velocidad	Estado
(0,2]	Constante-Positiva	MRU
(2,4]	Constante-Positiva	MRU
(4,6]	Cero	Reposo
(6,8]	Constante-Negativa	MRU
(8,10]	Constante-Negativa	MRU

* Por supuesto que las características relativas a la velocidad del cuerpo en cada intervalo, no se extienden a sus extremos abiertos.

¿Qué información puede inferirse de la gráfica 3?



GRÁFICA 3

Teniendo en cuenta que el enunciado del ejercicio no expresa detalles sobre el comportamiento del móvil dentro del tiempo inicial y final de cada intervalo, puede sugerirse una aproximación de lo ocurrido durante el recorrido del carrito.

Primer intervalo (0,2]: El móvil parte desde el reposo cuando el cronómetro comienza a funcionar, con el paso del tiempo va ganando gradualmente rapidez, hasta alcanzar un valor máximo al final del intervalo. Lo anterior puede inferirse por el aumento constante de la pendiente de la curva. Es sabido que cualquier variación en el cambio de rapidez o velocidad de un cuerpo, por pequeña que sea, se conoce con el nombre de aceleración, es decir que lo que sucede en el primer intervalo es un movimiento rectilíneo acelerado, no necesariamente uniformemente acelerado.

Segundo intervalo [2,4]: Para realizar un análisis coherente con la realidad física y dadas las características de la gráfica, para su estudio se propone dividir este intervalo en dos sub-intervalos: [2,3] y [3,4].

La velocidad adquirida al final del primer intervalo, se mantiene constante durante este sub-intervalo [2,3], a partir de allí, en el sub-intervalo [3,4] comienza a decrecer hasta detenerse al final del sub-intervalo cuando $t = 4s$. Lo cual se manifiesta por la disminución del valor de la pendiente que se mantuvo constante durante el primer segundo del intervalo pero que decrece hasta anularse al término del segundo intervalo.

Tercer intervalo [4,6]: Una vez finalizado el segundo intervalo, donde la velocidad ha reducido su valor hasta cero, la condición permanece invariable durante todo el tercer intervalo, esto conlleva a concluir que el móvil permanece en estado de reposo en ese lapso de tiempo.

Cuarto intervalo [6,8]: Luego de un estadio de quietud, el cuerpo comienza a moverse lentamente hasta alcanzar un valor significativo para la rapidez pero en este caso, el móvil no sigue el mismo sentido que traía, sino que se regresa en sentido contrario, esto lo demuestra las coordenadas en el eje vertical que van disminuyendo a medida que el tiempo transcurre. Si convenientemente se acepta que en el primer y segundo intervalo la velocidad es positiva, se puede aducir que cuando el móvil se desplaza en sentido contrario, tendrá velocidad negativa, como en el caso del cuarto y quinto intervalo de la gráfica estudiada. Se puede observar en el cuarto intervalo que cuando el tiempo señala un valor de 7 segundos en este caso, el valor de la pendiente

tiende a ser constante y por consiguiente la velocidad también lo es hasta comienzo del quinto intervalo.

Quinto intervalo [8,10]: Hasta el punto $t=8s$ el cuerpo mantuvo un ritmo constante en su velocidad, de allí en adelante comenzó a disminuirla de manera “aproximadamente constante” hasta detenerse definitivamente en el punto de coordenadas (10,2). En resumen puede decirse de la velocidad en los diferentes intervalos.

Intervalo	Velocidad	Estado
(0,2]	Variable	MRUV aproximado
[2,4]= [2,3] U [3,4]	constante- Variable	MRU,MRUV Aproximado
[4,6]	Cero	Reposo
[6,8] = [6,7] U [7,8]	variable, constante	MRUV aproximado - MRU
[8,10]	Variable	MRUV aproximado

Si los estudiantes hubiesen registrado posiciones en mayor cantidad de intervalos y tiempo más cortos, la descripción del movimiento se hubiese mejorado sustancialmente.

Cuando el ejercicio se presenta con la gráfica construida como en el caso de los propuestos en textos y páginas web, igualmente puede realizarse un análisis detallado del comportamiento del móvil que pudo haber generado la gráfica expuesta (ver anexos)

III parte

¿Pueden plantearse gráficas con tiempo negativo?

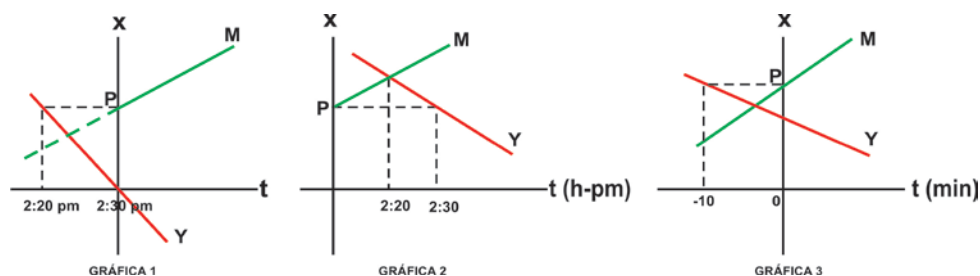
Supóngase que un docente presenta una situación problemática como la siguiente a sus estudiantes:

Situación I

A las 2:30 pm un móvil “M” con velocidad constante positiva, pasa por un punto P de una trayectoria recta y plana; por ese mismo punto, otro móvil “K” había pasado a las 2:20 pm con velocidad constante negativa. Represente gráficamente la situación anterior.

El docente recibió tres tipos de gráficas en donde los estudiantes ubicaron diferentes sistemas de referencia mostrados a continuación. ¿Cuál podría ser el criterio para decidir si una representación gráfica es mejor que la otra?

¿Cómo puede sustentarse el “antes” en las respuestas de los estudiantes?



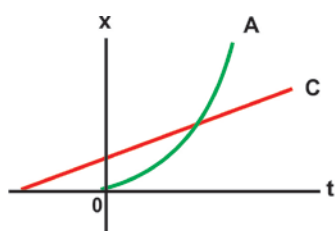
En la gráfica 1, los estudiantes decidieron establecer el tiempo del móvil M al pasar por el punto P en el origen de coordenadas, es decir las 2:30 pm en $t = 0$, por consiguiente las 2:20 pm estarán a la izquierda del origen, lo que en esencia significa un tiempo negativo que involucra el haber salido “antes de...”. La línea punteada se presenta por la ausencia de mayor información sobre el móvil M.

En la gráfica 2, se plantea una situación tradicional, apenas lógica para la ubicación del tiempo de manera positiva.

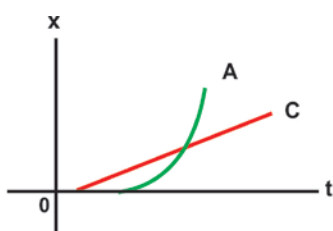
En la gráfica 3, los estudiantes decidieron establecer la diferencia de tiempo al paso de los móviles por el punto P, si acomodan el tiempo del móvil M en $t = 0$, el móvil Y habrá salido 10 minutos antes, lo cual se debe representar al lado izquierdo de la ordenada, podría pensarse en la existencia de un tiempo negativo como un pasado, posible de representarse en un sistema coordenado.

Situación II

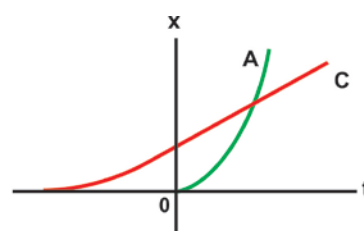
Un auto “A” acelera uniformemente desde un punto determinado en una recta en dirección positiva del eje x, pero es alcanzado por un camión “C” con velocidad constante positiva que había partido unos segundos antes que el auto. ¿Cuál de los siguientes gráficos puede representar la situación anterior?



GRÁFICA 1



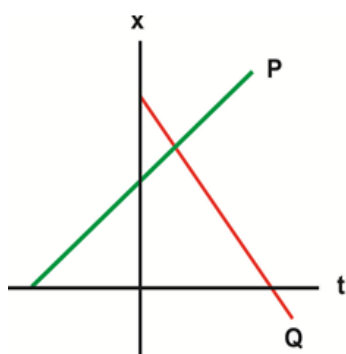
GRÁFICA 2



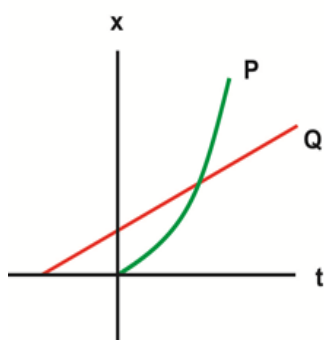
GRÁFICA 3

Situación III

En la gráfica mostrada, los móviles P y Q, tienen características que pueden ser o no comunes. Marque con x en el cuadro la opción elegida.



CARACTERÍSTICAS	P	Q	Ninguna
Velocidad cte positiva			
vel cte negativa			
Pendiente positiva			
Pendiente negativa			
MRU			
MRUV			
Desplazamiento positivo			
Desplazamiento negativo			
Partió del origen			
Partió después del origen			
Comenzó primero el movimiento			
Velocidad cero			



CARACTERÍSTICAS	P	Q	Ninguna
vel cte positiva			
vel cte negativa			
Pendiente positiva			
Pendiente negativa			
MRU			
MRUV			
Desplazamiento positivo			
Desplazamiento negativo			
Partió del origen			
Partió después del origen			
Comenzó primero el movimiento			
Aceleración cero			
Velocidad cero			

- ¿Cómo plantear una situación problemática que permita describir el sistema anterior?
- ¿Qué aspectos de la realidad diaria pueden ser representados de esta manera?
- ¿Qué condiciones serían necesarias para que ocurriera un triple encuentro en un movimiento rectilíneo?

IV parte

Doble encuentro

Dos cuerpos se mueven en el mismo sentido sobre una misma recta. ¿Es posible que ocurran dos encuentros?

Situación

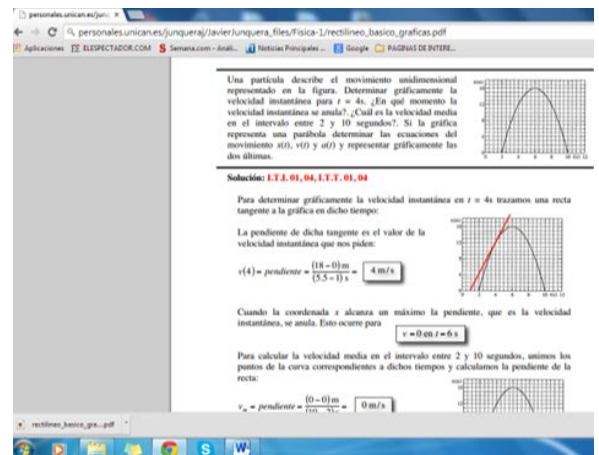
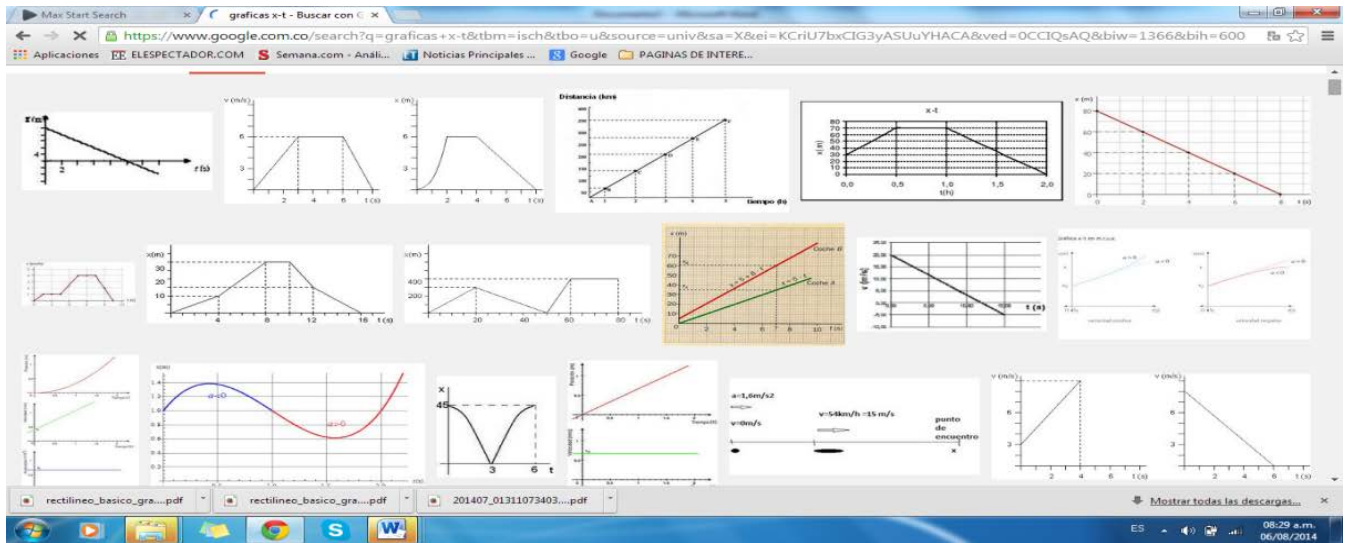
Sobre un terreno plano, Joseph pasa por un punto $x = -4\text{m}$ de una trayectoria recta en su bicicleta con velocidad constante de 7 m/s . En el mismo instante, sobre la misma vía desde el punto $x = 6\text{ m}$, Camilo comenzó a correr en su moto acelerando uniformemente a razón de 2 m/s^2 en el mismo sentido que Ricardo.

Actividad:

1. Construya la gráfica $x-t$ del movimiento.
2. Llene el cuadro de características

CARACTERÍSTICAS	Joseph	Camilo	Ninguno
vel cte positiva			
vel cte negativa			
Pendiente positiva			
Pendiente negativa			
MRU			
MRUV			
Desplazamiento positivo			
Desplazamiento negativo			
Aceleración cero			
Velocidad cero			
Ecuación paramétrica : $x = x_0 + vt$			

Anexo:
Gráficas x-t, encontradas en diferentes páginas de la web



WEBGRAFÍA

<http://www.youtube.com/watch?v=rariuiWG4Qg>

<http://www.youtube.com/watch?v=xSdMSbwsEn0&feature=related>

BIBLIOGRAFÍA

BEICHNER, R. J. (1990). "The effect of simultaneous motion presentation and graph generation in a kinematics lab". *Journal of Research in Science Teaching*. Volumen 27, pág. 803-815.

FERDINAND, B. (2010). *Mecánica Vectorial para Ingenieros*. Novena edición. China: Editorial Mc Graw Hill.

HERREÑO, C.A. (2006). *ENERGIA I*, Primera Edición. Bogotá D.C: Editorial Voluntad.

SCHAIM, H., et al. (1975). *Física PSSC*. Tercera edición. Barcelona-España: Editorial Reverté S.A.