

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS



PLANEACION DE LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS
BASICOS DE FISICA DESDE EL PUNTO DE VISTA
DE LA TECNOLOGIA DE LA EDUCACION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
F I S I C O
P R E S E N T A:

RAMONA DAMIAN ADAN

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I	
Algunas de las Causas que han dado lugar a un proceso enseñanza-aprendizaje deficiente.....	3
CAPITULO II	
La Tecnología de la Educación como un instrumento para el mejoramiento de la enseñanza.....	14
CAPITULO III	
a) La enseñanza "tradicional" de conceptos.	
b) Un enfoque tecnológico a la enseñanza de conceptos.....	30
CAPITULO IV	
Desarrollo, desde el punto de vista de la Tecnología de la Educación, de algunos conceptos en Física.....	39
CAPITULO V	
Validación del enfoque propuesto en este trabajo para la enseñanza de conceptos en Física.....	125
CONCLUSIONES.....	130

I N T R O D U C C I O N

El objetivo de este trabajo es proponer un enfoque para mejorar la enseñanza de conceptos en física a nivel de bachillerato. Este enfoque se deriva de la Tecnología de la Educación y aunque en principio es aplicable a la enseñanza de cualquier tipo de conceptos, en este trabajo se aplica específicamente a la formación de algunos conceptos en física.

En el primer capítulo se presentan y analizan algunas de las causas más frecuentes que hacen ineficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el segundo capítulo se introduce y discute el concepto de Tecnología de la Educación como una alternativa para el mejoramiento de la enseñanza. Se presenta una concepción de Tecnología de la Educación fundamentada en tres áreas: psicológicas, teoría de sistemas y teoría de

la comunicación. En este trabajo el enfoque propuesto para la enseñanza de conceptos se ubica principalmente en las teorías psicológicas.

En el tercer capítulo se plantean y analizan algunos de los "vicios" más comunes en la enseñanza tradicional de conceptos y se presenta como alternativa de mejoramiento un enfoque derivado de la Tecnología de la Educación.

En el cuarto capítulo se presenta el desarrollo de algunos conceptos incluidos en los programas de bachillerato, basado en la Tecnología de la Educación presentada en este trabajo.

En el quinto capítulo se comentan algunos de los resultados obtenidos al aplicar este enfoque en cursos normales de bachillerato.

Finalmente en el último capítulo se presentan algunas conclusiones derivadas de la elaboración de esta tesis y su aplicación en la labor docente.

CAPITULO I

Algunas de las causas que han
dado lugar a un proceso de en
señanza-aprendizaje deficien-
te.

Muchas son las razones que a lo largo de los años se han dado para justificar la deficiencia en el proceso enseñanza-aprendizaje y aunque el problema se presenta en todos los niveles de estudios, en este trabajo nos referiremos casi siempre al nivel medio superior.

Entre las razones más frecuentes que hemos encontrado, están:

1. Empirismo en la labor docente.
2. Improvisación durante la clase.
3. Abuso de la exposición oral.
4. Evaluaciones inadecuadas.
5. Desconocimiento, por parte de los profesores, de las condiciones iniciales, en cuanto a calidad y cantidad de conocimientos, de los alumnos al iniciar un curso.
6. Algunas deficiencias en los alumnos.

En seguida presentamos, sin pretender ser exhaustivos, un análisis de cada uno de los problemas planteados.

1. Empirismo en la labor docente.

Es clásica la idea de que un buen profesor es aquel que domina los conocimientos de su materia, sin importar

que haya tenido o no alguna preparación para la docencia.

En los niveles medio superior y superior se habilita como profesor a un profesionista por el sólo hecho de tener cierto grado de estudios y por la necesidad de cubrir una vacante. Este profesor, en la mayoría de los casos, no ha recibido ninguna preparación sobre conocimientos de técnicas y estrategias que le permitan enfrentar su labor docente en forma eficaz y profesional.

Da la impresión de que, ser profesor, es algo tan sencillo y trivial que basta con cubrir un determinado plan de estudios de licenciatura generalmente orientado al propósito de formar ingenieros, físicos, químicos, etc.

¿Acaso la labor docente, que tiene como objetivo primordial el aprendizaje de los alumnos, es algo tan sencillo que no se requiere una preparación o capacitación sólida por parte del profesor para desarrollarla?

Generalmente el profesor se limita, para preparar su clase, a los conocimientos de su materia, sin poner atención a las "formas", métodos o técnicas más adecuadas para lograr la transferencia de conocimientos hacia sus alumnos.

Por otro lado, somos testigos de la cantidad de cursos sobre didáctica, pedagogía, técnicas de evaluación,

etc., que se ofrecen a los profesores para prepararlos en su labor docente. Independientemente de la calidad y utilidad de estos cursos, vale la pena hacerse la siguiente pregunta: ¿será ésto suficiente?. No, creemos que no lo es, pues se requiere que el profesor encare su labor docente con una actitud responsable, profesional, entusiasta, que haga de él un verdadero profesional de la enseñanza.

2. *Improvisación durante clase.*

Un problema colateral a la falta de una planeación docente y de una actitud responsable por parte de muchos profesores es la improvisación durante la clase: muchas veces el profesor llega sin saber con toda precisión qué tema va a tratar y cómo lo va a desarrollar, se limita a improvisar, no mide sus tiempos de exposición y, en muchas ocasiones, deja el tema inconcluso porque "ya se acabó la hora".

Frecuentemente, dentro de la tarea docente un profesor, no define los puntos básicos en la planeación y desarrollo de un curso entre los que cabría destacar:

- a) Definición de los objetivos generales que se pretenden alcanzar en un curso, considerando las características

de los alumnos en términos de sus conocimientos, experiencias, habilidades, motivaciones, interés y considerando también el "camino" que esos estudiantes van a seguir (estudios de licenciatura, área de trabajo, etc.).

- b) Los objetivos particulares a alcanzar en cada sesión o conjunto de sesiones de acuerdo a la naturaleza del tema de clase.
- c) Establecer y verificar los conocimientos previos necesarios que los alumnos deben tener para adquirir los conocimientos nuevos.
- d) Los medios adecuados de que se ha de valer el profesor para alcanzar el aprendizaje correspondiente.
- e) La forma en que los alumnos van a participar en el desarrollo de la clase (tema o curso).
- f) Los temas que necesitan y pueden ser reforzados en el laboratorio de la escuela (cuando la materia sea teórico-experimental).
- g) La forma en la cual va a evaluarse el aprendizaje de los alumnos.
- h) La frecuencia con la que hay que realizar las evaluaciones.

La planeación y programación de un curso que considere puntos como los señalados anteriormente, trae consigo una enseñanza más organizada y eficaz que se traduce en un mejor aprendizaje en nuestros estudiantes.

3. *Abuso de la exposición oral.*

Durante muchos años el papel único que la mayoría de los profesores han desempeñado frente a sus alumnos es el de un emisor de conocimientos, da y el estudiante toma, sin dar importancia, en muchas ocasiones, al aprendizaje de los alumnos en los temas desarrollados. El abuso por parte del profesor, de la exposición oral, trae consigo la anulación casi completa del alumno. No se respeta el ritmo individual de aprendizaje, no se estimula su participación activa en el proceso. El profesor acepta casi incondicionalmente, que el alumno debe limitarse a oír y a tomar apuntes acumulando sobre el papel información y más información. Para el caso de la física, aunque también válido para las otras materias, esta forma de enseñar es riesgosa porque, hace depender la calidad de la enseñanza de las "dotes" de buen expositor que tenga el profesor. Generalmente al abusar de la exposición oral, se olvida o margina la parte, que sin duda alguna, es la más importante en las ciencias experimentales, que corresponde al laboratorio en donde el alumno podría participar en forma activa.

Deben, pues, buscarse otras alternativas de enseñanza que activen más la participación del alumno y no aceptar la sola exposición del profesor.

4. *Evaluaciones inadecuadas.*

Para medir o evaluar el aprendizaje, generalmente se realizan exámenes que distan de cubrir objetivamente todos los conocimientos supuestamente aprendidos por los alumnos. En muchas ocasiones los exámenes no se diseñan adecuadamente y da la impresión de que su objetivo fundamental es el de clasificar a los alumnos en "los que saben", "los que medio saben" y "los que no saben". Difícilmente el profesor emplea los resultados de un examen para reestructurar los procedimientos de enseñanza que conllevan a revisar nuevamente temas ya enseñados pero no aprendidos.

Centrándose en la enseñanza de la física, podríamos destacar las deficiencias más comunes en el proceso de evaluación:

- a) Cuando el profesor no define claramente el o los objetivos de su clase, el alumno no tiene una idea clara de lo que será evaluado.

Por ejemplo, en física, la evaluación del aprendizaje en algunos temas se hace mediante la resolución de al

gunos problemas en donde se califica el resultado o bien el desarrollo algebraico de los mismos. ¿Es el objetivo de la clase que los alumnos manejen las fórmulas: despejes, sustituciones y operaciones aritméticas?, o, ¿se evaluará la comprensión y aprendizaje de un concepto físico lo que dará lugar, más tarde, a poder resolver los problemas de aplicación?.

- b) Se pide que el alumno sólo escriba o identifique el enunciado de leyes, conceptos o fórmulas muchas veces memorizadas en forma mecánica sin haber comprendido cabalmente el concepto en cuestión. En este caso, ¿se evalúa la habilidad de memorizar y reproducir lo memorizado? o ¿se evalúa la comprensión y aprendizaje de la definición, ley, concepto, etc.?.
- c) En muchas ocasiones el profesor pasa a trabajar con resolución de problemas cuando el concepto, ley, definición, etc., no ha sido comprendido por el alumno. En este caso el alumno tratará de reproducir mecánicamente los pasos seguidos por el profesor en la resolución de esos problemas aún teniendo conciencia de no entender lo que se está haciendo.
- d) No existe una planeación adecuada sobre el momento más oportuno para hacer una evaluación, es muy común que

se realicen cuando la cantidad de información es tan grande que impide que el profesor se de cuenta e identifique deficiencias en el aprendizaje; en otras palabras, es difícil identificar los temas en donde el aprendizaje fué débil, ambiguo o nulo y en donde es necesario una corrección o reforzamiento.

- e) Generalmente se da un peso definitivo al examen final ignorando el desempeño (bueno o malo) del alumno a lo largo del curso.

En muchas ocasiones se da por sentado que "es imposible que todos los alumnos aprendan eficientemente y se acepta, sin discusión, la afirmación de que aprender ffsica es difícil y pocos son los elegidos" y de que cualquier esfuerzo por parte de los profesores por modificar sus métodos y medios de enseñanza resultan inútiles.

- 5. *Desconocimiento, por parte de los profesores, de las condiciones iniciales, en cuanto a calidad y a cantidad de conocimientos, de los alumnos al iniciar un curso.*

Pocas veces, al iniciar un tema, los profesores miden los conocimientos de sus alumnos:

- a) No saben en que medida los estudiantes ya han adquiri-

do los conocimientos de los temas que van a tratar.

- b) No saben en que medida se cumplen los prerrequisitos del tema a ser tratado.
- c) No saben en qué medida el aprendizaje anterior facilita o dificulta el aprendizaje a ser adquirido.

El conocimiento y manejo de estos tres puntos puede dar al profesor la pauta para organizar, desarrollar y alcanzar un aprendizaje más completo en sus alumnos.

6. *Algunas deficiencias en los alumnos.*

- a) Falta de motivación en los alumnos para el estudio. Frecuentemente el alumno de nivel medio superior no sabe porqué o para qué estudia o ha estudiado, casi siempre sus objetivos son los que sus padres o la sociedad les han marcado. Es claro que esta falta de motivación es un escollo muy importante que tiene que tomar en cuenta el profesor. En la enseñanza de la física esta barrera se agudiza por el prejuicio que tienen generalmente los alumnos por esta materia, ya que la consideran difícil, aburrida e inútil, en muchas ocasiones muy lejos de sus experiencias cotidianas y de sus intereses.

- b) Existe en los alumnos una tendencia a responsabilizar totalmente al profesor, sobre las deficiencias en sus conocimientos. Hay en este caso un sentido de irresponsabilidad en su propio aprendizaje porque casi nunca el alumno trata de obtener por sí mismo los conocimientos que necesitan y que no tienen. Generalmente justifica sus deficiencias hablando de un "mal profesor", de un año o semestre escolar muy irregular, etc. Es labor del profesor el de concientizar y reeducar a los alumnos sobre este punto.
- c) La heterogeneidad de conocimientos "de entrada" en los alumnos y la sobresaturación de grupos son los elementos que impiden al profesor realizar una labor adecuada de enseñanza. Es menester tomar en cuenta estos dos aspectos en la programación de grupos y cursos si realmente se quiere incrementar el aprendizaje en los alumnos.
- d) La falta de hábitos de estudios en los alumnos es otro obstáculo con el que el profesor tiene que contender. Generalmente el alumno entiende por estudiar el memorizar mecánicamente, sin poner atención a la comprensión del material de estudio.

CAPITULO II

**La tecnología de la Educación
como un instrumento para el
mejoramiento de la enseñanza.**

El continuo avance de la ciencia y la tecnología que se ha acentuado en forma importante en los últimos años contrasta con los métodos, técnicas y medios que se utilizan actualmente en la enseñanza. Se tiene la impresión equivocada de que el área educacional ha alcanzado un desarrollo óptimo y eficaz que hace innecesaria cualquier innovación. Dentro de esta perspectiva, es claro que se requiere urgentemente buscar, analizar e implantar enfoques, técnicas y métodos que hagan que la labor docente se acerque más a su propósito fundamental: el aprendizaje en los alumnos.

En el caso de la enseñanza de la Física (así como de otras materias afines) uno de los problemas que se plantearon en el capítulo anterior, era que los profesores, además de carecer de una formación docente, enseñan la materia de acuerdo con su formación profesional siendo muy diversos los resultados finales que se obtienen en cada caso.

Siendo urgente buscar soluciones que sean viables de aplicar al área educacional, en este trabajo se presenta a la Tecnología de la Educación como una alternativa en el mejoramiento de la enseñanza de conceptos de la Física, pudiendo ser este desarrollo aplicable a cualquier materia afín.

C. Z. Dib en su libro "Tecnología de la Educación"* la define como una aplicación sistemática de conocimientos científicos y tecnológicos a la solución de problemas educacionales.

La llamamos tecnología porque se fundamenta en resultados y modelos de diversas ciencias o disciplinas que son elegidas de acuerdo con los objetivos que se desean alcanzar, las "condiciones iniciales" que se tengan (ejemplo: tipo de población a que va dirigida la enseñanza, recursos disponibles), etc.

Algunas ocasiones se piensa erróneamente en Tecnología de la Educación como en el uso de equipos y máquinas que pueden ser utilizadas en la enseñanza como proyectores de películas y diapositivas, grabadoras, computadoras, etc. o como el uso de medios masivos de comunicación como la radio y la televisión, nótese que en este caso en lugar de una Tecnología de la Educación se tiene una Tecnología para la Educación. Sin embargo es importante destacar que el concepto de Tecnología de la Educación usado en este trabajo incluye el uso de medios como los señalados anteriormente.

* Claudio Zaki Dib "Tecnología de la educación y su aplicación al aprendizaje de la Física"
C.E.C.S.A. (1977).

Claudio Z. Dib ha desarrollado una Tecnología de la Educación cimentada en tres campos: 1) Teorías Psicológicas; 2) Ingeniería de sistemas, y 3) Ingeniería de la comunicación. El desarrollo de este trabajo se basa principalmente en el primer campo, en general en lo que se refiere a fenómenos de enseñanza-aprendizaje y en particular a la formación y aprendizaje de conceptos que será desarrollado en el siguiente capítulo.

FUNDAMENTOS EN TEORIAS PSICOLOGICAS.

En las últimas décadas se ha puesto especial énfasis a la investigación sobre procesos de aprendizaje destacándose esfuerzos importantes a fin de formular las teorías más adecuadas cuya aplicación conduzca a obtener los resultados deseados en el proceso enseñanza-aprendizaje. Un profesor puede elegir aspectos de las diferentes teorías o corrientes que más convengan a sus condiciones y necesidades y formular su sistema propio de enseñanza-aprendizaje.

Decimos que hay aprendizaje cuando existe una modificación más o menos permanente, de la conducta que ocurre como resultado de la experiencia y que no tiene que ver con la maduración biológica del individuo. (*)

(*) UNAM Comisión de nuevos métodos de enseñanza. Teorías de aprendizaje. Berta E. Fernández M. (1973).

En este trabajo se considerarán fundamentalmente dos escuelas psicológicas de las más importantes: La escuela cognoscitiva (o gestalt) y la escuela neoconductista. Haremos un breve análisis de los principios de cada escuela refiriéndolos siempre a los procesos educativos(*).

ESCUELA COGNOSCITIVA (GESTALT)

Destacan Jean Piaget y Benjamín Bloom, entre otros investigadores. Los teóricos del campo cognoscitivo se interesan en el desarrollo de habilidades que permiten al estudiante aprender ideas, conceptos, vocabulario o hechos específicos básicos para lograr una ejecución efectiva. Esto sería el producto del proceso de aprendizaje previamente planeado y estructurado.

Los principios que se aplican, y que se deben controlar, en la enseñanza y durante el proceso de aprendizaje, según esta escuela, son: Percepción, Organización por configuraciones globales, Comprensión, Retroalimentación y Establecimiento de objetivos.

Percepción. Percibir es recibir impresiones sensoriales; es percatarse de la presencia de algo (físico o

(*) UNAM Comisión de nuevos métodos de enseñanza. Teorías del aprendizaje. Berta E. Fernández M. (1973).

abstracto). No está solamente asociada a la conducta y a la actividad del sujeto, sino que es una actividad cognoscitiva específica, de confrontación, que relaciona las cualidades sensibles del objeto. En el campo educativo, el maestro debe planear adecuadamente la presentación de estímulos en la situación de enseñanza-aprendizaje, para dirigir la percepción del alumno hacia el objeto de estudio.

Organización por configuraciones globales. Es el análisis de cada elemento y sus relaciones, para identificarlas en una estructura total. La organización por configuraciones globales no se constituye por haber captado la suma de los elementos de un todo, sino por haber captado la estructura, que guarda una formación específica y única, y se adquiere con respecto a las relaciones existentes entre los elementos. Cuando el maestro presenta al estudiante el desarrollo de un experimento determinado y lo encamina -o el alumno lo logra por su cuenta- para que distinga entre los hechos y las hipótesis, e identifique las conclusiones y las razones que las sustentan, estará organizado el aprendizaje por configuraciones globales.

Comprensión. Las teorías cognoscitivas hacen hincapié en la comprensión como elemento necesario para lograr efectividad en el proceso de aprendizaje. La comprensión

es necesaria para que la conducta de aprendizaje ocurra. La participación del estudiante sólo es posible después de recibir información, después de identificarla y relacionar los elementos pertenecientes a un todo. Posteriormente, el alumno podrá cambiar el tipo de información recibida, lo interpretará y será capaz de hacer comparaciones y señalar contrastes entre una y otra parte. La comprensión se hace evidente cuando se pueden hacer generalizaciones y extrapolaciones del material de estudio recibido. En este caso se hace hincapié en la significación, más que en la memorización.

Retroalimentación. Consiste en indicar al estudiante si fué buena o mala su ejecución y porqué. Implica el análisis que nos permitirá confirmar que se está alcanzando el aprendizaje y que nos permitirá corregir los errores. Este conocimiento inmediato de los resultados facilita al aprendizaje, porque permite reforzar los conocimientos bien adquiridos y corregir aquellos que se estén aprendiendo en forma errónea.

Establecimiento de objetivos. Equivale a la motivación de otras teorías psicológicas; si se considera que cuando el estudiante conoce los objetivos que se propone la educación que recibe, se estimula su interés hacia el estudio y por ende, se logra un aprendizaje eficaz. En la

sistematización de la enseñanza, el establecimiento de objetivos constituye el paso primero y principal de la es-
trategia de instrucción.

ESCUELA NEO-CONDUCTISTA.

La característica más importante en las teorías del aprendizaje del grupo neo-conductista, es que la conducta es considerada como resultado de la conexión existente entre los estímulos y las respuestas. El aprendizaje impli-
ca cambios de conducta, más o menos duraderos, que son consecuencia de la relación estímulo-respuesta (E-R). Los teóricos neo-conductistas, haciendo hincapié en manejar sólo "lo que puede observarse", se limitan a experimentar en situaciones que puedan definirse de manera explícita y que hagan mención a manifestaciones observables y mensurables.

Se interesan en el estudio de cinco principios que, según esta escuela, intervienen en el proceso de aprendi-
zaje para hacerlo efectivo: Actividad, Refuerzo, Generali-
zación, Repetición y Pulsión o Necesidad.

Actividad. Es la participación activa del estudian-
te en el proceso de aprendizaje. Esta participación del estudiante implica una actividad mental que debe manifes-

tarse por medio de la conducta observable en el alumno. Por ejemplo resolver una operación aritmética de multiplicar, supone un proceso mental que se manifiesta al escribir o decir oralmente la cantidad resultante de la operación. Si queremos que esta actividad se considere como tal desde el enfoque E-R debe manifestarse de manera observable.

La actividad puede ser tanto la resolución de un problema como una respuesta verbal, escrita o motora (una palabra, un signo, un grupo de palabras, etc.). Aprendemos de lo que hacemos; luego para lograr un aprendizaje eficaz es necesario actuar, porque de acuerdo con esta teoría psicológica, sin actividad es imposible el aprendizaje.

Repetición. El estudiante, durante el proceso de aprendizaje debe repetir la actividad de estudio requerida. La importancia de la repetición consiste en que facilita el recuerdo posterior. La actividad puede ser la resolución de un tipo de problemas, la discusión sobre un concepto o ley, etc. Es muy importante que esa actividad sea la correcta, para que no aprenda erróneamente. Al maestro corresponde la tarea de ayudar al estudiante a aprender la actividad en forma correcta.

Refuerzo. Es todo estímulo que incremente la conducta. El refuerzo simultáneo o posterior a la actividad, ha

rá más rápido el aprendizaje. Pero, sin actividad no se puede aplicar el esfuerzo. Los alumnos tendrán interés en cualquier actividad que les produzca satisfacción. Esta satisfacción la puede producir el maestro por medio del refuerzo al reconocer la calidad y precisión de la respuesta del alumno.

Generalización. El proceso de generalización permite repetir la respuesta aprendida en una situación determinada, cuando se presenta otra situación semejante. Gran parte del aprendizaje humano es generalización. Este proceso nos permitirá aplicar los conocimientos adquiridos durante el aprendizaje. Se generaliza una serie de características, una relación entre elementos, etc., cuando se reconocen y emplean apropiadamente en cualquier situación diferente a lo que se aprendió. Una definición es una generalización, en la medida en que hace referencia a clases de objetos, de ideas o de conjuntos. La actividad aprendida, al generalizar, deberá por lo tanto, aplicarse ante una variedad de estímulos semejantes. La generalización es particularmente importante porque se ocupa de la transferencia del aprendizaje.

Pulsión o Necesidad. La pulsión es similar a la motivación en otras escuelas, pero según los neo-conductistas, consiste en una necesidad que puede definirse como "un es-

tado de privación o carencia, que provoca la acción de los organismos". El estudiante requiere de un propósito o una razón específica que lo impulse a realizar la actividad de estudio requerida; esto es, necesidad que se expresa como un estado de tensión o impulso estimulante que excita a la acción. El maestro debe planear las actividades a ser desarrolladas por los alumnos, entonces induce la motivación correspondiente y las fuerzas, porque supone que la actividad reforzada producirá automáticamente aprendizaje. Para el maestro que trabaja bajo los principios neo-conductistas, la pulsión es un elemento que está presente, pero que no puede controlar totalmente por deberse a un número de respuestas encadenadas que se salen de sus áreas de control educativo.

FUNDAMENTOS EN TEORIA DE SISTEMAS

Claudio Z. Dib en su libro de Tecnología de la Educación dice "...La teoría de sistemas posibilita el desarrollo de una técnica de análisis, coordinación y control de los componentes y variables que constituye el complejo educacional..."

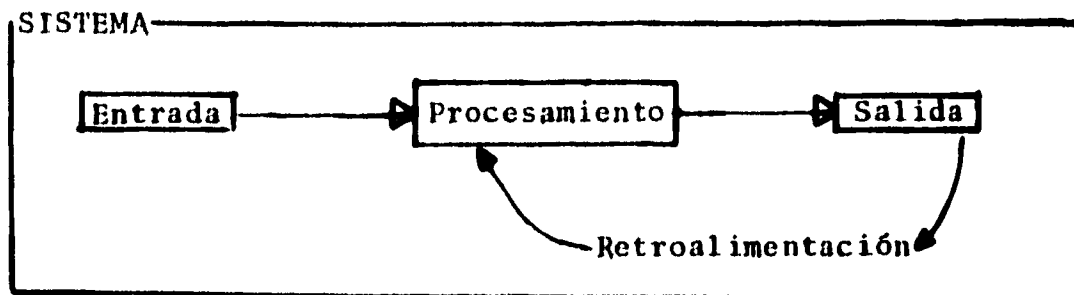
Manejada, la teoría de sistemas desde ese punto de vista se tiene más que la aplicación de la teoría de sistemas propiamente dicha, el diseño de un sistema adecuado a los

problemas educacionales que nos ocupan lo que correspondería más a la ingeniería de los sistemas de control que nos dice que el diseño es la elección y arreglo de los componentes del sistema de control para ejecutar una tarea específica*. Sin embargo, analizar un desarrollo bajo este punto de vista no es el objetivo de este trabajo y mencionaremos aquí la forma como C.Z Dib lo plantea en su libro de Tecnología de la Educación.

Partiremos de una definición de sistema dada en el contexto educativo: "...arreglo de personas y condiciones que son necesarias para causar los cambios en el individuo, atribuibles al proceso de aprendizaje..."(GAGNE, 1965).

En esta definición se incluyen profesores, materiales, medios, recursos físicos, etc.

De la teoría de sistemas obtenemos un modelo básico que es aplicable al proceso de enseñanza-aprendizaje:



* Retroalimentación y Sistemas de Control.
DISTEFANO III, STUBBERUD, WILLIAMS (1981)

Revisemos cada una de las componentes de este modelo en el contexto educativo:

Entrada: Corresponde a las condiciones del alumno en el momento de iniciar un curso. Estas condiciones incluyen conocimientos, intereses y habilidades. Es importante definir las condiciones de entrada que requiere satisfacer al alumno para poder ingresar al sistema. Estas condiciones deben ser verificadas a través de una prueba de prerrequisitos y podrán conllevar a la aplicación de sistemas correctivos si esto fuera necesario.

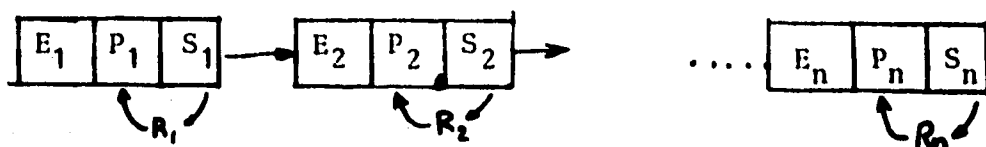
Salida: Corresponde al comportamiento final que deberá tener el alumno después de un curso en términos de objetivos de aprendizaje. Es importante definir objetivamente las condiciones de salida para poder evaluar adecuadamente si los objetivos de aprendizaje se lograron. Deben ser definidos previamente al inicio del curso.

Procesamiento: Corresponde a los materiales, medios y métodos que han de usarse para llevar al alumno de la "entrada" del sistema a la "salida" del mismo.

Retnoalimentación: Corresponde a la fase de comprobar si el alumno va obteniendo la "salida" deseada, en caso de que no sea así se procederá a hacer las modificaciones o reestructuraciones al sistema, que conllevan al alumno a

alcanzar los objetivos deseados ("salida").

Para llevar un mejor control del aprendizaje de los alumnos es útil desdoblar un sistema (un curso) en varios subsistemas (temas o capítulos). Cada subsistema tendrá su propia entrada, procesamiento, salida y retroalimentación. Esquemáticamente se representa así:



Debe procurarse que los sistemas educativos sean autosuficientes y flexibles:

Será autosuficiente si posee todos los elementos y condiciones para alcanzar los objetivos propuestos (materiales, medios, condiciones, etc.).

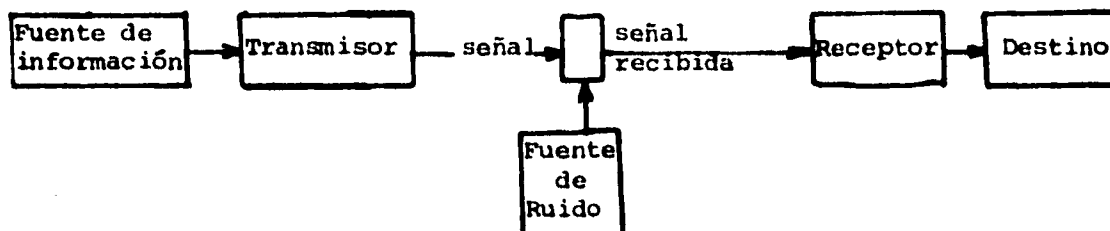
Será flexible si posee las condiciones para reestructurarse de acuerdo al desempeño de los alumnos, es decir el ritmo de avance del sistema estará centrado en el aprendizaje, que vayan logrando los estudiantes.

FUNDAMENTOS EN TEORÍA DE LA COMUNICACION

La teoría de la comunicación, aplicada a los problemas educacionales está prácticamente inexplorada, sin embargo la aplicación de algunos elementos de esta teoría al proce

so de enseñanza-aprendizaje puede ser muy útil.

Analícemos brevemente el modelo de Shannon y Weaver aplicado al contexto educativo (según Grant).



La *f*uente corresponde en este caso, al profesor que al elaborar el mensaje a ser transmitido (su clase, lección, etc) debe tener en cuenta los objetivos que pretende alcanzar y los prerrequisitos del *destinatario* (alumno). Para la *transmisión* y recepción debe elegirse el canal adecuado: expresión oral, libros, notas, equipo experimental, proyectores y diapositivas, de películas, etc., para comunicarse con la población a la que va dirigido el mensaje.

Una vez que la *señal* sea recibida se debe dar el tiempo necesario para que el *receptor* (alumno) pueda descifrar el mensaje y dar su respuesta. En el esquema de Shannon está interfiriendo a la señal una *f*uente de ruido que en el proceso educativo correspondería, por ejemplo, a la ausencia de prerrequisitos del receptor (que no posea los conocimientos mínimos para recibir la información), bajo nivel motivacional, elección inadecuada del canal, mala repetición del

mensaje, etc.

Una vez que el alumno ha recibido y descifrado el mensaje, hay una respuesta emitida por él hacia el profesor a través de un canal adecuado: cuestionarios contestados por escrito, respuestas orales, etc. A estas respuestas se llama *retroalimentación* la cual posibilita a la fuente saber si el mensaje está siendo interpretado correctamente. El proceso de retroalimentación está ligado a la evaluación del aprendizaje.

El modelo de comunicación presentado, también posee la característica de flexibilidad ya el ritmo de avance puede ir ligado a la eficiencia de la comunicación en términos del aprendizaje de los alumnos.

En esta sección podríamos señalar también que formular un método de comunicación aplicado al contexto educativo correspondería al campo de la ingeniería de la comunicación. En este trabajo nos avocamos más a las bases psicológicas de los fenómenos del aprendizaje por lo que no vamos a hacer más hincapié en sistemas y comunicación.

CAPITULO III

- a) La enseñanza "tradicional" de conceptos.
- b) Un enfoque tecnológico a la enseñanza de conceptos.

a) La enseñanza "tradicional" de conceptos.

En el primer capítulo se establecieron algunas de las razones por las cuales el proceso enseñanza-aprendizaje, en muchas ocasiones, es deficiente. Dado que la física es una ciencia conceptual, la enseñanza de conceptos reviste un papel fundamental, por lo que nos concentraremos en este punto, haciendo una revisión de la forma de enseñanza "tradicional" de conceptos y de una propuesta por la Tecnología de la Educación.

Dentro de los vicios más comunes en el proceso enseñanza-aprendizaje de conceptos en el campo de la física, cabe destacar los siguientes:

- 1) Generalmente un concepto se "enseña" dando únicamente una "definición oral", muchas veces improvisada, en el momento de la clase.
- 2) También, en muchas ocasiones, la enseñanza de un concepto se limita a la expresión matemática correspondiente (fórmula).
- 3) Las evaluaciones del aprendizaje de conceptos se reducen en muchas ocasiones a la repetición memorística de la definición o de la expresión matemática respectiva aún cuando los alumnos no comprenden el sentido

de esa definición o de esa expresión matemática.

- 4) Muy pocas veces se presenta a los alumnos un grupo de ejemplos y contraejemplos del concepto que está enseñándose.
- 5) Casi siempre se ignora si los prerrequisitos, necesarios para la enseñanza de un concepto, son cubiertos por el alumno aún cuando la experiencia nos indica que dichos prerrequisitos son fundamentales para el nuevo aprendizaje.
- 6) Cuando se enseña un concepto en la forma "usual" antes de saber si se dió el aprendizaje respectivo, se pasa a resolver problemas de aplicación.
- 7) Muchas veces la evaluación del concepto que tiene una expresión matemática se hace pidiendo al alumno que resuelva un problema en donde sólo se mide su habilidad de sustituir y operar matemáticamente.
- 8) En la mayoría de los procesos tradicionales de enseñanza-aprendizaje de conceptos, los alumnos tienen una actitud pasiva, esperando muchas veces llegar a su casa para "entender" o "asimilar" lo que el profesor dijo en clase.

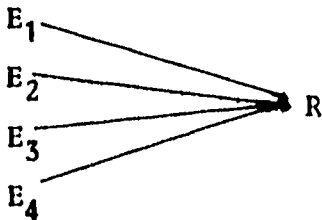
Analizando los problemas anteriores es posible pensar

que lo que se hace actualmente, para enseñar los conceptos de la física, dista mucho de ser eficaz: es necesario encontrar una forma más adecuada para que la enseñanza sea eficiente. Como una posible solución se presenta en este capítulo una aplicación de la Tecnología de la Educación a la enseñanza de conceptos.

b) Un enfoque tecnológico a la enseñanza de conceptos.

La Tecnología de la Educación proporciona al profesor una herramienta sumamente interesante para poder planear y realizar una enseñanza más eficaz, en términos de aprendizaje de conceptos. Este enfoque está basado en las teorías psicológicas que sobre fenómenos de aprendizaje se presentaron en el capítulo anterior, específicamente sobre los procesos de generalización y discriminación.

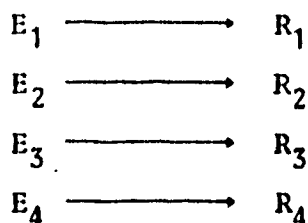
Decimos que hay una *generalización* cuando a diferentes estímulos E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , se da una misma respuesta R:



Cuando un niño da la respuesta "lámpara" a lámparas de diferentes colores (E_1), de diferentes tamaños (E_2), a

lámparas encendidas (E_3), a lámparas apagadas (E_4), a fotografías de lámparas (E_5) y a dibujos de lámparas (E_6), se dice que el niño ha generalizado.

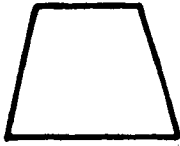
Se dice que hay *discriminación* cuando a diferentes estímulos E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , se dan diferentes respuestas R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .



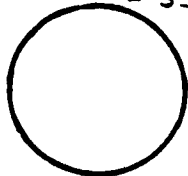
Cuando un conductor, ante la luz verde del semáforo (E_1) acelera el auto (R_1) y ante la luz roja del semáforo (E_2) frena el auto (R_2), se dice que ha discriminado entre la luz verde y la luz roja del semáforo.

Veamos ahora la metodología que propone la Tecnología de la Educación para facilitar el aprendizaje de un concepto. Tomemos el siguiente ejemplo del concepto "trapecio".

Cuando un alumno da la respuesta "trapecio" refiriéndose a trapecios de diferentes tamaños, posiciones, relaciones lado-ángulo, colores, materiales, o sea, a ejemplos de lo que el concepto "es", se dice que ha generalizado entre la clase de ejemplos de trapecios.



trapecio



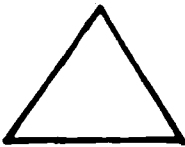
no trapecio



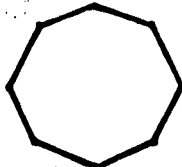
trapecio



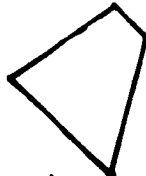
no trapecio



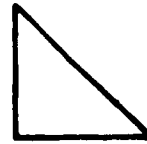
no trapecio



no trapecio

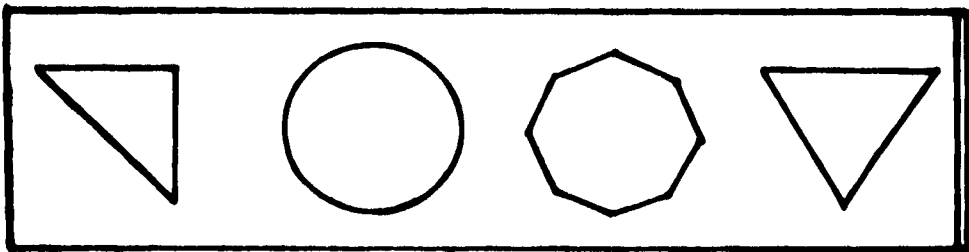


trapecio

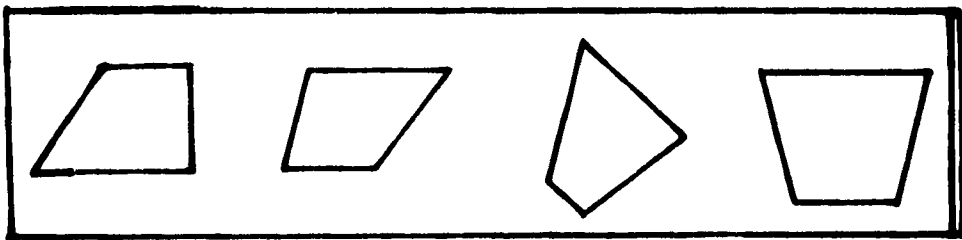


no trapecio

Por otro lado si da la respuesta "no trapecio" a figuras como círculos, cuadrados, triángulos, pentágonos, se dice que ha generalizado entre la clase de contraejemplos de trapecio. Si además de esto discrimina entre estos dos grupos de ejemplos y contraejemplos, se afirma que ha aprendido el concepto "trapecio".

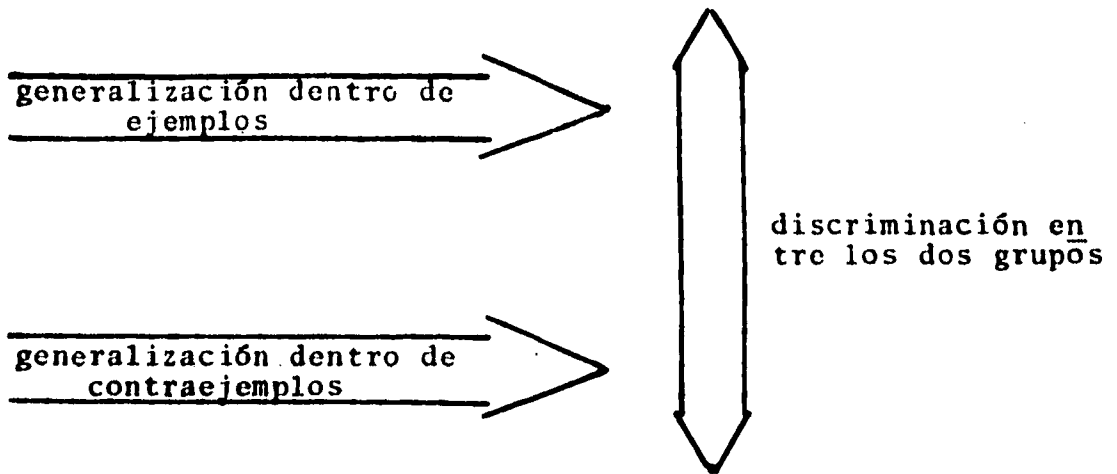


no trapecios



trapecios

Esquemáticamente lo anterior se representa así:



Definimos los atributos relevantes o dimensiones críticas de un concepto al conjunto de características "propias" de ese concepto y que lo diferencia de otros. Ejemplo, en el caso del concepto trapecio, las dimensiones críticas son: figura geométrica de cuatro lados, lados rectos y sólo una pareja de ellos paralelos.

Los atributos del concepto que no lo caracterizan se denominan atributos irrelevantes. En el ejemplo del trapecio corresponderían a: el tamaño, el color, el material de que está hecho, su posición, etc.

Finalmente la definición de un concepto es la verbalización de las dimensiones críticas respectivas. Nótese: que el alumno está en condiciones de dar por sí mismo la definición hasta que él ha percibido y "descubierto" las dimensiones críticas del concepto en cuestión.

Consideraremos, en este trabajo dos métodos para la formación de conceptos:

1) Por "descubrimiento".- Se le presentan al alumno ejemplos y contraejemplos debidamente seleccionados y planeados para favorecer la generalización dentro del grupo de ejemplos, dentro del grupo de contraejemplos y la discriminación entre estos dos grupos. A través de este proceso el alumno identifica las dimensiones críticas así como los atributos irrelevantes. Pudiendo dar la definición del concepto tratado o bien aplicarlo en forma correcta en la resolución de problemas.

2) Por "asimilación".- En este caso se le presenta al alumno la definición del concepto (o sea las dimensiones críticas) y posteriormente se hace la presentación de ejemplos y contraejemplos en forma análoga a la presentada en la formación de conceptos por "descubrimiento". A partir de la definición, el alumno irá entendiendo el significado "conceptual" percibiendo las dimensiones críticas y atributos irrelevantes correspondientes.

Para los dos métodos es claro que el aprendizaje de un concepto va mucho más allá que la simple memorización mecánica de la definición por lo tanto la evaluación correspondiente no se limitará a la repetición o identificación

literal de la definición sino que podrá ser hecha a través de la aplicación del concepto en cuestión a situaciones particulares por ejemplo pidiéndole al alumno que indique si es correcta o incorrecta una afirmación que se desprende de una situación donde está inmerso el concepto.

CAPITULO IV

**Desarrollo, desde el punto de
vista de la Tecnología de la
Educación, de algunos concep
tos en Física.**

Considerando que la metodología desarrollada y presentada en el capítulo anterior no sólo es aplicable a conceptos puramente dichos sino también a leyes y principios, se han elegido un grupo de ejemplos de los temas más frecuentes en la enseñanza media superior, desarrollando la planeación de su enseñanza. Esta planeación incluye los siguientes puntos:

- a) identificación de las dimensiones críticas;
- b) identificación de los atributos irrelevantes;
- c) prerrequisitos necesarios para el aprendizaje del concepto a enseñar;
- d) diseño de ejemplos y contraejemplos que favorezca que el alumno "descubra" por sí mismo las dimensiones críticas correspondientes y por lo tanto aprenda el concepto involucrado. En cada pareja de ejemplos y contraejemplos se explicita el punto o hecho que se desea que el alumno "descubra" o "perciba".

Los conceptos elegidos y desarrollados para esta tesis son los siguientes:

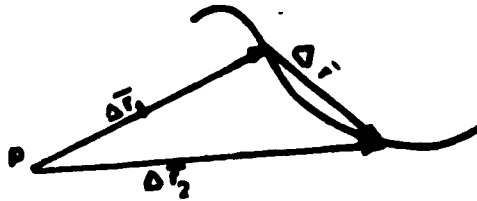
1. Velocidad media.
2. Movimiento Rectilíneo Uniforme.
3. Gráficas del Movimiento Rectilíneo Uniforme.
4. Movimiento Uniformemente Acelerado.
5. Gráficas del Movimiento Uniformemente Acelerado.

6. Primera Ley de Newton.
7. Segunda Ley de Newton.
8. Tercera Ley de Newton.

VELOCIDAD MEDIA

Dimensiones críticas: En un sistema de referencia es el desplazamiento que sufre un móvil ($\Delta \vec{r}$) en el intervalo de tiempo empleado en desplazarse (Δt).

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$



Atributos irrelevantes:

- a) Es indiferente la trayectoria seguida por el cuerpo al moverse de A a B.
- b) La magnitud del intervalo de tiempo empleado.
- c) La magnitud del desplazamiento.
- d) La fuerza que hace mover al cuerpo en caso de que exista.
- e) La forma, el tamaño y la masa del cuerpo que se mueve.

Prerrequisitos:

- a) El concepto de desplazamiento y su diferencia con la trayectoria.
- b) El concepto de rapidez media.

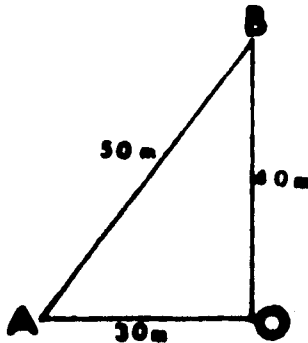
En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

- a) La velocidad media como vector es independiente de la trayectoria seguida.
- b) Si el desplazamiento neto es cero, la velocidad media es cero.

VELOCIDAD MEDIAEjemplo 1

La velocidad media como vector es independiente de la trayectoria seguida.

Oscar y Paco parten de su casa hacia la farmacia a comprar una medicina. Oscar va en sus patines y decide seguir el camino AOB, Paco va caminando y decide ir por el camino \overline{AB} , (ver figura). Las medidas de los trayectos son: $\overline{AO} = 30 \text{ m}$; $\overline{OB} = 40 \text{ m}$; $\overline{AB} = 50 \text{ m}$. El tiempo empleado por los dos para llegar a la farmacia fué de 2 min.



- a) ¿Cuánto vale la magnitud del desplazamiento entre el punto A (posición inicial) y el punto B (posición final)?

(50 m)

- b) ¿Cuánto tiempo invirtieron Oscar y Paco en trasladarse del punto A al punto B?

(2 min)

- c) ¿Cuánto vale la magnitud del cociente del desplazamiento entre el tiempo respectivo (definición de velocidad media) para Oscar y Paco?

(25 m/min)

- d) ¿Influyó en el valor de la magnitud del desplazamiento entre los puntos A y B, la trayectoria seguida por Oscar y la trayectoria seguida por Paco?

(No)

Contraejemplo 1

De los mismos datos del problema:

- a) ¿Cuánto valen las distancias recorridas por Oscar y Paco en su viaje a la farmacia?

(Para Oscar: 70 m , para Paco: 50 m)

- b) Si sabemos que el tiempo que invirtieron Oscar y Paco fué igual y de 2 min, ¿cuánto vale el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo respectivo (definición de rapidez media), para Oscar y para Paco?

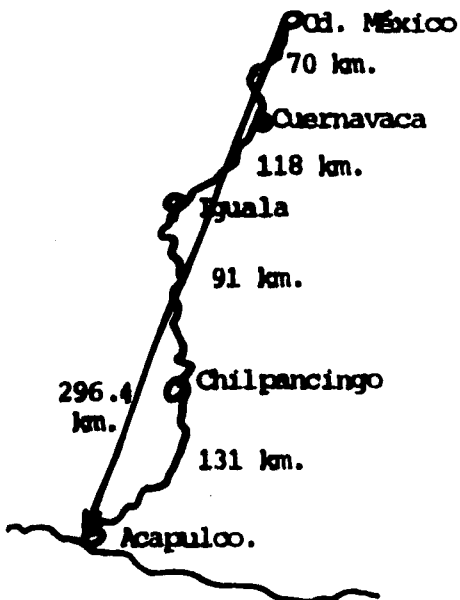
(Para Oscar: 35 m/min

Para Paco: 25 m/min)

VELOCIDAD MEDIAEjemplo 2

La velocidad media como vector es independiente de la trayectoria seguida.

Un grupo de alumnos de la Prepa se va de excursión a Acapulco. Salen a las 6 a.m. de la Cd. de México. A las 17 hrs. estaban desayunando en Cuernavaca, continúan su viaje deteniéndose en Chilpancingo a las 11 hrs. a poner gasolina, llegando al puerto a las 13 hrs. Considerando los datos del problema y los datos del esquema anexo responde a las siguientes preguntas:



a) De la gráfica adjunta, ¿cuál fué el desplazamiento total neto desde la Cd. de México hasta Acapulco?

(296.4 km)

b) ¿Cuánto tiempo invirtieron en llegar al puerto desde la Cd. de México?

(7 hrs)

- c) Calcula la magnitud de la velocidad media del viaje aplicando su definición (desplazamiento sobre tiempo invertido):

(41.34 km/h)

Contraejemplo 2

Con los mismos datos anteriores, contesta:

- a) ¿Cuál fué la distancia total recorrida desde la Cd. de México hasta Acapulco?

(410 km)

- b) ¿Cuánto tiempo invirtieron en recorrer esa distancia?

(7 hrs)

- c) Al dividir la distancia total recorrida entre el tiempo que invirtieron en recorrerla

$$\frac{410 \text{ km}}{7 \text{ h}} = 58.57 \text{ km/h}$$

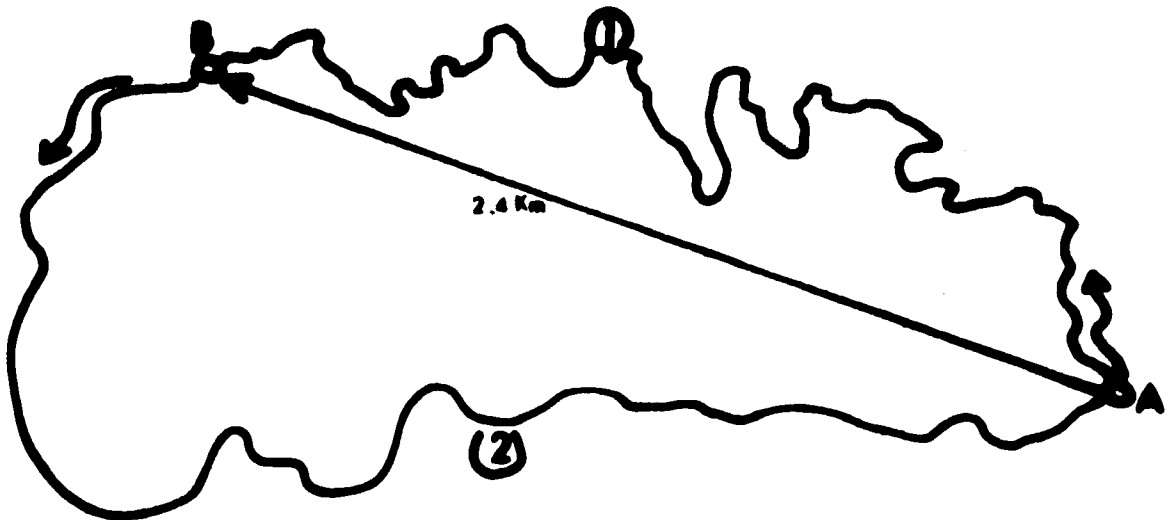
¿qué fué lo que calculamos?

(la rapidez media)

VELOCIDAD MEDIAEjemplo 3

Si el desplazamiento neto es cero, la velocidad media es cero.

Un motociclista practica a campo traviesa. Para ir del punto A al punto B sigue la ruta 1 que está muy accidentada registrando en su tablero de instrumentos que recorre una distancia de 3.6 km. invirtiendo un tiempo de 12 min. Para regresar del punto B al punto A encuentra una ruta menos accidentada (ruta 2) registrando una distancia recorrida de 4.8 km. en la que invierte un tiempo de 8 min.



- a) De la figura, ¿cuál es el desplazamiento total de punto A al punto B?
(2.4 km)
- b) ¿Cuánto tiempo invirtió en ir del Punto A al punto B por la ruta 1?
(12 min)
- c) ¿Cuál es el valor de la velocidad media en el viaje del punto A al punto B por la ruta 1?
(0.2 km/min)
- d) ¿Cuál es el desplazamiento total del punto B al punto A?
(2.4 km)
- e) ¿Cuánto tiempo invierte en regresar al punto A desde el punto B por la ruta 2?
(8 min)
- f) ¿Cuánto vale la velocidad media en el viaje del punto B al punto A por la ruta 2?
(0.3 km/min)
- g) ¿Cuánto vale el desplazamiento total neto al cerrar el circuito (ruta 1 y ruta 2)?
(cero)

h) ¿Cuánto vale la velocidad media al cerrar el circuito (ruta 1 y ruta 2)?

(cero)

Contraejemplo 3 De los mismos datos del problema:

a) ¿Cuánto vale la distancia recorrida por la ruta 1 del punto A al punto B?

(3.6 km)

b) Si para ir del punto A a B por la ruta 1 se invierten 12 min, ¿cuánto vale la rapidez media?

$$\frac{3.6 \text{ km}}{12 \text{ min}} = 0.3 \text{ km/min}$$

c) ¿Cuánto vale la distancia recorrida del punto B al punto A por la ruta 2?

(4.8 km)

d) Si para ir del punto B al punto A se invierten 8 min por la ruta 2, ¿cuál es su rapidez media?

$$\frac{4.8 \text{ km}}{8 \text{ min}} = 0.6 \text{ km/min}$$

e) ¿Cuánto vale la rapidez media al cerrar el circuito (ruta 1 y ruta 2)?

$$\frac{3.6 \text{ km} + 4.8 \text{ km}}{12 \text{ min} + 8 \text{ min}} = 0.42 \text{ km/min}$$

f) ¿Son iguales la magnitud de la velocidad media y el valor de la rapidez media al cerrar el circuito (ru-

ta 1 más ruta 2)?

(no)

g) ¿Cuándo la magnitud de la velocidad media va a coincidir con el valor de la rapidez media?

(cuando la trayectoria para ir del punto A al punto B sea una línea recta).

MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORME

Dimensiones críticas: Es el movimiento de un cuerpo en el que la velocidad media como vector es constante.

Atributos irrelevantes:

- a) La magnitud y dirección de los desplazamientos y la magnitud de los intervalos de tiempo elegidos de tal manera que la razón entre ellos se conserve constante.
- b) La fuerza que hace mover al cuerpo teniendo en cuenta la fuerza neta sobre él debe ser cero.
- c) La masa, la forma y el tamaño del cuerpo que se mueve.

Prerrequisitos:

- a) El concepto de velocidad media como vector.

En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

La velocidad media como vector es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso I: Móvil que sigue una trayectoria recta horizontal y se toma $t = 0$ cuando $x = 0$.

Caso II: Móvil que sigue una trayectoria recta horizontal y se toma $t = 0$ cuando $x \neq 0$.

Caso III: Móvil que sigue una trayectoria recta vertical y se toma $t = 0$ cuando $x \neq 0$.

Caso IV: Móvil cuya trayectoria recta puede estar en cualquier dirección y se toma $t = 0$ en $x = 0$.

MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORMEEjemplo 1

La velocidad media como vector es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso 1: Móvil que sigue una trayectoria recta horizontal y se toma $t = 0$ cuando $X = 0$.

Un automóvil se desplaza por una carretera rectilínea. Con el medidor de distancias de su "velocímetro" y un cronómetro, registra los siguientes datos:

t (seg)	0	60	120	180	240	300	360	420
X (km)	0	3	6	9	12	15	18	21

a) ¿Con qué magnitud de velocidad media viajó entre 0 y 21 km?

(0.05 km/seg)

b) ¿Cuántos kilómetros hay entre cada lectura?

(3 km)

c) ¿Cuánto tiempo invirtió en recorrer cada tramo de 3 km?

(60 seg)

d) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad media entre cada tramo de 3 km?

(0.05 km/seg)

Tomamos las lecturas en intervalos más pequeños de tiempo: 20 seg. El registro de datos fué:

t(seg)	0	20	40	60	80	100	120	140
x(km)	0	1	2	3	4	5	6	7

- a) ¿Cuántos kilómetros hay entre cada lectura de 20 seg?
(1 km)
- b) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad media entre cada tramo de 1 km?
(0.05 km/seg)
- c) ¿Cómo es la magnitud de la velocidad media para intervalos de tiempo de 40, 60 y 20 seg?
(igual)
- d) Para los intervalos de tiempo detallados en el inciso anterior, ¿existe alguna variación en la dirección y sentido de la velocidad media?
(no hay ninguna)

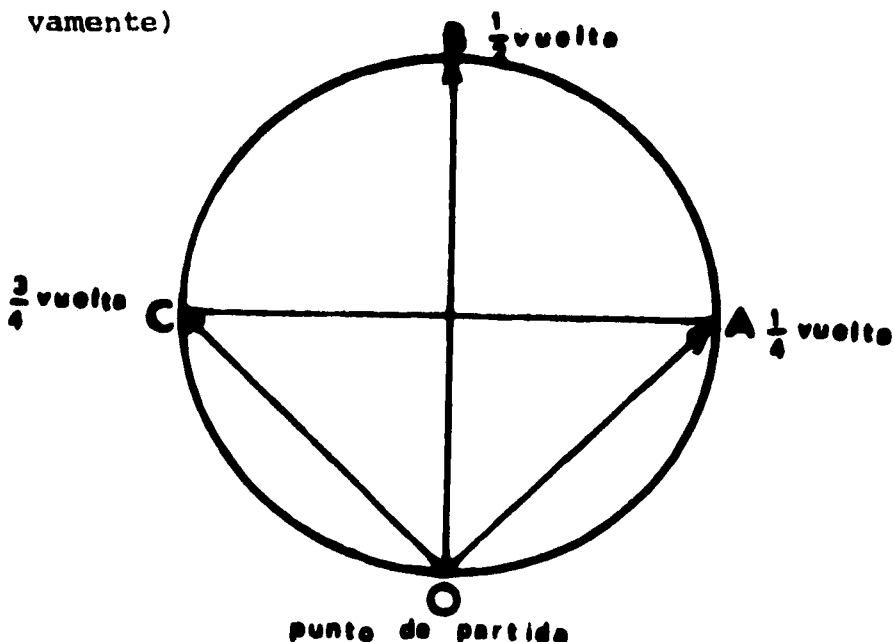
Conclusión: En este ejemplo y para los intervalos de tiempo elegidos el valor de la velocidad media (como vector) se conserva constante.

Contraejemplo 1

El automovilista practica en una pista circular de 1 km (1000 m) de longitud a una velocidad constante de 90 km/h (25 m/seg), empleando 40 seg en dar una vuelta completa.

- a) ¿Cuánto tiempo invertirá el automovilista en recorrer, sobre la pista circular 250 m, 500 m, 750 m?
(10 seg, 20 seg, 30 seg)
- b) ¿Cuánto valen los desplazamientos netos a un cuarto de vuelta, media vuelta y tres cuartos de vuelta?
(Puntos A, B y C respectivamente en el esquema).
(Utiliza la fórmula para el perímetro: $P=2\pi \cdot r$, para calcular el valor del radio y por triángulos calcular los desplazamientos netos)

(225.075 m, 318.309 m, 225.075 m, respectivamente)



c) ¿Cuál es la magnitud de la velocidad media para los puntos A, B, C?

$$\text{(Para A: } \frac{225.075 \text{ m}}{10 \text{ seg}} = 22.50 \text{ m/seg)}$$

$$\text{(Para B: } \frac{318.309 \text{ m}}{20 \text{ seg}} = 15.915 \text{ m/seg)}$$

$$\text{(Para C: } \frac{225.075 \text{ m}}{30 \text{ seg}} = 7.50 \text{ m/seg)}$$

¿Es la misma o es diferente?

(es diferente)

d) ¿Al considerar la velocidad media como vector, se conserva constante en este movimiento circular uniforme?

(no)

Explica tu respuesta.

(La velocidad como vector cambia a cada instante su dirección y aunque la magnitud se conserve constante, el vector en sí, cambia).

Conclusión: Para un móvil que se desplaza en una trayectoria circular con rapidez constante, la magnitud, dirección y sentido de la velocidad media no conserva el mismo valor.

MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORMEEjemplo 2

La velocidad media como vector es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso II:

Móvil que sigue una trayectoria recta horizontal y $t = 0$ cuando $x \neq 0$.

Viajamos en un automóvil por una carretera rectilínea y con la ayuda del medidor de distancias del "velocímetro" y un cronómetro registramos las distancias recorridas y los tiempos correspondientes. Al marcar el medidor 25 km empezamos a medir ($t = 0$) registrando los siguientes datos:

t (min)	0	15	30	45	60	75
x (km)	25	30	35	40	45	50

a) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media en el tramo de 25 km a 50 km?

($1/3$ km/min)

b) ¿Cuántos kilómetros hay entre cada lectura?

(5 km)

c) ¿Cuánto tiempo invirtió el móvil en recorrer cada tramo de 5 km?

(15 min)

- d) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media en cada tramo de 5 km?

($1/3$ km/min)

Analizaremos los datos con las lecturas más cercanas entre sí; tomaremos los tiempos para cada kilómetro entre 25 y 30:

t (min)	0	3	6	9	12	15
x (km)	25	26	27	28	29	30

- e) ¿Cuánto tiempo invirtió en recorrer cada tramo de 1 km?

(3 min)

- f) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media en cada tramo de 1 km?

($1/3$ km/min)

- g) Para los intervalos de tiempo elegidos, ¿se considera constante la dirección y sentido del vector velocidad media?

(sí)

- h) ¿Podemos asegurar que el cuerpo tiene velocidad media constante independientemente del tamaño de los intervalos elegidos?

(sí)

Conclusión: En este ejemplo y para los intervalos de tiempo elegidos el valor de la velocidad media como vector se conserva constante.

Contraejemplo 2

Si el registro de valores hubiera sido:

t (min)	0	10	22	37	50	66
x (km)	25	30	35	40	45	50

- a) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media entre 25 km y 50 km?

$$\left(\frac{25 \text{ km}}{66 \text{ min}} = 0.378 \text{ km/min} \right)$$

- b) ¿Cuántos kilómetros hay entre cada lectura?

(5 km)

- c) ¿Cuánto tiempo invirtió el automóvil en recorrer cada tramo de 5 km?

(10, 12, 15, 13, 16 min sucesivamente)

- d) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media para cada tramo?

(0.5, 0.416, 0.33, 0.384, 0.312 km/min)

- e) ¿Es constante este valor e igual a la magnitud de la ve-

locidad media?

(No, tiene valores diferentes cada vez)

f) ¿Es constante la velocidad media en cuanto a su dirección y sentido?

(Si, pues el automovilista viaja en línea rec
ta en el mismo sentido)

g) ¿Es constante la velocidad media como vector: magnitud, dirección y sentido?

(No, en magnitud no, por lo tanto no es constante co
mo vector)

Conclusión: La magnitud de la velocidad media no es cons
tante, y aunque sí conserva la misma dirección y sentido,
como vector no es constante.

MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORMEEjemplo 3

La velocidad media como vector es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso III:

Móvil que sigue una trayectoria recta vertical y $t = 0$ cuando $x \neq 0$.

¿Has observado la caída de un paracaidista? Imagina la caída de uno de ellos en un día muy tranquilo en el que no existen corrientes de aire; se arroja, cae libremente antes de abrir el paracaídas, lo abre, se frena un poco y cae lentamente, concentremos nuestra atención a partir de este momento.

a) ¿Qué trayectoria describe?

(una línea recta)

b) ¿Qué sentido tiene?

(hacia abajo)

El paracaidista mide cada 10 seg en un altímetro que lleva consigo, las alturas que va recorriendo y obtiene el siguiente registro:

t (seg)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
x (m)	600	550	500	450	400	350	300	250	200	150	100	50	0

c) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media entre 600 m y 0 m?

(5 m/seg)

d) ¿Cuántos metros se recorren entre cada lectura?

(50 m)

e) ¿Cuánto tiempo invirtió el paracaidista para recorrer cada tramo de 50 m?

(10 seg)

f) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media entre cada tramo de 50 m?

(5 m/seg)

Elegimos un intervalo de tiempo menor (2 seg) y el registro entre 400 m y 350 m fué el siguiente:

t (seg)	40	42	44	46	48	50
x (m)	400	390	380	370	360	350

g) ¿Cuántos metros se recorren cada 2 seg?

(10 m)

h) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media para cada tramo?

(5 m/seg)

i) ¿Se conserva constante la magnitud de la velocidad media independientemente del intervalo de tiempo elegido?

(si)

j) ¿Se conserva constante la dirección y sentido de la velocidad media?

(si)

Conclusión: En este ejemplo, y para los intervalos de tiempo elegidos, la velocidad media, como vector, se conserva constante.

Contraejemplo 3

Ahora suponemos que el paracaidista se dejó caer en una zona de fuertes corrientes de aire que lo desvían de su trayectoria rectilínea de caída obteniendo el siguiente registro:

t (seg)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
X(m)	600	530	480	400	340	290	250	180	100	00

a) Tomando en cuenta las intensas corrientes de aire, ¿La trayectoria de la caída, es una línea recta?

(No, no es recta).

b) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media entre 600 m y 0 m?

(3.3 m/seg)

c) ¿Cómo son los espacios recorridos cada 20 seg?

(70, 50, 80, 60, 50, 40, 70, 80, 100 metros sucesivamente)

d) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media para cada tramo recorrido en 20 seg?

(3.5, 2.5, 4, 3, 2.5, 2, 3.5, 4, 5 m/seg sucesivamente)

Conclusión:

a) La velocidad media no se conserva constante durante el movimiento.

b) La trayectoria de caída no es una línea recta.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEEjemplo 4

- a) El móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales (velocidad constante);
- b) la trayectoria es rectilínea con cualquier inclinación;
- c) el movimiento es uniforme rectilíneo.

Experiencia: El dispositivo utilizado es un tubo de 110 cm de largo, lleno con algún aceite lubricante en el que se deja dentro de una burbuja de aire y sellado perfectamente (para evitar que salga el aceite y la burbuja crezca). Se hacen marcas cada 10 cm dejando 5 cm libres arriba y abajo.

a) Con un cronómetro medimos el tiempo que tarda la burbuja de aire en recorrer 10 cm, 20 cm, 30 cm, ... etc.

(Hacemos la medición 5 veces y tomamos el tiempo promedio considerando sólo hasta décimos) para llenar el siguiente registro:

x(cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
t(seg)	0	1.8	3.6	5.4	7.2	9.0	10.8	12.6	14.4	16.2	18.0

b) ¿Cómo es el aumento de tiempo para cada 10 cm?

(Constante)

c) ¿Cómo es la trayectoria de la burbuja de aire?

(Una línea recta)

d) ¿Cuánto vale la relación x/t (velocidad) para cada instante?

(5.55 cm/seg)

Conclusión: La trayectoria es rectilínea y se recorren distancias iguales en tiempos iguales (velocidad constante) entonces el cuerpo se mueve con movimiento uniforme rectilíneo.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

Dimensiones críticas:

- a) La gráfica tiempo-distancia ($t-x$) es una línea recta inclinada (pendiente diferente de cero, ángulo de inclinación tal que $0^\circ < \alpha < 90^\circ$).
- b) La gráfica tiempo-magnitud de la velocidad media ($t - |\bar{v}_m|$), es siempre una línea recta paralela al eje de los tiempos (pendiente igual a cero) y siempre sobre los valores positivos del eje $|\bar{v}_m|$.

Atributos irrelevantes:

Para la gráfica $t-x$:

- a) El valor de la pendiente obtenido a partir de la definición.
- b) El punto de origen de la recta.

Para la gráfica $t - |\bar{v}_m|$:

- a) La magnitud de la velocidad media.

Prerrequisitos:

- a) La definición de pendiente de una línea recta.
- b) Interpretación física (como velocidad media) de la ecuación de la pendiente de la recta obtenida al graficar $t-x$.

En los ejemplos se da énfasis a los siguientes puntos:

- a) Cuerpo que se desplaza con M.U.R. con condiciones iniciales $t=0$, $x=0$.
- * La gráfica $t-x$ es una línea recta.
 - * La pendiente de la gráfica $t-x$ es la magnitud de la velocidad media.
 - * La gráfica $t - |\bar{v}_m|$ es una línea recta paralela al eje de los tiempos y sobre los valores positivos del eje de las velocidades.
 - * No altera los resultados y conclusiones el hecho de que el punto inicial de las mediciones no sea siempre el origen ($t=0$, $x=0$).

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORME RECTILÍNEO

Ejemplo 1

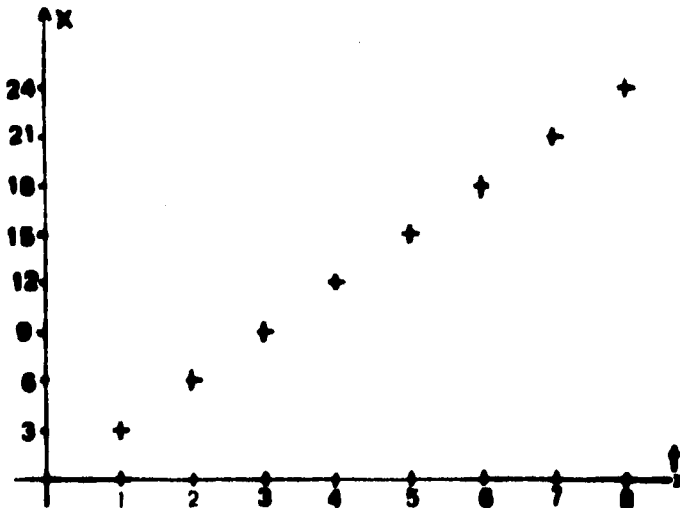
Cuerpo que se desplaza con M.U.R., con condiciones iniciales $t=0$, $X=0$.

- * La gráfica $t-X$ es una línea recta.
- * La pendiente de la gráfica $t-X$ es la magnitud de la velocidad media.
- * La gráfica $t - |v_m|$ es una línea recta paralela al eje de los tiempos y sobre los valores positivos del eje de las velocidades.

Un ciclista se desplaza a lo largo de una carretera recta con movimiento rectilíneo uniforme de acuerdo con los siguientes datos:

t(seg)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
x(m)	0	3	6	9	12	15	18	21	24

a) Construye la gráfica $t-x$.



b) ¿Qué tipo de curva se obtiene?

(Una serie de puntos que se pueden alinear con una recta)

c) ¿Qué signo tiene la pendiente?

(Positiva)

d) ¿Cuánto vale la pendiente?

($m = 3 \text{ m/seg}$)

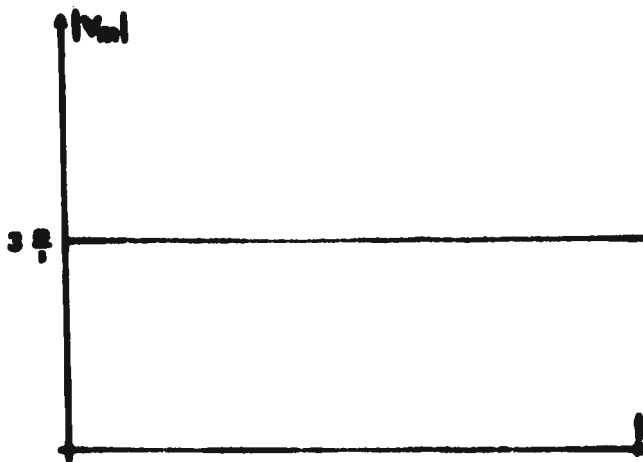
e) ¿De qué punto parte la gráfica?

(del punto $(0,0)$)

f) De acuerdo con la interpretación física de la pendiente de la recta como la magnitud de la velocidad media ¿cuánto vale ésta última en este ejemplo?

($|v_m| = 3 \text{ m/seg}$)

g) Construye la gráfica $t - |v_m|$ de acuerdo a los valores anteriores.

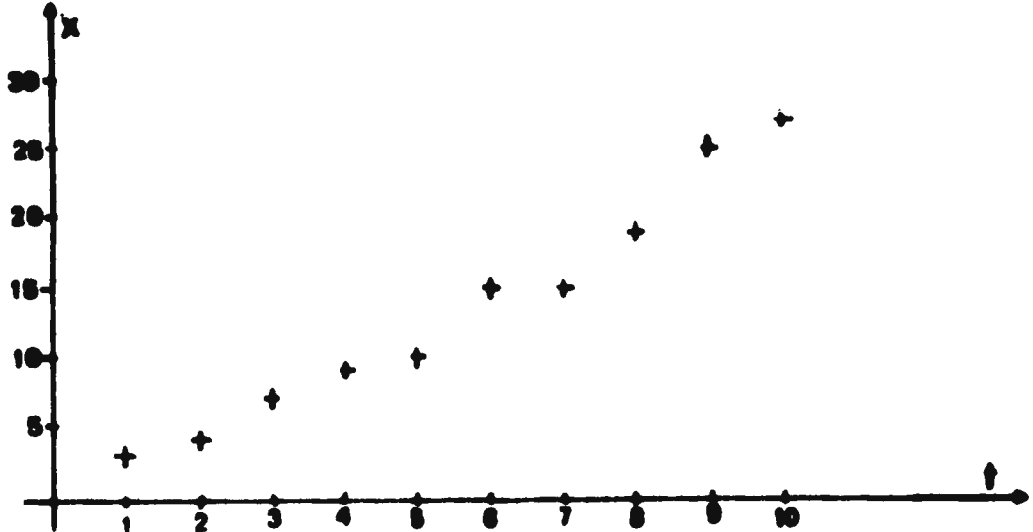


Contraejemplo 1

El ciclista no se desplaza con movimiento uniforme rectilíneo, obteniéndose el siguiente registro (los valores de x son instantáneos):

t (seg)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x (m)	0	3	4	7	9	10	15	15	19	25	27

- a) Construye la gráfica t contra x correspondiente a la tabulación anterior:



- b) La gráfica obtenida, ¿son puntos alineados en una recta?

(No)

- c) Calcula la magnitud de la velocidad media a partir de la tabulación anterior para los períodos de tiempo $(0,1)$, $(1,2)$, $(2,3)$,etc.

t (seg)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x (m)	0	3	4	7	9	10	15	15	19	25	27
$ \bar{v}_m $ (m/s)		3	1	3	2	1	5	0	4	6	2

d) ¿Se mantiene constante la magnitud de la velocidad media?

(No)

e) Se podría dibujar la gráfica poligonal $t - |v_m|$?

(No, pues sólo serían segmentos que abarquen el pe ríodo de tiempo considerado).

Conclusiones: Para un cuerpo que se mueve con M.U.R.:

- La gráfica $t-x$ es una línea recta.
- Si el cuerpo parte del reposo, la gráfica anterior parte del origen.
- La pendiente de la gráfica $t-x$ da la magnitud de la velocidad media $\left(\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}\right)$.
- La gráfica $t - |v_m|$ es una línea recta paralela al eje de los tiempos y está sobre los valores positivos del eje de las velocidades.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME

Ejemplo 2

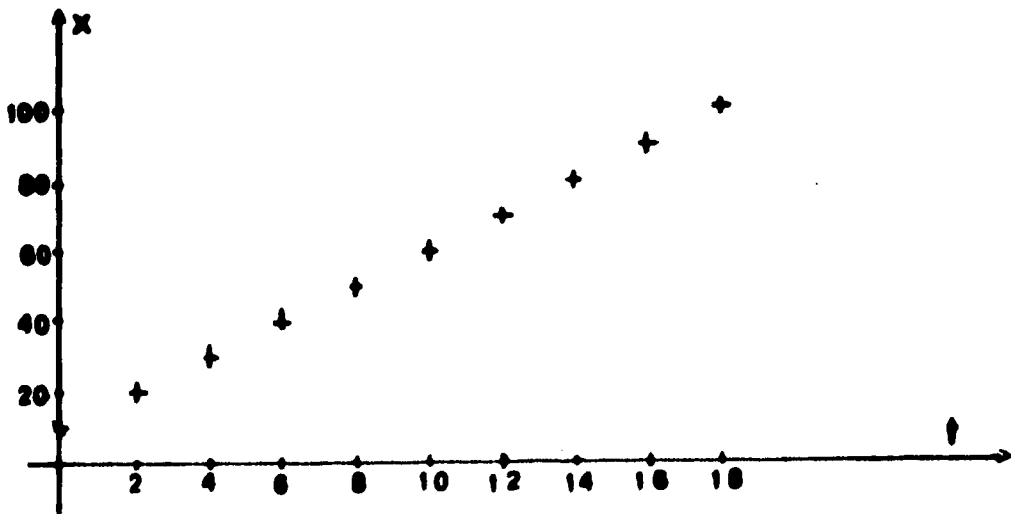
Cuerpo que se desplaza con M.U.R. con condiciones iniciales $t = 0, x \neq 0$.

- * La gráfica $t-x$ es una línea recta.
- * La pendiente de la gráfica $t-x$ es la magnitud de la velocidad media.
- * La gráfica $t - |v_m|$ es una línea recta paralela al eje de los tiempos y sobre los valores positivos del eje de las velocidades.

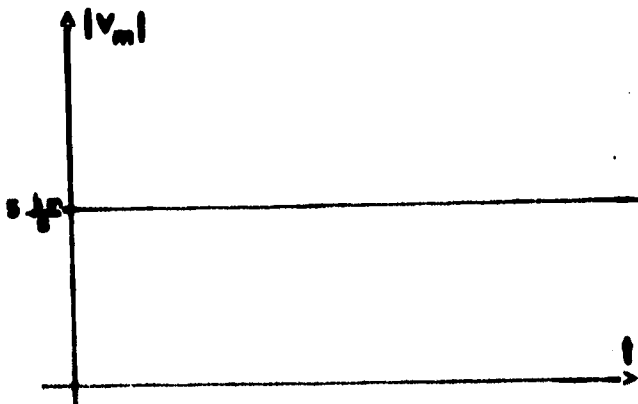
Un automóvil viaja con movimiento uniforme rectilíneo de acuerdo al siguiente registro:

$t(\text{min})$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$x(\text{km})$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

a) Construye una gráfica $t-x$ con los datos anteriores:



- b) ¿Qué tipo de curva se obtiene?
(es una serie de puntos que pueden ser alineados con una línea recta)
- c) ¿Qué signo tiene la pendiente?
(positiva)
- d) ¿Cuánto vale la pendiente?
(5 km/min)
- e) ¿De qué punto parte la gráfica?
($t=0, x=10$)
- f) ¿Qué significado físico tiene el hecho de que la gráfica no parte del origen?
(Ninguno, simplemente es el momento de empezar a tomar las medidas).
- g) ¿Cuánto vale la magnitud de la velocidad media en este ejemplo de acuerdo al valor de la pendiente?
(5 km/min)
- h) Construye la gráfica $t - |v_m|$ de acuerdo a los valores anteriores:

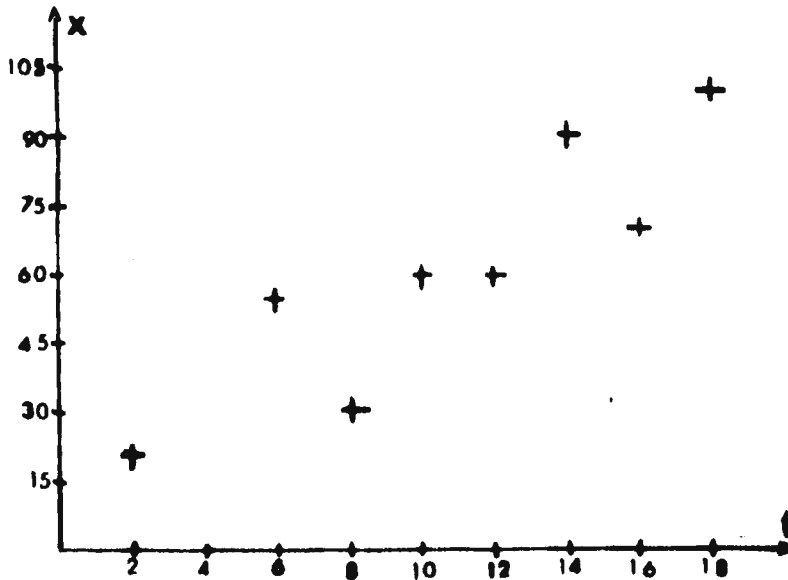


Contraejemplo 2

El automóvil no se desplaza con un movimiento uniforme rectilíneo, obteniendo este registro:

t (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
x (km)	10	20	10	50	30	60	60	90	70	100

a) Construye la gráfica t-x:



b) La gráfica obtenida ¿son puntos que se pueden alinear con una recta?

(No)

c) De acuerdo a los diferentes valores de la pendiente en la gráfica obtenida, ¿se puede afirmar que la magnitud de la velocidad media es constante?

(No)

- d) Si graficas $t - |v_m|$ para este ejemplo, ¿obtendrás una línea recta paralela al eje de las abscisas?
(No, sólo se obtendrían puntos que no podrían alinearse en una recta).

Conclusión: Para un cuerpo que se desplaza con M.U.R.:

- a) La gráfica $t-x$ es una línea recta inclinada que no empieza en el origen.
- b) Si el cuerpo no parte del reposo, la gráfica no parte del origen.
- c) La pendiente de la gráfica $t-x$ da la magnitud de la velocidad media.
- d) La gráfica $t - |v_m|$ son puntos alineados en una línea recta paralela al eje de los tiempos y está sobre los valores positivos del eje de las velocidades.

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

Dimensiones críticas: Es el movimiento de un cuerpo en el cual la aceleración media se conserva constante como vector independientemente del tamaño del intervalo de tiempo elegido y donde la trayectoria es una línea recta.

Atributos irrelevantes:

- a) La magnitud de la aceleración media:
 - la magnitud de los cambios de velocidad en relación con los intervalos de tiempo elegidos.
- b) La acción que hace mover al cuerpo.
- c) La masa, la forma y el tamaño del cuerpo.

Prerrequisitos:

- a) Concepto de aceleración media.
- b) Concepto de velocidad instantánea.

En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

La magnitud de la aceleración media es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso I: Móvil que parte del reposo (velocidad inicial cero) y la aceleración media es positiva.

Caso II: Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y la aceleración media es negativa.

Caso III: Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y la aceleración media es positiva.

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACCELERADOEjemplo 1

La magnitud de la aceleración media es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso 1: Móvil que parte del reposo (velocidad inicial cero) y la aceleración media es positiva.

En un viaje en automóvil a lo largo de una carretera rectilínea observamos en el velocímetro del automóvil los siguientes valores de velocidad instantánea para cada intervalo de tiempo de 15 seg medidos con el auxilio de un cronómetro:

t(seg)	0	15	30	45	60	75	90
$ V_i (m/seg)$	0	5.5	11.0	16.5	22.0	27.5	33.0

a) ¿Cuánto vale la aceleración media entre 0 seg y 90 seg?

$$\left(0.36 \frac{m/seg}{seg} = 0.36 m/seg^2 \right)$$

b) ¿Cuánto vale la aceleración media si tomamos intervalos de tiempo de 15 seg?

$$\left(0.36 m/seg^2 \right)$$

Al tomar la lectura de la velocidad para intervalos de tiempo más pequeños (cada 3 seg) se obtuvo el siguiente registro:

t (seg)	0	3	6	9	12	15	18
$ v_i $ (m/seg)	0	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6

c) ¿Cuánto vale la aceleración media en cada intervalo de 3 seg?

(0.36 m/seg^2)

Conclusión: En este ejemplo, y para los intervalos de tiempo elegidos, la aceleración media se mantiene constante.

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADOEjemplo 2

La magnitud de la aceleración media es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso II: Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y la aceleración media es negativa.

El automovilista del problema anterior tiene necesidad de detenerse para cargar gasolina. Ante la señal "gasolinera próxima" empieza a disminuir la magnitud de la velocidad y a contar el tiempo requerido para detenerse totalmente ($t=0$ cuando el velocímetro marca $100 \text{ km/h} = 27.5 \text{ m/seg}$)

t(seg)	0	15	30	45	60	75
$ V_i (\text{m/seg})$	27.5	22.0	16.5	11.0	5.5	0

- a) ¿Cuál fué el cambio total de la velocidad entre 0 y 75 seg?

(-27.5 m/seg)

- b) ¿Cuánto vale la aceleración media, considerando los valores extremos de la velocidad: 27.5 m/seg y 0 m/seg ?

(-0.36 m/seg^2)

- d) ¿Cuánto vale el cambio de la velocidad entre cada lec

tura de 15 seg?

(-5.5 m/seg)

d) ¿Cuánto vale la aceleración media entre cada tramo?

(-0.36 m/seg²)

Al tomar la lectura de la velocidad para intervalos de tiempo más pequeños (3 seg) se obtiene el siguiente registro:

t(seg)	30	33	36	39	42	45
V _i (m/seg)	16.5	15.4	14.3	13.2	12.1	11

e) ¿Cuánto vale el cambio de velocidad para cada intervalo, ahora de 3 seg?

(-1.1 m/seg)

f) ¿Cuánto vale la aceleración media en este caso?

(-0.36 m/seg²)

Conclusión: En este ejemplo y para los intervalos de tiempo elegidos la aceleración media se conserva constante y es negativa.

MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADOEjemplo 3

La magnitud de la aceleración media es constante independientemente del tamaño del intervalo de tiempo.

Caso III:

Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y la aceleración media es positiva.

Un ciclista se mueve en una carretera recta y decide incrementar su velocidad registrando los siguientes datos:

t (seg)	0	1	2	3	4
$ V_i $ (m/seg)	2	6	10	14	18

- a) Cuando se empieza a medir el tiempo, $t=0$, ¿el cuerpo está en reposo?

(No, el ciclista lleva una velocidad de 2 m/seg, que es la velocidad inicial)

- b) ¿Cuánto vale el cambio total de velocidad entre 0 seg y 4 seg?

(16 m/seg)

- c) ¿Cuánto vale la aceleración media para este caso?

(4 m/seg²)

- d) ¿De qué tamaño son los intervalos de tiempo en el re

gistro de datos?

(de 1 seg) .

e) ¿Cuánto cambia la velocidad en cada intervalo de 1 seg?

(4 m/seg)

f) ¿Cuánto vale la aceleración media para cada intervalo de 1 seg?

(4 m/seg²)

Conclusión: En este ejemplo y para los valores de tiempo elegidos, la aceleración media se conserva constante. El móvil puede tener una velocidad inicial diferente de cero.

Contraejemplos: Que en los ejemplos anteriores la velocidad fuera constante o bien que cambiara en forma arbitraria de tal manera que la aceleración media no se conserve constante, independientemente del tamaño del intervalo de tiempo elegido.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

I.- Gráfica tiempo-velocidad

Dimensiones críticas: ES una recta inclinada con pendiente positiva ($0^\circ < \alpha < 90^\circ$) si el movimiento es acelerado positivamente y con pendiente negativa ($90^\circ < \alpha < 180^\circ$) si el movimiento es acelerado negativamente.

Atributos irrelevantes:

- a) La posición de la trayectoria: horizontal, vertical o inclinada.
- b) El tamaño de los cambios de la velocidad y la magnitud de los intervalos de tiempo elegidos, siempre y cuando la relación entre ellos permanezca constante.
- c) La acción que hace mover el cuerpo.
- d) La masa, la forma y el tamaño del cuerpo que se mueve.

Prerrequisitos:

- a) Concepto de velocidad instantánea.
- b) Cálculo de la pendiente de una recta.
- c) Interpretación física (como magnitud de la aceleración media) de la pendiente de la recta en la gráfica $t - |v_i|$.
- d) Interpretación física (como la distancia recorrida) del área bajo la curva de una recta (en la gráfica $t - |v_i|$).

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

II.- Gráfica tiempo-distancia

Dimensiones críticas: Son puntos que pueden alinearse en una parábola abierta hacia arriba si el movimiento es acelerado positivamente y abierta hacia abajo si el movimiento es acelerado negativamente (se consideran sólo tiempos positivos).

Atributos irrelevantes:

- a) La posición de la trayectoria: horizontal, vertical o inclinada.
- b) La magnitud de los intervalos de tiempo.
- c) La magnitud de los desplazamientos.
- d) La acción que hace mover al cuerpo.
- e) La masa, la forma y el tamaño del cuerpo que se mueve.

Prerrequisitos:

- a) El concepto de parábola.
- b) La interpretación física de la pendiente de la tangente a un punto de la parábola como velocidad instantánea.

En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

Caso I: Móvil que parte del reposo (velocidad inicial cero) y es acelerado positivamente.

- * La gráfica $t - |v_i|$ es una recta de pendiente positiva que parte del origen.
- * La pendiente de la gráfica $t - |v_i|$ es la magnitud de la aceleración media.
- * La gráfica $t - |x|$ es una rama de parábola abierta hacia arriba.

Caso II: Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y es acelerado positivamente.

- * La gráfica $t - |v_i|$ es una recta de pendiente positiva que no parte del origen.
- * La pendiente de la gráfica $t - |v_i|$ es la magnitud de la aceleración media.
- * La gráfica $t - x$ es una rama de parábola abierta hacia arriba.

Caso III: Móvil que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero) y es acelerado negativamente.

- * La gráfica $t - |v_i|$ es una recta de pendiente negativa.
- * La pendiente de la gráfica $t - |v_i|$ es la magnitud de la aceleración media.
- * La gráfica $t - x$ es una rama de parábola abierta hacia abajo.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

Ejemplo 1

Caso I: Móvil acelerado positivamente y parte del reposo (velocidad inicial cero).

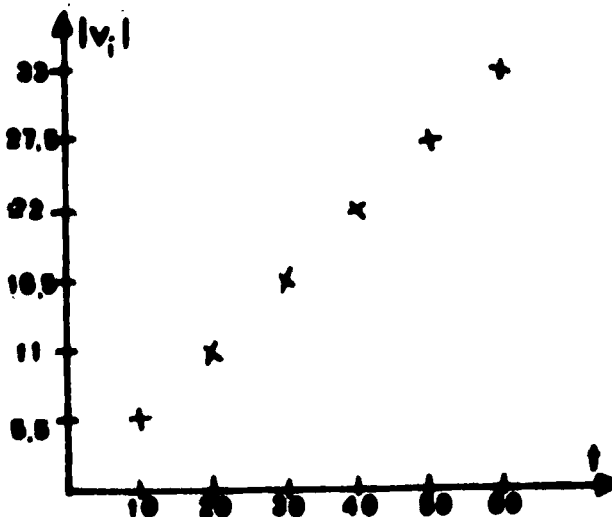
* La gráfica $t - |V_i|$ es una recta de pendiente positiva.

* La pendiente de la gráfica $t - |V_i|$ es la magnitud de la aceleración media.

Un automovilista, partiendo del reposo, se desplaza a lo largo de una carretera rectilínea. Midiendo en el velocímetro la velocidad instantánea y en un cronómetro intervalos de 10 seg, el registro que se obtiene es:

$t(\text{seg})$	0	10	20	30	40	50	60
$ V_i (\text{m/seg})$	0	5.5	11	16.5	22	27.5	33

a) Construye la gráfica $t - |V_i|$:



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

(son puntos alineados sobre una recta)

c) La pendiente de la recta que une los puntos de la gráfica anterior, ¿es positiva o negativa?

(positiva)

d) ¿Cuánto vale la pendiente?

(4 m/seg²)

e) ¿Cuánto vale la aceleración media de acuerdo al valor de la pendiente?

(4 m/seg²)

Conclusión: La gráfica $t - |v_1|$ es una serie de puntos que pueden ser unidos por una línea recta con pendiente positiva.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADOEjemplo 2

Caso 1: Cuerpo acelerado positivamente y parte del reposo (velocidad inicial cero).
 * La gráfica t-x es una rama de parábola abierta hacia arriba.

Si calculamos el área bajo la curva del ejemplo anterior tenemos:

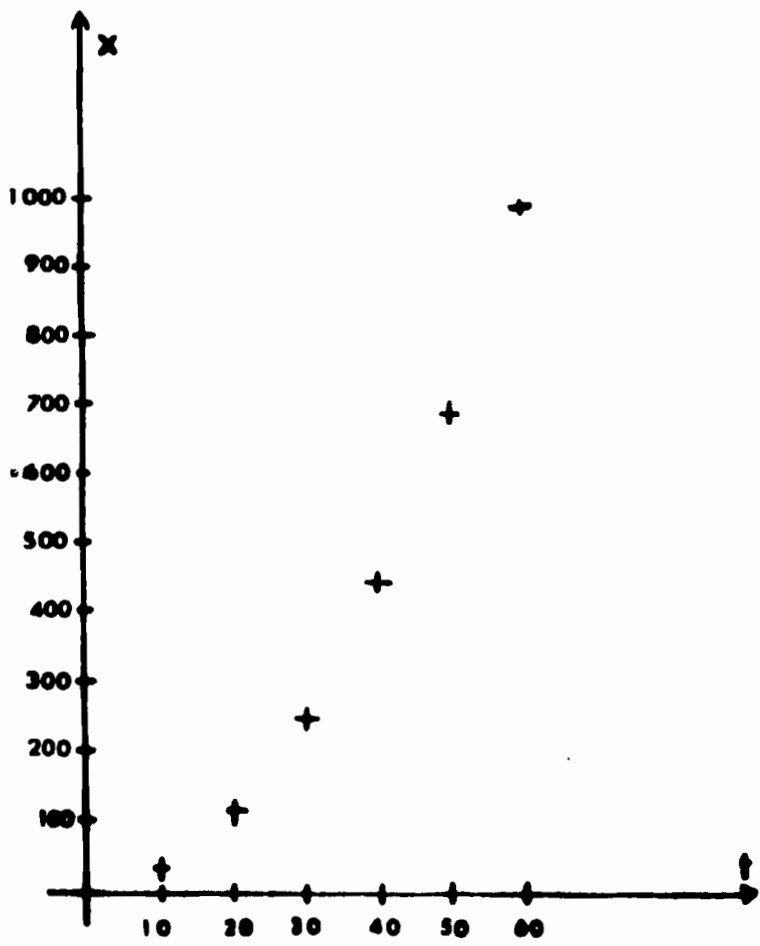
$$\text{área} = \frac{|v_i| \cdot t}{2}$$

dimensionalmente el área bajo la curva corresponde a la distancia recorrida hasta ese tiempo. Calculando, en la tabulación anterior, el área bajo la curva para cada intervalo de tiempo de 0 a t tendremos los siguientes datos:

t (seg)	0	10	20	30	40	50	60
x̄ (m)	0	27.5	110	247.5	440	687.5	990

a) Construye la gráfica t-x correspondiente:

en la siguiente hoja...



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

(es el arco de una parábola)

c) Con la información que tienes, puedes decir algo sobre el eje de simetría?

(No, necesitaríamos que en la tabulación se hablara de tiempos negativos).

d) ¿Qué sentido físico tiene el hecho de que el vértice está en el origen del sistema coordenado?

(que el cuerpo se encuentra en $x=0$ cuando se toma $t = 0$)

Conclusión: La gráfica $t-x$ es una rama de parábola abierta hacia arriba.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACCELERADOEjemplo 3

Caso 11: Móvil acelerado positivamente y que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero).

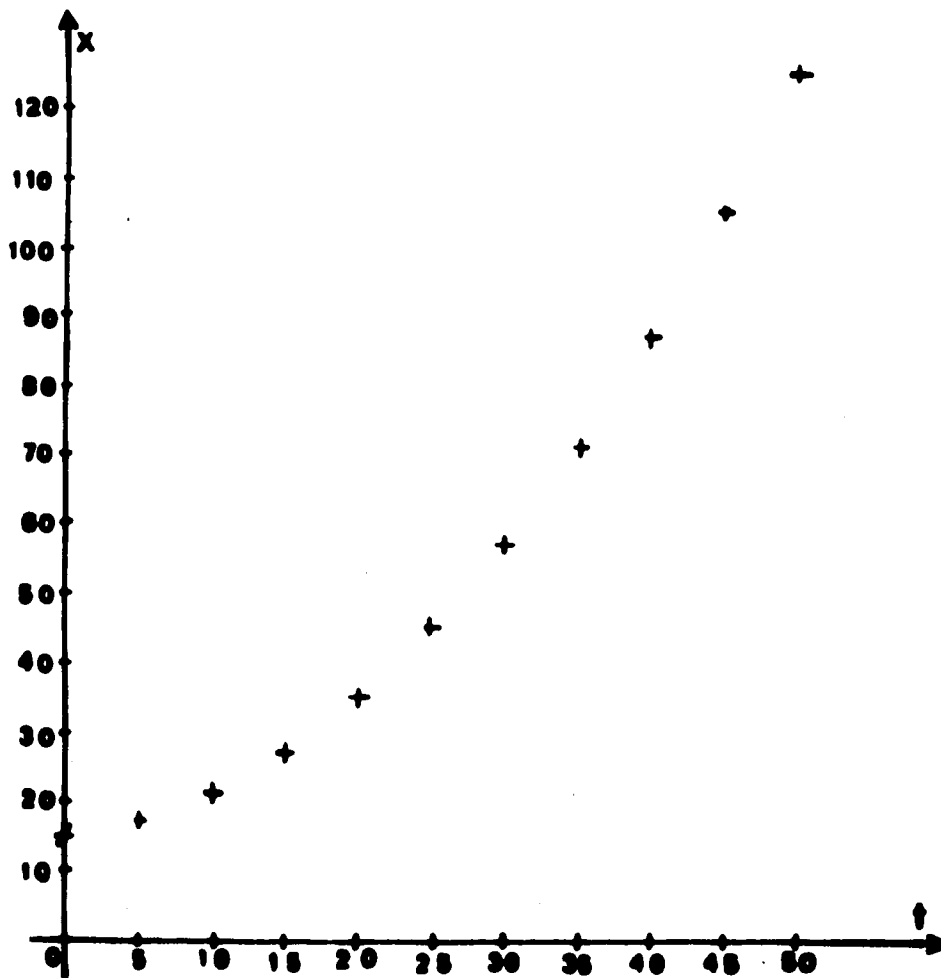
La gráfica $t-x$ es una rama de parábola que no empieza en el origen.

Un automovilista se mueve a lo largo de una carretera recta y decide modificar su movimiento en forma uniforme. Mide en el tablero del automóvil la distancia recorrida cada 5 min y empieza a medir el tiempo ($t=0$) cuando ha recorrido ya 15 km, obteniendo el siguiente registro:

t (min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
x (km)	15	17	21	27	35	45	57	71	87	105	125

a) Construye la gráfica $t-x$ de la tabulación anterior:

en la siguiente hoja...



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

(es una rama de parábola)

c) ¿Qué interpretación física tiene el hecho de que el vértice no está localizado en el origen?

(que se tomó $t=0$ cuando el cuerpo había ya recorrido 15 km).

Conclusión: La gráfica $t-x$ es una rama de parábola.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADOEjemplo 4

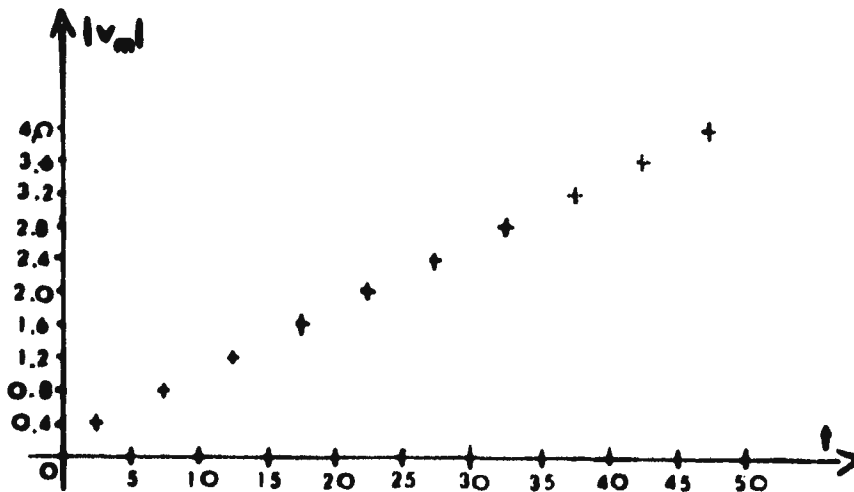
Caso II: Móvil acelerado positivamente y que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero).

- * La gráfica $t - |v_m|$ es una línea recta de pendiente positiva.
- * La pendiente de la gráfica $t - |v_m|$ es la magnitud de la aceleración media.

El valor de la expresión: $m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$ es la velocidad media del cuerpo en ese intervalo de tiempo; si la calculamos en la tabulación del problema anterior para lapsos de 5 min, obtenemos el siguiente registro:

t (min)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
$ v_m $ (Km/min)	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0

- a) Considerando como punto representativo el punto medio de cada intervalo de tiempo construye la gráfica $t - |v_m|$ correspondiente a la tabulación:



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

(Son puntos alineados sobre una recta)

c) ¿Es positiva o negativa la pendiente de la recta?

(Positiva)

d) ¿Cuánto vale la pendiente de la recta?

($0.08 \frac{\text{Km}}{\text{min}^2}$)

e) ¿Cuánto vale la aceleración media?

($0.08 \frac{\text{Km}}{\text{min}^2}$)

Conclusión: La gráfica $t - |v_m|$ es una serie de puntos que se pueden alinear sobre una recta inclinada de pendiente positiva. Los resultados no se alteran si el cuerpo no parte del reposo.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACELERADO

Ejemplo 5

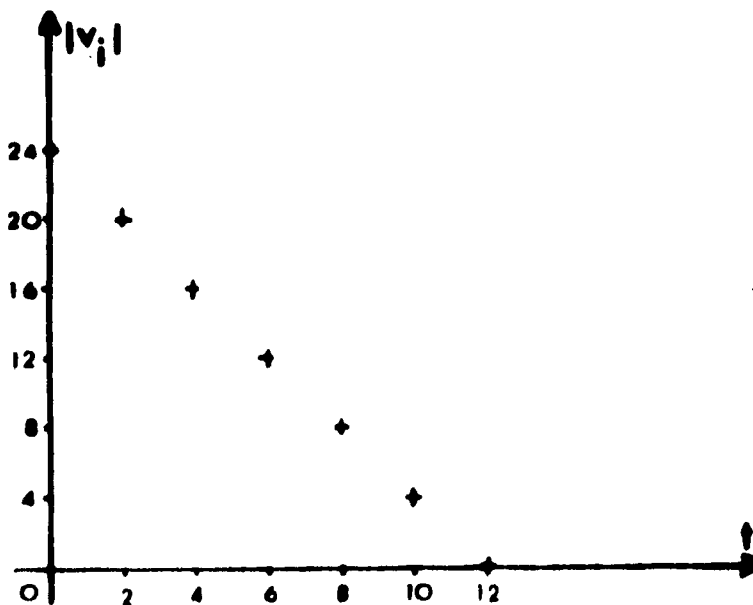
Caso III. Móvil acelerado negativamente, no parte del reposo (velocidad inicial diferenente de cero).

- La gráfica $t-|v_i|$ es una recta de pendiente negativa.
- La pendiente de la gráfica $t-|v_i|$ es la magnitud de la aceleración media.

Un ciclista, al alcanzar una magnitud de velocidad de 24 m/seg empieza a frenar uniformemente. Con el auxilio de su velocímetro y un cronómetro registra las velocidades instantáneas cada 2 seg obteniendo los siguientes datos:

t (seg)	0	2	4	6	8	10	12
$ v_i $ (m/seg)	24	20	16	12	8	4	0

a) Construye la gráfica $t-|v_i|$ correspondiente:



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

(Una serie de puntos alineados sobre una recta)

c) ¿De pendiente positiva ó negativa?

(Positiva)

d) ¿Cuánto vale la pendiente?

(-2 m/seg^2)

e) ¿Cuánto vale la aceleración media de acuerdo con el valor anterior?

(-2 m/seg^2)

Conclusión: La gráfica $t-|v_1|$ es una serie de puntos alineados sobre una recta de pendiente negativa.

GRÁFICAS DEL MOVIMIENTO UNIFORMEMENTE ACCELERADO

Ejemplo 6

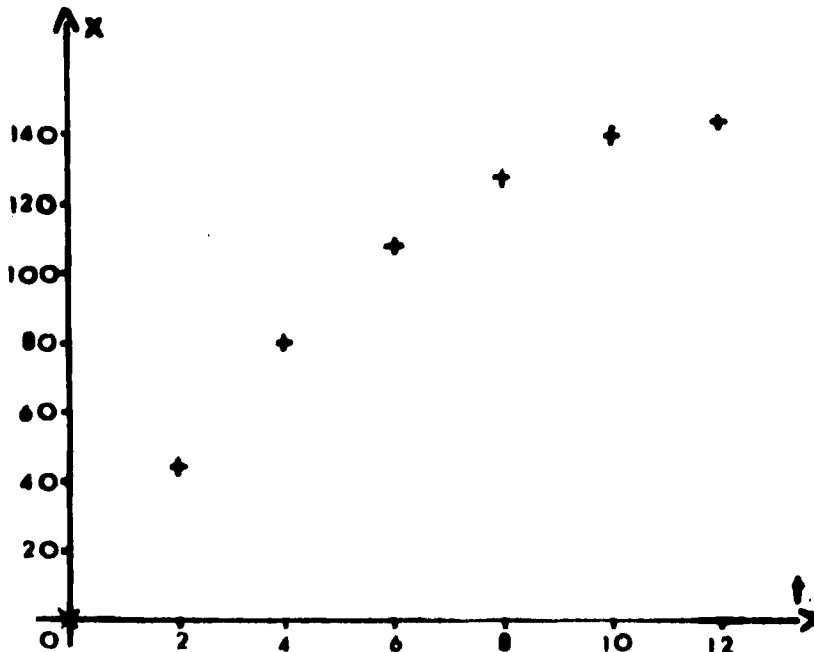
Caso III. Móvil acelerado negativamente y que no parte del reposo (velocidad inicial diferente de cero).

* La gráfica $t-x$ es una rama de parábola abierta hacia abajo.

A partir de la gráfica del ejemplo 5, calculando el área bajo la curva, se obtienen los siguientes datos para el desplazamiento efectuado cada 2 segundos:

t (seg)	0	2	4	6	8	10	12
x (m)	0	44	80	108	128	140	144

a) Construye la gráfica $t-x$ correspondiente:



b) ¿Qué forma tiene la gráfica?

• (es una serie de puntos que se pueden alinear sobre una parábola)

c) ¿Qué ocurre con el móvil después de 12 seg?

(queda en reposo instantáneo)

d) ¿Hacia dónde está abierta la parábola entre 0 seg y 12 seg?

(hacia abajo)

e) ¿Cuál es el significado físico de la respuesta anterior?

(es la distancia recorrida por un cuerpo que se está frenando)

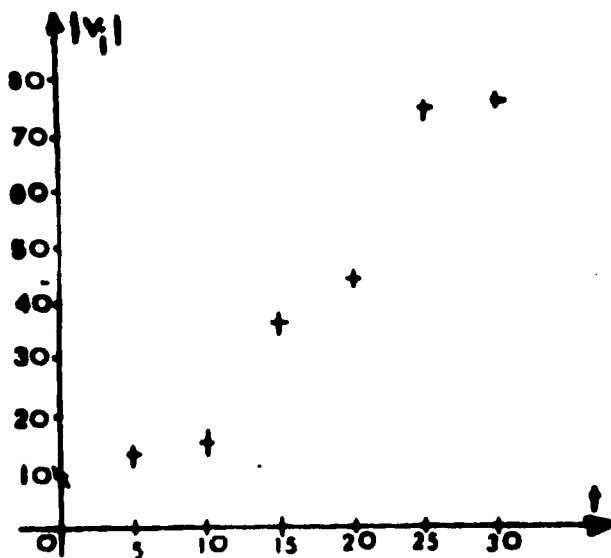
Conclusión: La gráfica t-x es una rama de parábola abierta hacia abajo.

Contraejemplo 1

Movimientos no uniformemente acelerados, por ejemplo un móvil cuyo registro de tiempos y velocidades instantáneas fuera el siguiente:

t (min)	0	5	10	15	20	25	30
$ V_i $ (Km/min)	10	13	15	37	45	75	77

a) Construye la gráfica $t - |V_i|$:



b) ¿Los puntos de la gráfica se pueden alinear sobre una recta?

(No)

c) La pendiente, ¿tiene un valor constante?

(No)

d) Por tanto, el valor de la aceleración media ¿es cons_u tante?

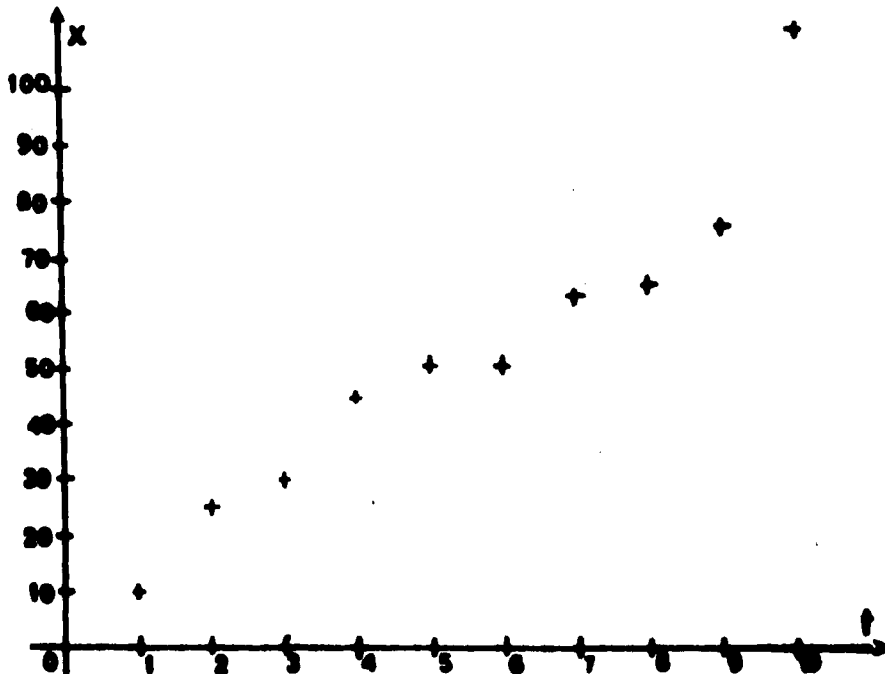
(No)

Contraejemplo 2

Movimientos no uniformemente acelerados, por ejemplo, un movimiento cuyo registro de tiempos y distancias fuera el siguiente:

$t(\text{min})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x(\text{min})$	0	10	25	30	45	50	50	63	65	75	110

a) Construye la gráfica de la tabulación anterior:



b) ¿Los puntos podrían alinearse sobre una parábola?

(No)

PRIMERA LEY DE NEWTON

Dimensiones críticas: Todo cuerpo permanece en estado de reposo o de movimiento uniforme rectilíneo a menos que una fuerza externa altere estos estados.

Atributos irrelevantes:

- a) El tiempo durante el cual el cuerpo permanece en estado de reposo.
- b) Cualquiera que sea la naturaleza de la fuerza externa.
- c) El vector velocidad (cuando se mueve con movimiento uniforme rectilíneo).
- d) La masa, el tamaño y la forma del cuerpo.

Prerrequisitos:

- a) El concepto de movimiento uniforme rectilíneo.

PRIMERA LEY DE NEWTONEjemplo 1

Sobre una mesa se coloca un cuerpo. ¿Cuánto tiempo permanecerá en reposo ahí?

(Estará ahí hasta que una fuerza externa lo mueva)

Ejemplo 2

Observa una lámpara del alumbrado público, ¿cuánto tiempo permanecerá en reposo?

(todo el tiempo hasta que una fuerza externa modifique dicho estado)

Ejemplo 3

Observa el dispositivo siguiente:



a) ¿Cuándo bajará la canica por el plano?

(Cuando se retire el tope "T" que la detiene).

b) ¿Cuáles son las causas del movimiento de la canica?

(la acción de la gravedad y que está colocado sobre un plano inclinado)

Conclusión: El cuerpo permanece en reposo hasta que las fuerzas que se ejercen sobre él dejen de estar en equilibrio.

Ejemplo 4

Si en el ejemplo 3 el plano estuviera horizontal ¿qué ocurriría al quitar el tope "T"?

(la canica no se mueve).

¿porqué?

(porque las fuerzas que existen sobre el cuerpo están equilibradas)

Conclusión: Si las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo están equilibradas el cuerpo no se mueve.

Ejemplo 5

Con el auxilio de un dispositivo que sirva como "disparador" analizaremos el movimiento de esferas fabricadas con diferente material. El uso del "disparador" nos asegura un impulso igual a cada una de las esferas. Se pueden usar esferas de hule, madera, unicel, plástico, hierro, etc.

- a) Monta el "disparador" con la esfera como indica el diagrama y coloca sobre el piso por donde se van a mover las esferas lija muy gruesa. Realiza el experimento con todas las esferas y responde: ¿qué tan largos son los desplazamientos de cada esfera? Ordénalos de mayor a menor.



¿Cuál es la causa que hace que los desplazamientos sean diferentes?

(El rozamiento entre la superficie de las esferas y el piso (fricción)).

- b) Ahora pon una superficie menos rugosa en el piso (lija menos gruesa), "dispara" las esferas y observa su movimiento: ¿hubo alguna modificación en el desplazamiento de las esferas?

(Sí, ahora son más largos que en el primer experimento).

¿porqué?

(Porque ahora la fricción entre las esferas y el piso ha disminuido).

- c) Repite el experimento ahora en un piso de mosaico y haz las siguientes observaciones cualitativas: ¿Se registra cambio en los desplazamientos de las esferas?

(Sí, son mucho más largos).

¿porqué?

(Porque se sigue reduciendo la fricción entre el piso y la superficie de las esferas).

- d) Si pudiéramos eliminar completamente la fricción en tre el piso y las esferas y la fricción entre el ai re y las esferas, ¿qué ocurriría con las esferas al deslizarse por el piso?

(Las esferas no se detendrán, seguirán moviéndose indefinidamente porque no habrá ya ninguna fuerza externa que modificará el estado de movimiento).

Conclusión: En ausencia de fuerzas externas, que dese-quilibren el sistema, los cuerpos que poseen un movimien to uniforme rectilíneo no modifican su estado.

SEGUNDA LEY DE NEWTON

Dimensiones críticas: La aceleración producida en un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Atributos irrelevantes:

- a) La magnitud de la masa del cuerpo.
- b) El tiempo durante el cual se aplica la fuerza.
- c) La distancia que recorra el cuerpo.

Prerrequisitos:

- a) Cinemática: Movimiento Uniformemente Acelerado.
- b) Saber graficar y determinar el tipo de proporcionalidad entre las variables.
- c) Conocer las unidades de aceleración, masa y fuerza.

En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

- a) Las aceleraciones producidas en un cuerpo son directamente proporcionales a las fuerzas aplicadas.
- b) Las aceleraciones producidas en un cuerpo son inversamente proporcionales a las masas del cuerpo.
- c) Las gráficas de variación entre fuerza y aceleración y masa y aceleración.

SEGUNDA LEY DE NEWTONEjemplo 1

- a) Las aceleraciones producidas en un cuerpo son directamente proporcionales a las fuerzas aplicadas.
- b) Las aceleraciones producidas en un cuerpo son inversamente proporcionales a la masa del cuerpo.

Imagina que sucesivamente jalas con la misma fuerza tres diferentes objetos: una carreola, un automóvil pequeño y un camión de carga pequeño.

- a) ¿Qué podemos decir acerca de la aceleración producida a cada uno de estos cuerpos?

(A medida que aumenta la masa de los cuerpos, crece la dificultad para moverlos, o sea, la aceleración que adquieren se reduce).

Ordénalos de mayor a menor aceleración:

- 1° la carreola,
- 2° el carro chico,
- 3° el camión de carga pequeño).

- b) De acuerdo al resultado anterior, ¿qué tipo de relación existe entre la magnitud de la aceleración producida y la masa de cada cuerpo?

(A mayor masa, menor aceleración).

- c) Ahora piensa, ¿qué ocurriría con la aceleración, si los mismos cuerpos son empujados por grupos de dos y tres hombres que imprimen en conjunto, el doble y el triple de la fuerza del inciso (a)?

(Al aumentar la fuerza aplicada aumentarán también las aceleraciones).

- d) De acuerdo a la respuesta anterior, ¿qué tipo de relación existe entre las fuerzas y las aceleraciones?

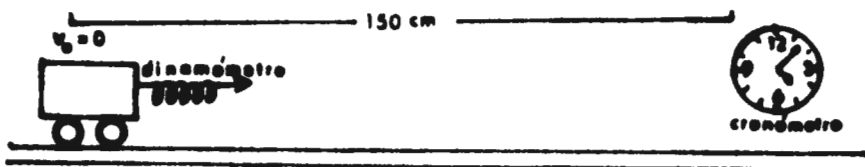
(A mayor fuerza, mayor aceleración y a menor fuerza menor aceleración).

SEGUNDA LEY DE NEWTONEjemplo 2

La aceleración producida en un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada.

*La gráfica fuerza-aceleración es una serie de puntos que se pueden alinear sobre una recta que indica una proporcionalidad directa.

Usamos un dispositivo como el que muestra el esquema:



(El cuerpo debe tener masa constante y tratar de reducir lo más posible la fricción entre superficies).

Realizamos el siguiente experimento:

- a) Fijamos una distancia horizontal (x), de 150 cm para que el carrito se desplace. Aplicamos una fuerza constante de 49×10^3 dinas y con un crónómetro medimos el tiempo que invierte el carrito en

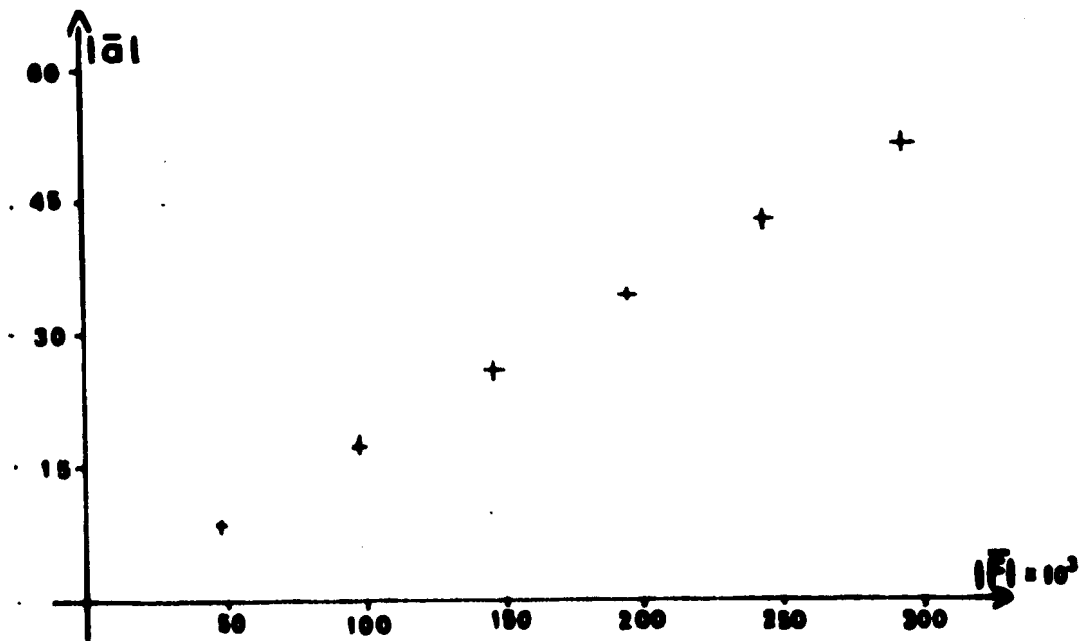
recorrer la distancia marcada. Aumentamos cada vez la fuerza en 49×10^3 dinas y medimos el tiempo ob-
teniendo el siguiente registro:

$ \bar{F} $ ($\times 10^3$ dinas)	0	49	98	147	196	245	294
t (seg)	0	5.84	4.14	3.40	2.97	2.64	2.41

- b) A partir de la expresión: $x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ calculamos el valor de la aceleración: $a = \frac{2x}{t^2}$ con la condición inicial $v_0 = 0$). Obtenemos el siguiente registro:

$ \bar{F} $ ($\times 10^3$ dinas)	0	49	98	147	196	245	294
$ \bar{a} $ (cm/seg ²)	0	8.8	17.5	26.0	34.0	43.0	51.6

- c) Construimos la gráfica $|\bar{F}| - |\bar{a}|$:



d) ¿Cómo es la gráfica?

(Puntos que se alinean sobre una recta).

e) Cuando los puntos de la gráfica se alinean sobre una recta inclinada, ¿qué tipo de proporcionalidad indica?

(es una proporcionalidad directa).

Conclusión: La aceleración en un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza aplicada sobre él.

Ejemplo 3

La aceleración producida en un cuerpo es inversamente proporcional a la fuerza aplicada.

* La gráfica fuerza-aceleración es una serie de puntos que se pueden alinear sobre una recta que indica una proporcionalidad inversa.

Usando el mismo dispositivo del ejemplo anterior ahora se va a mantener constante la fuerza aplicada sobre el cuerpo y vamos a variar la masa. Realizamos el siguiente experimento:

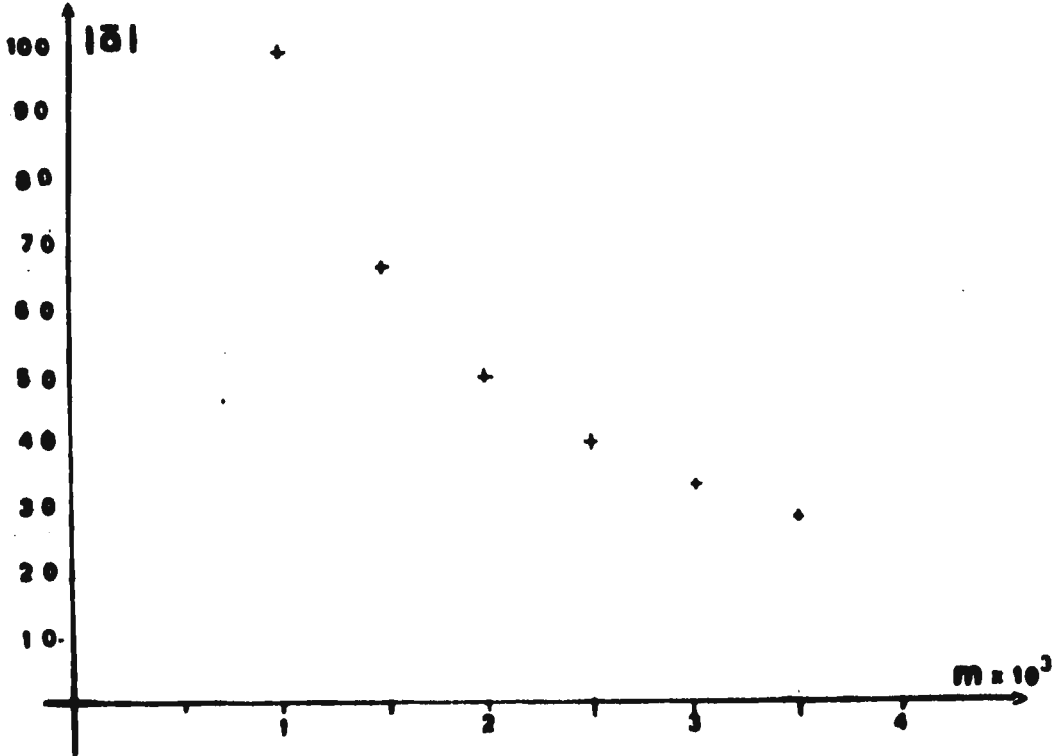
- a) Fijamos una distancia horizontal (x) de 150 cm para que el carrito se desplace. Aplicamos una fuerza constante de 98×10^3 dinas; conociendo una masa inicial del carrito medimos el tiempo que tarda en recorrer la distancia marcada. Aumentamos el valor de la masa inicial y volvemos a medir obteniendo el siguiente registro:

$m(x 10^3 \text{ gr})$	1	1.5	2	2.5	3	3.5
$t(\text{seg})$	1.74	2.13	2.46	2.75	3.01	3.25

- b) A partir de la expresión $x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ calculamos el valor de la aceleración $a = \frac{2x}{t^2}$ (porque $v_0 = 0$) y obtenemos el siguiente registro:

$m (x 10^3 \text{ gr})$	1	1.5	2	2.5	3	3.5
$ \bar{a} (\frac{\text{cm}}{\text{seg}^2})$	99.08	66.12	49.573	39.67	33.11	28.40

c) Construye la gráfica $m - |a|$



d) ¿Cómo es la gráfica?

(son puntos que se alinean en una línea que indica que a medida que la masa va aumentando la aceleración va disminuyendo).

e) ¿Qué tipo de proporcionalidad nos da esta variación?

(Una proporcionalidad inversa).

Conclusión: La aceleración en un cuerpo es inversamente proporcional a la masa del mismo.

TERCERA LEY DE NEWTON

Dimensiones críticas: Cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, el segundo cuerpo ejerce una fuerza igual y opuesta sobre el primer cuerpo.

Atributos irrelevantes:

- a) El cuerpo sobre el que recae la acción y el cuerpo sobre el que recae la reacción, en sistemas newtonianos.
- b) Si los cuerpos están en movimiento o en reposo.
- c) La forma de los cuerpos.
- d) La masa de los cuerpos.

En los ejemplos se hace énfasis en los siguientes puntos:

- a) Se necesitan dos cuerpos para que haya acción-reacción.
- b) La acción y la reacción son fuerzas opuestas de la misma magnitud.
- c) La acción y la reacción actúan sobre cuerpos diferentes.

TERCERA LEY DE NEWTON

- a) Se necesitan dos cuerpos pa
ra que haya acción-reacción.
- b) La acción y la reacción son
fuerzas opuestas de la misma
magnitud y con la misma lí-
nea de acción.
- c) Las fuerzas de acción y de
reacción actúan sobre cuer-
pos diferentes.

Ejemplo 1

Golpeamos la masa con nuestro puño (acción), ¿qué
sentimos en la mano (reacción)?

(Una fuerza ejercida hacia la mano).

¿Porqué?

(Porque la mesa "nos ha golpeado el puño" (reac-
ción) como respuesta a nuestra acción).

Si la mesa no existiera, ¿qué hubiera ocurrido?

(No hay golpe, no hay interacción)

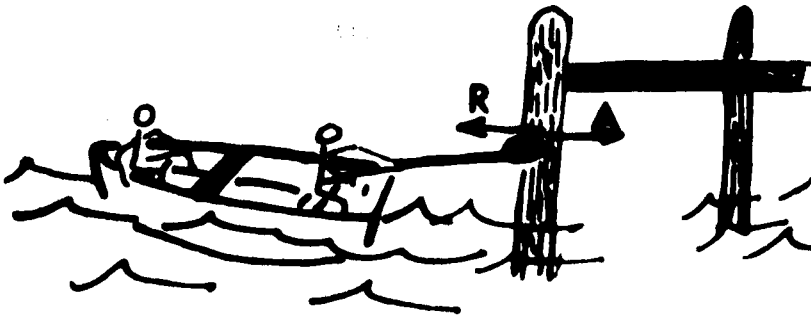
Ejemplo 2

Si estamos en una embarcación y empujas el muelle con un remo ¿qué ocurre?

(la embarcación retrocede).

¿porqué?

(porque al aplicar una fuerza sobre el muelle, éste ejerce una fuerza sobre la embarcación).



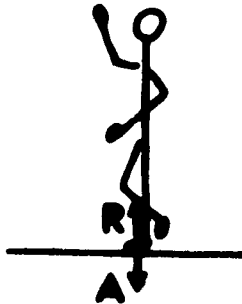
Si el muelle no existiera y quisiéramos movernos sin usar el remo (sin remar), ¿podríamos hacerlo?

(No)

Ejemplo 3

Una persona se encuentra parada sobre un pie, en el piso.

- a) Indica en el esquema con flechas la acción (A) y la reacción (R):



- b) Si la persona pesa 600 newtons ¿cómo es la acción sobre el piso debido a su peso?

(De la persona hacia el piso).

¿Cuánto vale la reacción?

(600 newtons)

¿Quién la ejerce?

(el piso)

¿Sobre quién la ejerce?

(sobre el pie).

Supóngase que el individuo brinca e instantáneamente se detiene en el aire, ¿podríamos hablar de fuerzas de acción y de reacción?

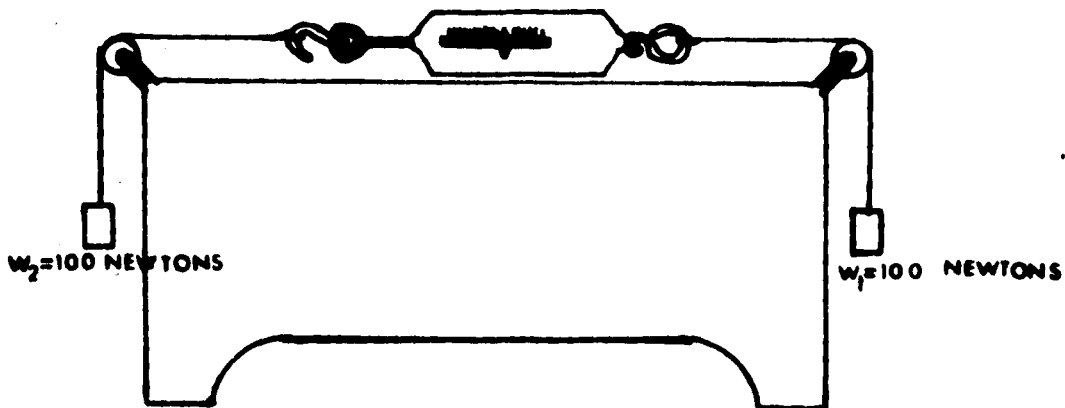
(Si, la acción de la masa de la tierra sobre la masa del señor y la acción de la masa del señor "sobre" la masa de la tierra, o sea, siguen siendo dos cuerpos en interacción).

Conclusión: a) Se necesitan dos cuerpos para que exista el par acción-reacción.

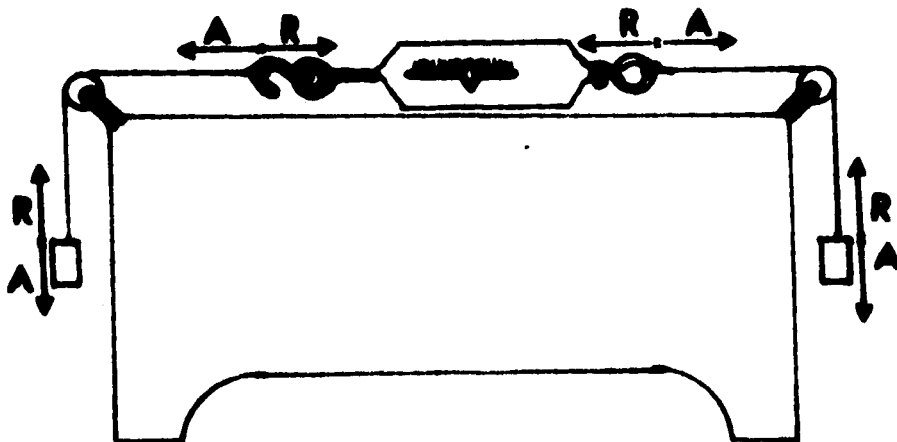
b) Actúan sobre cuerpos diferentes.

Ejemplo 4

Dos cuerpos de 100 newtons cada uno están unidos mediante un dinamómetro como indica la figura:



- a) Señala algunos pares acción-reacción que encuentres en el sistema.

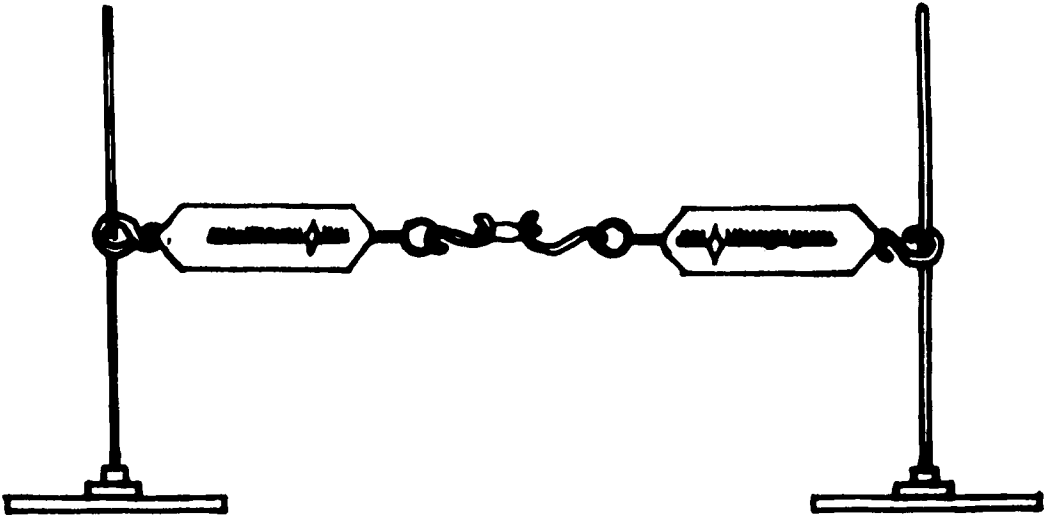


b) Si el dinamómetro está graduado en newtons, ¿cuál será la lectura en él?

(100 newtons)

Ejemplo 5

Montamos un dispositivo como el de la figura: fijos los dinamómetros a los soportes únelos con un cordel hacia el centro.



- a) ¿Son iguales o diferentes las lecturas del valor de las fuerzas en los dinamómetros?

(Son iguales)

- b) ¿Cuál de los dinamómetros jala al otro?

(Los dos se jalan entre sí)

- c) Movemos el soporte de la derecha en la misma dirección 6 cm hacia atrás, ¿cómo son las lecturas de

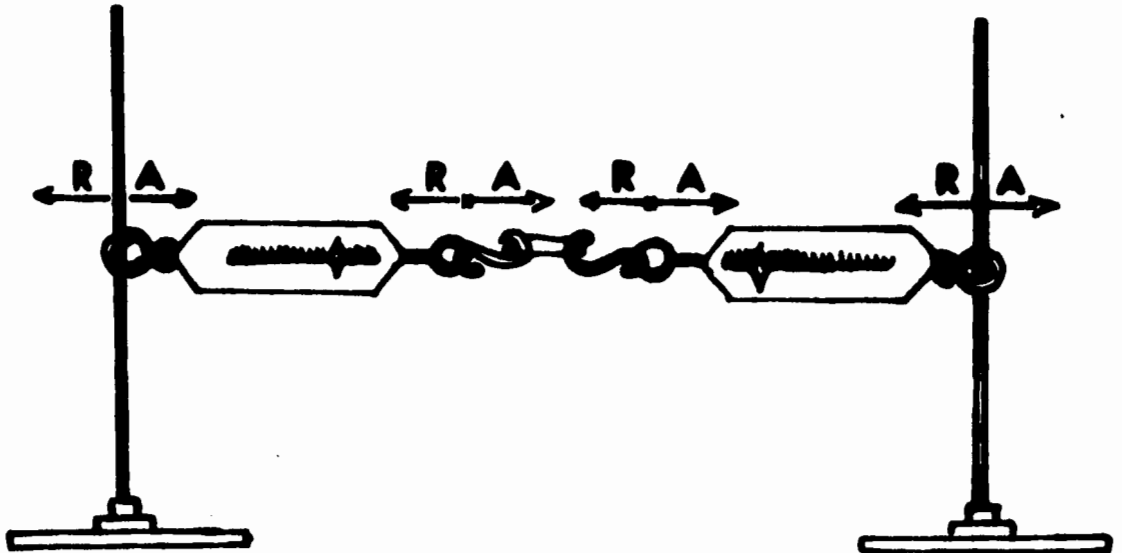
los dinamómetros ahora?

(Iguales)

- d) ¿Cuál sería la respuesta si jalamos el soporte de la izquierda hacia atrás?

(La misma)

- e) Señala algunos de los pares acción-reacción en el sistema presentado.



Conclusión: a) La acción y la reacción son fuerzas opuestas de la misma magnitud y dirección.

b) Las fuerzas de acción y de reacción actúan sobre cuerpos diferentes.

CAPITULO V

**Validación del enfoque propuesto
to en este trabajo para la enseñ
ñanza de conceptos en Física.**

En el primer capítulo de la presente tesis se presentaron algunas de las causas principales, conocidas a través de la experiencia, que han provocado deficiencias en el proceso enseñanza-aprendizaje en general; en el capítulo III no referimos particularmente a la enseñanza de conceptos haciendo especial énfasis en un enfoque derivado de la Tecnología de la Educación y que fué aplicado a varios conceptos básicos de la física a nivel medio superior.

Para hacer una validación del enfoque propuesto seleccionó una población de estudiantes integrada por un grupo de primer año de bachillerato y otro de tercero para lo cual se eligieron algunos conceptos de física incluidos en los programas de estudios correspondientes.

De los temas desarrollados en este trabajo, en el grupo de primero se aplicaron los ejemplos de velocidad media, movimiento uniforme rectilíneo, movimiento uniformemente acelerado, Primera Ley de Newton, Segunda Ley de Newton, Tercera Ley de Newton.

Para el grupo de tercero se hizo una modificación en los temas tratados en este trabajo: se hizo énfasis en los temas gráficas del M.U.R. y gráficas del M.U.A.

porque de la primera gráfica de variación (t-v para M.U.R. y t-a para M.U.A.) se "integraron" las expresiones matemáticas como "áreas bajo curva".

Al poner en práctica este enfoque, una de las primeras situaciones que sobresalieron fué la mayor participación de los alumnos durante el desarrollo de la clase. Resultó interesante ir analizando conjuntamente con los alumnos los ejemplos y contraejemplos correspondientes, ésto ayudó, entre otras cosas, a mejorar en algunos casos, las situaciones presentadas como ejemplos y contraejemplos. Al término de cada secuencia se realizaba una evaluación para verificar la comprensión y asimilación del concepto en estudio.

Al final del curso, los alumnos opinaron que preferían este tipo de evaluación frecuente (fueron 16 en total) a que se hicieran una o dos evaluaciones en el curso. Esto permite al alumno ir conociendo con oportunidad el aprendizaje adquirido durante el curso, teniendo la posibilidad de despejar dudas y reforzar ideas, conforme se iban presentando los conceptos del programa.

Una vez que se concluyó el primer ensayo se ajustaron los ejemplos y contraejemplos presentados y se programaron experiencias de laboratorio para reforzar los

conocimientos adquiridos. Los alumnos tenían que aplicar los conocimientos adquiridos sobre un concepto en particular a la realización de un experimento relacionado con ese concepto. En opinión de los alumnos fué acertada la combinación teoría-experimento para el aprendizaje de conceptos.

De acuerdo a la experiencia, este enfoque es particularmente útil para aquellos alumnos cuya actitud es pasiva ó incluso negativa hacia el aprendizaje, son aquellos alumnos que al final de la clase o tema dicen "no haber entendido nada" siendo, muchas veces, sólo "flojera para pensar". El plantearles preguntas debidamente programadas, como las presentadas en cada ejemplo y contraejemplo, del capítulo IV, los motiva, los estimula y les va permitiendo percibir las dimensiones críticas y atributos irrelevantes correspondientes, estableciendo un rico ejercicio sobre como analizar y razonar situaciones físicas que difícilmente por sí solos ellos pudieran realizar. Lograr el aprendizaje de la física en los alumnos constituye, sin duda alguna, una gran satisfacción para el profesor.

Otro resultado importante obtenido de la experiencia al aplicar este método es que el uso de las matemá-

ticas se circunscribe al de una herramienta y no como la única base para evaluar la comprensión de un concepto, aún cuando se hace notar a los alumnos la importancia y utilidad del buen manejo de las matemáticas.

Un segundo ensayo del método propuesto en este trabajo se está efectuando con grupos de primero y tercer año de bachillerato en el curso actual. Con las reestructuraciones y experiencias derivadas del primer ensayo se están obteniendo mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos. Estamos convencidos que el manejo hábil (habilidad que se obtiene con la práctica) de este método conducirá a importantes mejoras en la enseñanza de conceptos y en el interés por el estudio de la física en los alumnos de nivel medio superior.

Debemos hacer notar que no es tarea fácil, ante todo el profesor necesita tener un buen dominio de los conceptos a enseñar, para poder definir con precisión las dimensiones críticas y atributos irrelevantes correspondientes, necesita invertir horas de esfuerzo y creatividad en el diseño de los ejemplos y contraejemplos respectivos y necesita encarar la labor docente con una actitud profesional y de superación constante. El aprendizaje sólido y significativo de los alumnos será la recompensa de su esfuerzo.

C O N C L U S I O N E S

El aprendizaje de conceptos es uno de los problemas más relevantes dentro de la enseñanza de la física, el enfoque propuesto en este trabajo es una alternativa importante que, pensamos, debe ser considerada. Los resultados hasta ahora alcanzados, así lo confirman. Este método sigue siendo aplicado en cursos normales de bachillerato para algunos conceptos tratados y analizados en este trabajo. Estamos convencidos, que este método estimula una participación activa del estudiante y representa una forma organizada y planeada que facilita notablemente la enseñanza de conceptos en la Física. Se deberá seguir validando este enfoque aplicando a otros grupos de alumnos y a otros conceptos de Física aún no tratados con este método y poner a disposición de otros profesores tanto la parte teórica de este enfoque como los resultados hasta ahora obtenidos en la práctica docente. Es claro que todo esfuerzo que se haga por mejorar la enseñanza de la Física, buscando nuevos enfoques, planteando nuevas alternativas, redundará y configurará un área hasta ahora muy poco explotada: la investigación en la enseñanza de la Física.

BIBLIOGRAFIA

Tecnología de la Educación y su aplicación al aprendizaje de la Física

C. Zaki Dib

C.E.C.S.A. (1977).

Psicología Educativa

David Ausubel

Trillas (1979).

Aprendizaje por descubrimiento

Schulman y Keislar

Trillas (1979).

Evolución de los conceptos de la Física

Arnold B. Arons

Trillas (1970).

El mundo de la Física

Cetto, Domínguez, Lozano, Tambuti, Valladares

Volumen II

Trillas (1979).

El mundo de la Física

Cetto, Domínguez, Lozano, Tambuti, Valladares

Volumen III

Trillas (1977).

Mecánica Clásica

Apuntes

Don Juan de Oyarzábal

(1979).