

# **Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS**

**TESIS DE GRADUACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA”**

**TEMA**

**“SISTEMA TUTORIAL INTELIGENTE”**

**AUTOR**

**FRANKLIN ALMAGRO PARRA ORTEGA**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO**

**2010**

## DEDICATORIA

### AGRADECIMIENTO

Para mis padres, hija y esposa.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por las bendiciones, a mi madre, por sus sabios consejos, a mi esposa por su apoyo incondicional y constante para terminar este reto, y a mi tierna hija que me inspira proponerme nuevas metas.

A mis profesores que orientaron mi aprendizaje: a Máster Jorge Flores Herrera, quien me guío durante la carrera, a Máster Carlos Moreno, quien me propuso tomar esta maestría y que continuamente estuvo dándonos ánimo, a la Máster Gisell Núñez que pacientemente nos enseñó a sacarle el máximo rendimiento al computador, a mi paciente profesora Jenny Venegas que me ayudó a organizar las ideas finales.

Finalmente a todos los compañeros de maestría que de alguna manera hay ampliado mis forma de pensamiento, en especial al Ingeniero y compañero Luis Guzmán, que en paz descansa.

## DECLARACIÓN EXPRESA

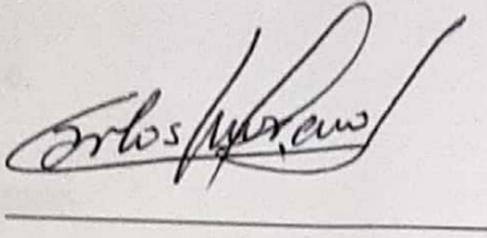
“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Franklin Parra Ortega', is written over a horizontal line. The signature is stylized with large loops and a long horizontal stroke extending to the left.

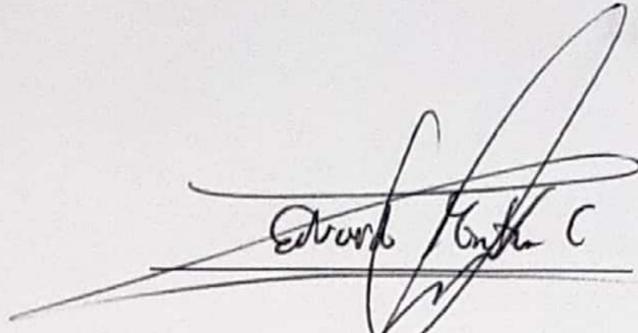
Franklin Parra Ortega.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



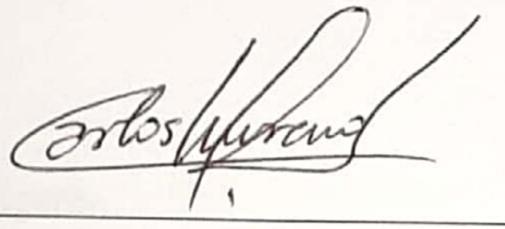
MsC. Carlos Moreno.

**Director del ICF**



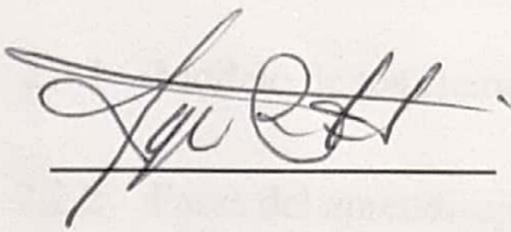
MsC. Eduardo Montero.

**Sub Director del I.C.F**



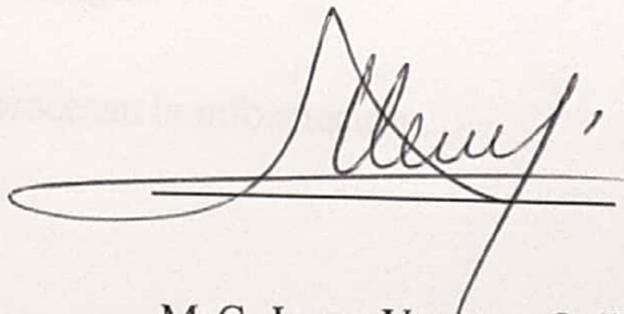
MsC. . Carlos Moreno.

**Director de Tesis**



MsC. Jorge Flores Herrera

**Vocal**



MsC. Jenny Venegas Gallo.

**Vocal**

## Índice

	Página
Índice.	1
Resumen.	3
1. Introducción.	5
1.1 Elementos del proceso enseñanza-aprendizaje.	5
1.2 Soporte informático en la educación.	6
1.3 Pregunta de investigación.	6
2. Marco Teórico.	7
2.1 Sistema Tutorial Inteligente.	7
2.1.1 Laboratorios Virtuales.	7
2.1.2 Sistemas Tutoriales Inteligentes basados en Simuladores.	8
2.1.3 Características de un sistema tutorial inteligente.	8
2.1.4 Arquitectura de los Sistemas Tutoriales Inteligentes.	9
2.2 Condiciones del Aprendizaje de Robert Gagné.	10
2.2.1 Modelo de los elementos que procesan la información.	11
2.2.2 Fases del aprendizaje.	12
2.2.3 Capacidades que son aprendidas por las personas.	15
3. Materiales Instruccionales.	17
3.1 Sistema Tutorial.	17
3.2 Fases del Aprendizaje del Sistema Tutorial (ST).	17
3.3 Elementos del Sistema Tutorial (ST).	18

4. Método.	19
4.1 Procedimiento.	19
4.2 Participantes.	20
4.3 Sitio.	20
4.4 Observaciones.	20
4.5 Muestreo para la entrevista.	21
4.6 Entrevista.	21
4.7 Cuestionario de satisfacción.	22
5. Resultados.	23
5.1 Aseveraciones.	23
5.2 Discusión.	24
5.3 Conclusiones.	25
5.4 Recomendaciones.	26
Referencia Bibliográfica.	27
Anexo 1. Método tradicional de la enseñanza de la Física.	28
Anexo 2. Cartilla para la recolección de datos.	29
Anexo 3. Tabla de resultados del aprendizaje.	30
Anexo 4. Cuestionario de entrevista.	31
Anexo 5. Cuadro de calificaciones de la prueba sumativa.	32
Anexo 6. Encuesta de satisfacción del proceso de aprendizaje.	33
Anexo 7. Sistema tutorial.	34
Anexo 8. Conceptos de rapidez media del ST.	40
Anexo 9. Ejercicios propuestos del ST.	54

## Resumen

En el proceso de enseñanza-aprendizaje intervienen cuatro elementos claves: el alumno, el docente, la información y el medio que rodea al alumno. Los sistemas informáticos hoy en día se han vuelto parte de ese medio, hoy en día los alumnos se relacionan desde temprana edad con el manejo de la tecnología, a ellos les resulta muy motivante el uso de la tecnología; por esto siempre están dispuestos a entregar mayor tiempo a actividades que utilizan el computador con la única recompensa de utilizarlos [2].

A la actividad diaria de los alumnos en el salón de clase, además de la relación entre compañeros, profesores y textos tradicionales, se le ha unido la interacción con máquinas inteligentes, en esta relación, entran los sistemas tutoriales inteligentes (STI), cuyas características principales son: promover una respuesta activa en el alumno, informar al alumno sobre su desempeño, permitir un avance del aprendizaje de manera autónoma, promover la eficiencia y eficacia del alumno en el trabajo. Si estas características se logran al diseñar e implementar un sistema tutorial, los alumnos contarán con un profesor a tiempo completo, incansable, que nunca pierde la calma.

Un sistema tutorial inteligente (STI) es una herramienta cognitiva que imita la actividad de un profesor, estos al igual que el maestro se plantean interrogantes como: ¿qué enseñar?, ¿cuándo enseñar? y ¿cómo enseñar?.

¿Cómo enseñar Física a los alumnos? es una interrogante que tiene una diversidad de respuestas, todas ligadas al ¿por qué el alumno debe estudiar Física?; el ¿por qué? Podría ser: primero, como ciencia experimental los acerca al mundo real que los rodea y al método de investigación científica y segundo: porque aprenden a expresar matemáticamente las relaciones entre variables que intervienen en los fenómenos.

En el inicio del aprendizaje de la Física, su contexto es muy idealizado, va acorde con la madurez del adolescente, en este momento es cuando el profesor debe evitar el aprendizaje de conceptos erróneos llevados por la simplicidad.

Para cuando el alumno ha decidido que su futuro es alguna de las ramas de la ciencia o tecnología, las idealizaciones de los fenómenos físicos van aproximándose a la realidad y la única manera de expresar esto es con la complejidad matemática que en la actualidad es afrontada con la ayuda de las herramientas computacionales: lenguajes de programación, simuladores, hojas electrónicas, etc.

El uso del computador como apoyo para la búsqueda de información es fundamental hoy en día, el acceso a gigantescas bibliotecas virtuales o portales calificados es abundante, esto motiva al auto-aprendizaje al alumno acucioso.

A medida que el computador fue integrando a su hardware: la multimedia, la emulación gráfica, entre otras capacidades, fue incrementando su importancia como herramienta para la educación, tanto para el profesor como para el alumno, esto último ha hecho que el computador incursione en otros campos de la enseñanza-aprendizaje.

Se plantea entonces para nuestra sociedad la pregunta de investigación:

¿Mejorará la actividad de la clase el uso de un sistema tutorial inteligente para el aprendizaje de la Física, específicamente en el tema de la rapidez media de la partícula?

Al concluir la presente investigación la respuesta a esta interrogante es afirmativa, esto se basa en: el elevado grado de aceptación y satisfacción del grupo en estudio hacia el uso del sistema tutorial, en el muy buen nivel de la mediana del grupo en el test de conocimientos, entre otras razones que se exponen en los diferentes capítulos de la investigación.

El uso de herramientas tutoriales es una opción válida que eleva significativamente las expectativas de los alumnos, son útiles como apoyo al proceso de aprendizaje de los alumnos, por tal motivo queda justificado todo esfuerzo o inversión de recursos en este ámbito que diversifica los escenarios del aprendizaje.

Hay que puntualizar que para esta investigación el sistema desarrollado es un tutorial, es un prototipo modular con propiedades de crecimiento, que llenó las expectativas de los alumnos, entonces vale realizar esfuerzos por convertirlo en un sistema tutorial completo e inteligente para el aprendizaje de la Física.

Los sistemas tutoriales inteligentes involucran redes extendidas servidores potentes y simuladores especializados, son la respuesta a la diversificación de los escenarios para el aprendizaje, especialmente en aquellos temas que la experimentación real es difícil o imposible llegar a realizarla.



## Capítulo 1. Introducción

### 1.1 Elementos del proceso enseñanza-aprendizaje.

El salón de clase es el lugar en el cual se reúnen los cuatro elementos claves del proceso enseñanza-aprendizaje: el alumno, el docente, la información que se va a comunicar y el medio. La Figura 1.1 muestra la relación entre los cuatro elementos fundamentales citados.

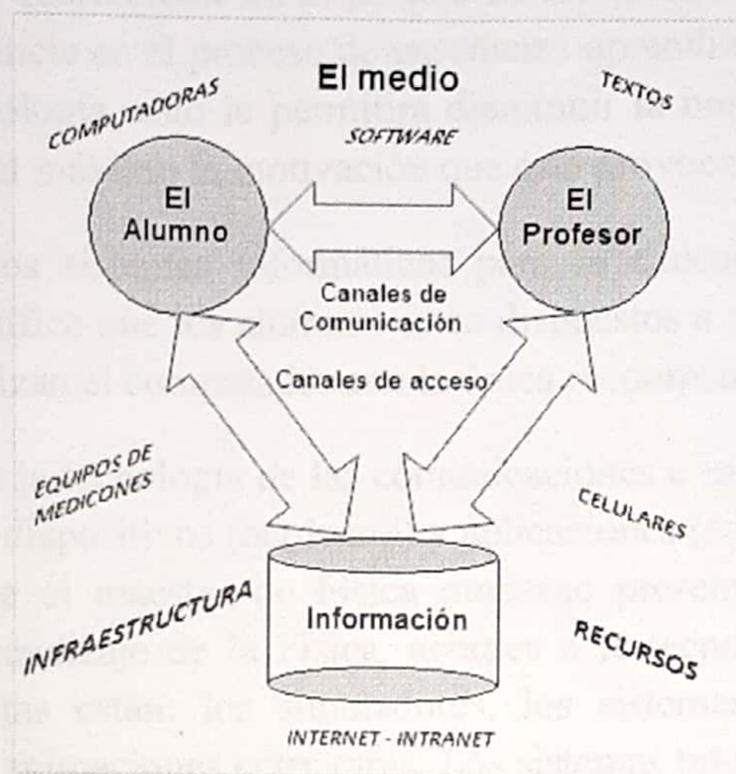


Figura 1.1 Relación entre los elementos del aprendizaje

El alumno, es el poseedor de conceptos y estrategias de aprendizaje adquiridas durante su vida académica, además es poseedor de un perfil social y emocional que lo diferencia de sus compañeros. El alumno es el elemento central del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El docente, es poseedor del conocimiento y de las estrategias pedagógicas, es el motivador, administrador de la información y de los elementos que integran el medio que rodea al alumno.

La información, es en la actualidad considerable en cualquier área del saber, está delimitada por los planes y programas de estudio de acuerdo a los objetivos de las carreras y especialidades adoptadas por cada institución.

El medio, está constituido por la infra-estructura como: laboratorios, talleres, salas de computadoras, herramientas informáticas, medios de comunicación, recursos del aula, y otras herramientas que están a disposición de los alumnos para facilitar el aprendizaje y para mejorar la actividad social entre ellos.

El medio en el cual se ve envuelto el aprendizaje, ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, en la actualidad existe una diversidad de elementos tecnológicos al servicio del docente y del alumno, estos medios han redefinido el rol del docente en el campo

educativo, este nuevo rol le permite al docente moderno ser el administrador del conocimiento, el facilitador del aprendizaje, y el motivador que trabaja constantemente sobre las expectativas de los alumnos.

## **1.2 Soporte informático en la educación.**

La informática educativa ha demostrado que es posible suministrar al estudiante una instrucción individualizada y con privacidad [1]. Es indudable que la tecnología la que es parte del medio influye fuertemente en la psiquis de los alumnos, se ha convertido en un componente de importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si el profesor maneja adecuadamente la tecnología, esto le permitirá disminuir la brecha generacional con sus alumnos y aprovechar al máximo la motivación que ésta provoca en ellos.

Para Alfonso Pérez, los sistemas informáticos para la educación son intrínsecamente motivantes, lo que significa que los alumnos están dispuestos a entregarle mayor tiempo a las actividades que utilizan el computador con la única recompensa de utilizarlos [2].

En las últimas décadas la tecnología de las comunicaciones e informática han avanzado a pasos agigantados, los dispositivos (hardware) y aplicaciones (software) están al orden del día, es importante que el maestro de Física moderno presente a los alumnos nuevos escenarios para el aprendizaje de la Física, acordes a la tecnología que ellos manejan; entre otras herramientas están: los simuladores, los sistemas tutoriales, los sistemas tutoriales inteligentes, animaciones entre otras. Los sistemas tutoriales inicialmente fueron utilizados en el aprendizaje de idiomas para luego trascender a otras áreas del aprendizaje.

## **1.3 Pregunta de investigación**

Fortalecer la enseñanza de la Física tanto de manera teórica como experimental es de suma importancia para el desarrollo de una sociedad, ya que de esto depende la inclinación de las nuevas generaciones hacia las ciencias experimentales. El maestro de Física moderno debe desarrollar nuevos impulsos que despierten interés en los alumnos por el aprendizaje de esta ciencia, para estos es indudable la necesidad de desarrollar nuevos escenarios para el aprendizaje de la Física, si este desarrollo apunta hacia el uso de la tecnología hay que invertir en ella.

Hoy en día, la tecnología ha incursionado fuertemente en educación, se plantea entonces en nuestra sociedad la pregunta que propicia la presente investigación:

¿Mejora la actividad de la clase el uso de un sistema tutorial inteligente para el aprendizaje de la Física, en particular el concepto de rapidez media de la partícula?.

De ser afirmativa esta interrogante, se justifica la inversión de recursos en ese ámbito, es relevante establecer la necesidad que tiene nuestra comunidad en realizar investigación científica sobre: el diseño, desarrollo, e implementación de sistemas tutoriales para el sistema educativo ecuatoriano para la enseñanza de las ciencias experimentales, al igual que en otras partes del mundo.

## **Capítulo 2. Marco Teórico.**

### **2.1 Sistemas tutoriales inteligentes.**

El desarrollo de la tecnología en comunicaciones y en especial de la informática ha ofrecido en diferentes momentos herramientas muy útiles para la educación, tanto para apoyar la labor de la docencia como la de la investigación.

En la docencia, los sistemas tutoriales han evolucionado de simples libros electrónicos a sistemas que se ajustan al desempeño de los alumnos, proporcionándoles ayuda pedagógica adecuada para propiciar un buen aprendizaje.

Los primeros materiales educativos para computadoras eran meras copias de los textos de los libros a un medio digital, surge así una de las primeras ayudas al aprendizaje, el libro electrónico. Un libro electrónico es un material construido en forma plana que no explota la interacción con el aprendiz, ni aplica secuencias remediales que promueva el aprendizaje significativo. Luego, con la evolución tecnológica fueron desarrollados los primeros simuladores; gracias a la optimización de microprocesadores, de medios de almacenamiento (memoria, HD), de dispositivos de entrada y salida de datos, entre otros dispositivos que posee un microcomputador se desarrollaron una nueva generación de simuladores que finalmente dieron paso a los modernos sistemas tutoriales inteligentes.

#### **2.1.1 Laboratorios Virtuales.**

Los primeros sistemas informáticos para la educación fueron los simuladores, estos son herramientas de entrenamiento muy efectivas, fueron desarrollados por la Oficina de investigación Naval de Estados Unidos (y otras organizaciones de manejo bélico) y denominados como proyecto VET por sus siglas en inglés “virtual environments for training” (ambientes virtuales para entrenamiento).

En un simulador los alumnos son inmersos en una simulación de computadora que interactúa con los aprendices de tal manera como lo harían en un ambiente de trabajo real.

La idea de crear laboratorios virtuales (o ambientes virtuales) es en algunos casos se debe a la falta del espacio físico, o de los recursos materiales, o inclusive del tiempo, o porque no se cuenta con los recursos para que el alumno realice el refuerzo del aprendizaje.

Entonces, la única manera posible de realizar una práctica es recreándola de la manera más real posible, como lo haría en un laboratorio o ambiente físico real, esto se denomina ambiente virtual de experimentación.

Un ambiente virtual sirve como medio de capacitación y entrenamiento en el manejo de equipos costosos, delicados, o de alto riesgo, o en los que su capacitación y adiestramiento real no es factible ya que los errores y fallas humanas pueden tener resultados catastróficos.

### **2.1.2 Sistemas Tutoriales Inteligentes basados en Simuladores.**

Un laboratorio virtual no tiene capacidad de enseñanza, más allá de realizar prácticas de conocimientos previos o ya adquiridos por medio de una ayuda anexa al mismo, por tal motivo estos no se consideran un medio de enseñanza-aprendizaje amplio.

Hubo la necesidad de incorporar a estos mecanismos de enseñanza otros mecanismos que aprovechen la práctica tridimensional de un laboratorio virtual, esta idea dio lugar al sistema tutorial inteligente (STI) basados en simulaciones (simuladores), estos sistemas van más allá de la aplicación de los conocimientos adquiridos en clase, son medios de aprendizaje de los que se puede obtener conocimiento de una manera abierta e independiente sobre uno o varios temas de la ciencia o tecnología.

Para la formación en ciencias, en especial en lo que a Física se refiere, los sistemas tutoriales son tutores personales del aprendizaje de los alumnos, y auxiliares de la enseñanza para los profesores. Un STI guía al alumno a lo largo de su aprendizaje, durante la inter-acción proporcionan al alumno una serie de circunstancias reales o ideales que hacen que el alumno tome decisiones que son evaluadas por el sistema, proporcionándole al alumno la retroalimentación inmediata que promueve un aprendizaje significativo, esto resulta difícil para un maestro, tornándose hasta en algo imposible si el número de alumnos de la clase es elevado.

### **2.1.3 Características de un sistema tutorial inteligente.**

Las características principales de un sistema tutorial inteligente (STI) son: promover una respuesta activa en el alumno, informar al alumno sobre su desempeño, permitir un avance del aprendizaje de manera autónoma, promover la eficiencia y eficacia del alumno en el trabajo.

Para promover una respuesta activa en el alumno, es necesario tomar en cuenta que se aprende mejor cuando se realiza actividad.

Leont'ev (1978) describe que una actividad está compuesta por: sujeto, objeto, acciones y operaciones; el sujeto es la persona o grupo de personas comprometidas con la actividad; el objeto, como objetivo, es mantenido por el sujeto y motiva la actividad generando una determinada dirección de acción, esta dirección puede cambiar a lo largo de la actividad; las acciones son lo que se entiende normalmente por tareas, un sujeto (singular o colectivo) puede desarrollar diferentes acciones, incluso estas acciones pueden solaparse o entrar en conflicto, unas con otras; en cambio las operaciones son acciones llevadas a cabo de forma automática, esta rutina se adquiere con la práctica y repetición de la misma acción en el tiempo, las operaciones dependen de las condiciones bajo las que la acción se esté llevando a cabo [3].

A la actividad diaria del alumno que lo relaciona con compañeros, profesores y textos tradicionales en el salón de clase, se le ha agregado la interacción con una máquina inteligente. Este tipo de interacción ha ganado terreno a pasos agigantados ya que es

indudable que tanto niños, jóvenes y adultos disfrutan del aprendizaje cuando está sustentado en el manejo de la tecnología. En otras regiones del mundo ya se maneja el criterio del aula con cero papel, esto para denominar de alguna manera al uso del minicomputador como herramienta generadora del trabajo del alumno, este microcomputador puede conectarse remotamente al servidor de la institución a la cual se pertenece el alumno.

Presentar de manera inmediata la información del desempeño del alumno, al alumno, es una tarea difícil para el profesor, pero cuando es asistido por un STI se vuelve mucho más ágil. De esta manera el alumno conoce lo acertado o errado de su conocimiento sobre el tema en concreto.

Si las actividades del aprendizaje que promueve el STI son abordados en pequeños grupos de alumnos se estrechan los lazos sociales entre ellos, lo que resulta muy provechoso para el ambiente de aprendizaje.

Los STIs son un avance hacia el aprendizaje autónomo, algo muy necesario en la educación moderna es permitirle al alumno que programe su aprendizaje, que tenga en cuenta su ritmo y disposición de tiempo, en la actualidad es fundamental permitir a los alumnos un avance personalizado sobre una temática de acuerdo a su interés.

La eficiencia en los alumnos se cultiva en el quehacer continuo y repetitivo de las tareas de aprendizaje, entonces, al recibir el estudiante de inmediato la corrección o confirmación de los errores o aciertos, mejoran esta eficiencia.

#### **2.1.4 Arquitectura de los Sistemas Tutoriales Inteligentes.**

Los sistemas tutoriales inteligentes modernos son verdaderos centros de cómputo, su éxito es permitir realizar simulaciones de experimentos mediante conectividad local y remota; permiten un manejo bibliográfico muy dinámico, el estudiante no requiere cargar un arsenal de textos para sus tareas de aprendizaje, todo lo puede llevar en una pequeña computadora personal o bajar de su servidor asignado.

Por otro lado, con la asistencia de un STI la comunicación entre compañeros y profesor no se limita al salón de clase, su actuación puede extenderse de manera geométrica, ésta va desde hacer llegar su opinión a grupos de compañeros o profesores hasta formar parte de un equipo de diseño a nivel global.

El desempeño es un tema que se refuerza con la asistencia de un STI, ya que las tareas programadas para el estudiante pueden ser calificadas de inmediato y ser registradas en una base de datos en tiempo real.

Un Sistema Tutorial Inteligente (STI) es una herramienta cognitiva que imita la actividad de un profesor, estos al igual que el maestro se plantean las interrogantes: ¿que enseñar?, ¿cuándo enseñar? y ¿cómo enseñar? [4]. La respuesta a estas tres preguntas son las razones que le da el carácter de inteligente a un sistema informático en educación, para lograrlo, el STI debe identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante en

particular, con el fin de de establecer un plan instruccional, este plan será consistente con los resultados obtenidos. Entonces, el STI debe encontrar la información relevante sobre el proceso de aprendizaje de cada estudiante, como su estilo de aprendizaje, nivel de conocimientos, entre otros, para luego aplicar el mejor medio de instrucción según sus necesidades individuales.

En la arquitectura básica (figura 2.1) de un STI están presentes los componentes: para modelar el conocimiento a enseñar (modelo del dominio), para hacer el seguimiento de la actividad del alumno (modelo del alumno), para las tareas del instructor (modelo del instructor); de las herramientas de enseñanza (modelo pedagógico), finalmente está la interfaz de comunicación entre el estudiante o profesor y el STI que debe ser muy amigable.

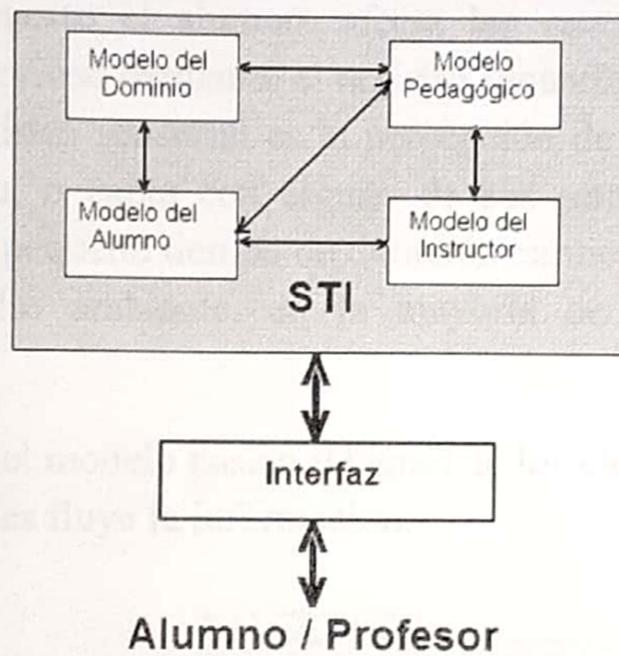


Figura 2.1. Arquitectura básica de un STI

Una vez elegido el tópico que un alumno debe aprender, comienza una sesión tutorial donde el STI entrega el material instruccional siguiendo los lineamientos que el modelo pedagógico y su instructor verdadero decidieron para él o ella. Asimismo el plan instruccional considera las características personales del estudiante a fin de adaptar apropiadamente la enseñanza del tópico a su perfil.

Los sistemas tutoriales inteligentes nacen por la necesidad de un cambio positivo hacia una educación activa, participativa y creativa en el aprendizaje de la ciencia e ingeniería en todos los niveles. Esta nueva modalidad se concentra en modificar el contexto tradicional del aprendizaje y en consecuencia mejorar el contexto de la enseñanza tradicional.

## 2.2 Condiciones del aprendizaje de Robert Gagné

Para Robert Gagné, el aprendizaje “es un proceso que capacita a organismos vivientes, tales como animales y seres humanos, para modificar su conducta con una cierta rapidez en una forma más o menos permanente, de modo que la misma modificación no tiene que ocurrir una y otra vez en cada situación nueva”, (Gagné, 1975, pp 13-14) [5].

De acuerdo a lo expresado por Gagné inferimos que un alumno aprende si se produce un cambio en su conducta y en su disposición humana, no es posible explicar estos cambios como producto de los procesos de maduración natural.

### 2.2.1 Modelo estructural de los elementos que procesan la información en las personas.

“La estimulación original o información original que proviene del exterior (medio) adquiere la forma de una representación modelada, esta información modelada se conserva en esta forma únicamente durante una fracción de segundo” (Gagné, 1975, p. 26) [5].

Es decir, el caudal de información que se produce por la estimulación del medio ambiente, al que se encuentra expuesto el alumno, afecta los receptores integrándose así esta información al sistema nervioso mediante el registro sensorial que poseemos las personas. Entonces, la tarea del registro sensorial es la percepción de los objetos y eventos que el alumno: observa, escucha, o capta con alguno de sus sentidos, más la codificación o cifrado de los mismos. El pequeño tiempo de duración explica el ¿por qué? la información que se obtiene del medio ambiente, en la mayoría de los casos, no se recuerda exactamente.

La figura 2.2 nos muestra el modelo básico (Gagné) de los elementos que se involucran en el aprendizaje por los cuales fluye la información.

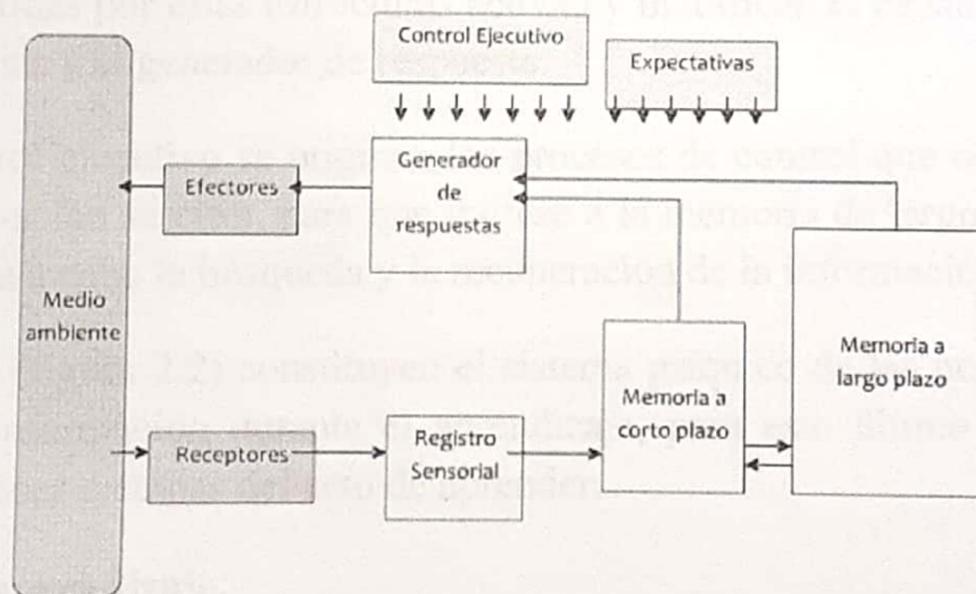


Figura 2.2. Modelo básico de los elementos que involucran el aprendizaje (Fuente: Gagné, 1975)

Para que la información ingrese en la memoria de corto plazo, esta es nuevamente procesada mediante un nuevo cifrado de tipo conceptual, la permanencia de esta información dentro de esta memoria (corto plazo) es relativamente corta, es cuestión de segundos.

Siguiéndole la pista al procesamiento de la información, es mediante algún estímulo o proceso externo que se produce el paso de la información de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo, en ocasiones la información pasa directamente a la memoria de

largo plazo, para que esto último ocurra el estímulo debe ser muy fuerte, de elevada expectativa.

“Cuando el aprendizaje nuevo depende parcialmente de la recordación de algo que se ha aprendido previamente, este algo se debe recuperarse de la memoria de largo plazo teniendo que volver a entrar a la memoria de corto plazo” (Gagné, 1975, p.26) [5].

Es muy frecuente en el proceso de aprendizaje recuperar la información de la memoria de largo plazo a la memoria de corto plazo, esto ocurre cuando nos enfrentamos a un nuevo aprendizaje que necesita conocimientos previos, o cuando realizamos transferencia del conocimiento, etc. Es debido a este procedimiento que la memoria de corto plazo es conocida también como memoria en funcionamiento o memoria consiente.

“El mensaje nervioso del generador de respuestas activa los efectores, que en el caso de las personas son los músculos corporales, produciéndose un desempeño que afecta sobre el medio ambiente” (Gagné, 1975, pp. 26, 27) [5].

Entonces, al generador de respuesta se le debe la demostración del aprendizaje, porque al convertir la información en acción el alumno muestra su desempeño mediante una modificación conductual, de no darse esta modificación en el alumno se podría concluir que no hubo un aprendizaje.

La figura 2.2 muestra la existencia de dos estructuras, éstas son externas al proceso de la información pero influyen sobre ella, éstas son: el control ejecutivo y las expectativas. Las señales emitidas por estas estructuras activan y modifican el caudal de la información entre las memorias y el generador de respuesta.

Dentro del control ejecutivo se originan los procesos de control que determinan la forma en que la información se cifra, para que ingrese a la memoria de largo plazo y la manera en la que se lleva a cabo la búsqueda y la recuperación de la información.

Estos elementos (figura 2.2) constituyen el sistema psíquico de las personas y determina como fluye la información durante el aprendizaje, para esto último Robert Gagné [5] establece ocho fases o etapas del acto de aprender.

### **2.2.2 Fases del aprendizaje.**

Las fases del acto de aprender según Gagné son ocho, éstas son: 1) fase de motivación que involucra las expectativas, 2) fase de aprehensión que involucra la atención perceptiva selectiva, 3) fase de adquisición que involucra la codificación y almacenaje de la información en la memoria de corto plazo, 4) fase de retención, que involucra la acumulación de la información en la memoria de largo plazo, 5) fase de recuperación, 6) fase de generalización que involucra la transferencia del aprendizaje, 7) fase de desempeño que involucra la generación de respuestas. 8) fase de retroalimentación que involucra el reforzamiento del aprendizaje.

Fase de motivación, en esta fase los alumnos reciben impulsos que los comprometen con las tareas del proceso de aprendizaje, un alumno motivado logra un verdadero aprendizaje, es por esto que en el aprendizaje dirigido se inicia con una motivación estimulante para el alumno, que le sirve de impulso para que con un esfuerzo adecuado logre el objetivo planificado por el profesor.

De no lograrse la motivación estimulante en el alumno, el profesor debe involucrar impulsos que incidan sobre las expectativas del alumno, es decir hacer partícipe al alumno de lo que obtendrá como resultado al final del proceso de aprendizaje. Para que fluya una adecuada estimulación se debe recurrir a las principales fuentes de la motivación como son: la curiosidad, el logro, la eficiencia y el esfuerzo mental.

La curiosidad, es la que surge cuando el estímulo es novedoso.

El logro, es asociado con la necesidad que tiene el ser humano de hacer, de crear, de alcanzar una meta, o de tener el control y producir.

La eficacia, o capacidad de poder realizar exitosamente un comportamiento que produce un desempeño particular.

El esfuerzo mental, es la distribución de la atención durante el aprendizaje.

Por ejemplo, para abordar el tema de la rapidez media de la partícula es factible presentar un video de no más de 5 minutos sobre el movimiento de los cuerpos, del movimiento de los astros, sobre la teoría de la gran explosión, o citar un acontecimiento o fenómeno natural de actualidad como el lanzamiento de una nave espacial, o la amenaza que los asteroides son para La Tierra, entre otros.

En cambio, para involucrar las expectativas de los alumnos hay que hacerles partícipe de los objetivos específicos de la clase o del capítulo, de lo fundamental que constituye las leyes a abordar para las clases futuras, o lo útil que resultará en las pruebas de rendimiento, o la necesidad de dominar tal concepto para el diseño en la ingeniería, entre otras.

La fase de aprehensión, está relacionada con la percepción selectiva que tienen las personas frente a lo nuevo o frente a determinadas circunstancias, en los alumnos ésta debe estar de acuerdo con el objetivo del aprendizaje, es necesario que el profesor oriente e induzca a los alumnos para que estén alertos y seleccionen los elementos específicos del objetivo de lo que se va a aprender. Por ejemplo, en una clase el estudiante debe poner atención al significado de las palabras del profesor más no a la entonación o al timbre de voz, un tono o timbre de voz no adecuado interfiere en la atención de los alumnos, más cuando estos son adolescentes; en el laboratorio de Física, la atención debe estar sobre los equipos de medición, herramientas y materiales. Si la rapidez media de los móviles es el objeto de estudio, es necesario que los alumnos en las prácticas reconozcan y seleccionen elementos útiles para determinar la rapidez media de un móvil.

La fase de adquisición debe considerar que la memoria de corto plazo tiene una capacidad de almacenamiento limitada, entre 15 o 20 segundos aproximadamente, por tal motivo se debe procurar que los términos y conceptos nuevos no la saturen, es útil el uso de representaciones gráficas y realizar la experimentación ya que éstas son muy convenientes para facilitar el recuerdo.

La fase de retención, contrasta la información nueva con la información ya adquirida, aquí se codifica la información nueva para ser almacenada en la memoria de largo plazo. Entonces hay que tener en cuenta las propiedades de la memoria de largo plazo como por ejemplo: la interferencia debido a conceptos nuevos que opacan a otros ya aprendidos, la permanencia o desvanecimiento con el paso del tiempo y la capacidad natural del individuo.

Por ejemplo, para el concepto de rapidez media, ayuda a esta tarea que el alumno: construya el concepto a partir de la razón aritmética entre el número de tareas realizadas y el tiempo empleado en llevarlas a cabo, la deducción de la unidad en la que se mide la rapidez, la utilización de la transformación de unidades, enfrentar al estudiante al cálculo de la rapidez media en diversas situaciones sencillas.

La fase de recuperación, es iniciada con un impulso interno o externo, si es externo, es el profesor el que canaliza la recuperación de la información, esto puede ser mediante preguntas claras y precisas que no caigan en ambigüedad que confunden al alumno, la tarea en clase (individual o grupal) y en casa. Para fortalecer la recuperación de la información almacenada se deben incluir inicialmente preguntas, ejercicios o problemas de un mismo contenido.

La fase de generalización, involucra la transferencia de lo aprendido a nuevos escenarios, las respuestas de los alumnos a problemas planteados se basan en la información almacenada en su memoria de largo plazo, más no en la enseñanza del profesor para resolverlos. Por ejemplo, el alumno de manera individual determina la rapidez media de un vehículo: en un viaje de ida y vuelta tardándose un tiempo determinado; o si la distancia entre las ciudades es doscientos kilómetros y si el vehículo tardó dos horas en ir y una hora en retornar, o basado en un gráfico posición-tiempo en los primeros 30 segundos. La fase de generalización es una etapa integradora ya que contempla conocimientos de otras ciencias o disciplinas, es en esto aquí cuando el estudiante se va acercando al aprendizaje.

La fase de desempeño, involucra la generación de las respuestas por parte del alumno, es decir, define estrategias y metodologías que conducen a la resolución de problemas sustentados en determinados conocimientos, en esta fase se comprueba el cambio que ha producido el aprendizaje en la conducta del alumno, este se ve reflejado en la actitud del alumno frente a situaciones determinadas, esta fase es relevante para el trabajo basado en competencias.

La fase de retroalimentación, el aprendizaje no puede estar completo si no existe una reflexión del alumno hacia el resultado final de su tarea emprendida, en esta etapa el

alumno comprueba el logro de los objetivos que lo motivaron al aprendizaje del tema planteado, de esta manera se completa el ciclo del acto de aprender. En el aprendizaje de la Física se puede poner a reflexionar al estudiante mediante la ejecución de un proyecto, la resolución de un caso o problema de trascendencia, o la realización de una monografía, tesis o tesina.

Finalmente el alumno está listo para emprender un nuevo aprendizaje.

### **2.2.3 Capacidades que son aprendidas por las personas.**

Robert Gagné señala cinco capacidades que pueden ser aprendidas por las personas, estas son: de destreza motora, de información verbal, de destreza intelectual, actitudinal y de estrategias cognitivas.

Capacidad de destreza motora, para cultivar esta capacidad se requiere uniformidad y regularidad en las respuestas. En los sistemas académicos es abordada de manera intensa en la etapa pre-escolar donde la motricidad es el centro del aprendizaje, esto es posible mediante el juego, el arte como la pintura o la danza, entonando un instrumento, entre otras cosas motivantes para el alumno, cuando el alumno crece es posible optimizar sus destrezas motoras con la práctica disciplinada de una actividad deportiva o artística.

Capacidad de información verbal, desde sus primeros años las personas desarrollan la capacidad de comunicarse, descubre que los sonidos que puede emitir articulados se convierten en información básica, y luego este en palabras, finalmente descubre la existencia de todo un lenguaje. Un reflejo del desarrollo de esta capacidad se da cuando después de recibir la información un alumno este demuestra un cambio en su conducta. Por ejemplo, si el alumno recibe el significado de cierta palabra entonces el alumno construye con ellas oraciones, frases, ensayos, etc. La recuperación de la información es facilitada generalmente por sugerencias externas (el profesor). Lo más destacable del aprendizaje de esta capacidad es el amplio contexto significativo que permite asociar la nueva información a información ya existente, por ejemplo, cuando el alumno aprende un vocabulario nuevo (o un idioma extranjero) y construye frases.

Capacidad de destreza intelectual, cuando el ser humano discrimina, realiza cadenas simples, construye conceptos y reglas, cuando puede hacer cosas con los símbolos, relaciona conceptos, comienza a entender qué hacer con la información es entonces cuando el estudiante está cultivando sus destrezas intelectuales. Estas destrezas son abordadas en el aprendizaje de la ciencia.

Capacidad Actitudinal, es el cúmulo la acciones que están en la psiquis de las personas, éstas se manifiestan cuando los alumnos las exteriorizan en determinadas circunstancias. Es muy difícil enseñar actitudes, la mayoría de ellas son adquiridas por el alumno en los lugares que frecuenta el alumno. Lo aconsejable sería que los alumnos adquirieran esta capacidad en la escuela, primando la orientación del colectivo docente y en casa, con una buena orientación de los padres de familia o tutores.

Es necesario debilitar en los alumnos las actitudes negativas y fortalecer las positivas, este campo fue llamado por Bloom como "dominio afectivo". La única manera de desarrollar esta capacidad es con la actividad social de los alumnos, es entonces necesario que la planificación de la clase del profesor contemple actividades grupales que pongan en actividad social a los alumnos. Dicho de otra manera, que el aprendizaje de destrezas intelectuales sea el pretexto para el aprendizaje de actitudes positivas.

Capacidad de estrategias cognoscitivas, son destrezas de organización interna de los alumnos, estas rigen el comportamiento del individuo con relación a su atención, lectura, manejo de la memoria, del pensamiento lógico, etc., todas dirigidas a la manera de cómo obtener conocimiento nuevo. En las últimas dos décadas, ha habido un gran énfasis en las estrategias cognoscitivas; en cuanto a investigaciones se refiere, se tratan temas como: los hábitos de estudio, el aprender a aprender, la programación neurolingüística, etc.

La idea de Gagné sobre las destrezas cognoscitivas es: "son destrezas de manejo de información que las personas van adquiriendo a lo largo de los años y son las que finalmente rigen el proceso de aprendizaje autónomo". Entonces el desarrollo adecuado de estas destrezas son un paso muy importante para que el alumno llegue a los dominios del meta-aprendizaje.

### **Capítulo 3. Materiales Instruccionales.**

#### **3.1 Sistema Tutorial.**

Para llevar a cabo la presente investigación fue necesario desarrollar un prototipo de un sistema tutorial (ST) para el aprendizaje de la Física, puntualmente para el aprendizaje de la rapidez media de una partícula, este sistema se enmarca en la teoría del aprendizaje de Robert Gagné, y su utilización en el aula de clase es versátil ya que al profesor le es útil para planificar una clase individual, o grupal.

Otra de las bondades del prototipo es su liviano requerimiento tecnológico por lo que puede ser utilizado en casa, como refuerzo escolar o para cubrir el material debido a esas faltas a clase imposible de evitar.

El ST desarrollado crece modularmente de acuerdo a las necesidades del profesor, este es un prototipo que puede ser utilizado tanto en el nivel medio (bachillerato) como en el universitario.

#### **3.2 Fases del Aprendizaje del Sistema Tutorial (ST).**

Fase de motivación (Expectativa), El sistema presenta un vídeo de la cinemática en la vida cotidiana de las personas, en aplicaciones de vuelo, define trayectoria, y la relatividad del movimiento.

Fase de aprehensión, el sistema capta la atención de los alumnos mediante la exposición clara y precisa de textos en los encabezados de cada tema y en las alternativas de elección. Además posee esquemas y gráficos fáciles de entender.

Fase de adquisición, el sistema presenta temas de elemental contenido de reconocimiento geométrico y temporal, cuenta con ayudas de conceptos previos que le permitirán recordar aquellos conceptos olvidados.

Fase de retención, el sistema tutorial contiene temas conceptuales y de cálculo elemental para la utilización repetitiva de la ecuación de rapidez media, donde debe reemplazar datos y usar adecuadamente las unidades. Esto temas afianzan el concepto de rapidez media la partícula en la memoria de largo plazo.

Fase de recuperación, y generalización las dos fases se fusionan al abordar problemas de transferencia del conocimiento, sin embargo el alumno cuenta con la asistencia de los conceptos previos para determinar la solución. Esta fase es mayormente promovida cuando el estudiante realiza el test o prueba sumativa.

Fase de desempeño, el sistema tutorial puede calificar el desempeño de un estudiante mediante el reporte de respuestas fallidas, el número de conceptos previos utilizados, el registro del tiempo de la prueba y mediante la el promedio de las nota obtenidas en el test.

Fase de retroalimentación, el acierto o error del estudiante es informado de inmediato al alumno, en cada tema durante el entrenamiento, el estudiante nota su desconocimiento o

conocimiento del tema, al final del entrenamiento el ST le proporciona información de su desempeño que le sirve de impulso retro-alimentador, igual ocurre al final del test o prueba sumativa, la respuesta inmediata a los 20 temas hará reflexionar al alumno sobre el logro del objetivo.

### 3.3 Elementos del Sistema Tutorial (ST).

El prototipo del sistema tutorial ST está desarrollado en Visual Basic 6.0, su repositorio es una base de datos en Ms Access, posee una interfaz gráfica amigable de fácil manejo para alumnos y profesores. La figura 3.1 muestra la ventana de bienvenida al sistema tutorial (ST).



Figura 3.1. Ventana de bienvenida.

El ingreso al sistema y otras particularidades del ST se detallan en el Anexo 7.



## Capítulo 4. Metodología.

### 4.1 Procedimiento

Esta investigación se enmarca en el ámbito de una investigación cualitativa etnográfica encubierta. Se elige un grupo humano de adolescentes para observar y analizar su desempeño frente a un nuevo escenario para el aprendizaje de la Física, utilizando la tecnología informática.

Cabe señalar que los alumnos que forman parte del experimento han venido trabajando en un ambiente tradicional de la enseñanza de la Física, esto es, guiados por el profesor en un ambiente tradicional, este ambiente tradicional se lo detalla en el anexo 1.

Se presenta al grupo experimental un prototipo de un sistema tutorial diseñado y enmarcado en la teoría cognitiva de Robert Gagné, para llevar a cabo el aprendizaje de un tema de la Física, específicamente la rapidez media de la partícula. La jornada de aprendizaje se divide en dos sesiones, la primera de 90 minutos para las tareas de aprendizaje propiamente dicha y la segunda de 45 minutos para realizar la prueba de conocimientos.

Cabe señalar lo importante que resulta para el experimento que el observador tome nota de los hechos trascendentales, mientras se desarrolla el aprendizaje en el salón de clase, para estos fines el observador cuenta con una cartilla (Anexo 2) que le permite anotar y calificar de manera ágil el tipo de pregunta que surge entre los alumnos o hacia el profesor.

Al finalizar el proceso de aprendizaje el observador debe anotar los resultados que arroja el sistema, estos son: número de veces erradas, que determina cuantas veces el alumno se equivoca al seleccionar alternativa correcta, además el número de ayudas que visita, esta información se documenta en la tabla de resultados del aprendizaje (Anexo 3).

Otro punto importante es que el observador pase inadvertido, en esta investigación es posible ya que el mismo profesor de Física que viene trabajando con el grupo experimental desde el 5 de abril del 2010 es el observador.

Al finalizar el aprendizaje se entrevista a seis alumnos, esta entrevista tiene una duración de máximo 10 minutos. Los alumnos son escogidos intencionalmente: dos de un alto nivel de rendimiento, dos de mediano rendimiento y dos de menor rendimiento de acuerdo a su historial académico en curso.

El cuestionario de la entrevista se lo adjunta en el Anexo 4, a los seis alumnos se les aplica el mismo cuestionario para establecer comparaciones.

Para finalizar el proceso de aprendizaje del grupo experimental, en el tema de rapidez media de la partícula, el sistema tutorial presenta al alumno prueba de conocimientos adquiridos (test de entrenamiento), esta prueba es recogida de manera automática por el

sistema tutorial, los resultados de cada prueba son recogidos por el observador al finalizar la misma para documentar esa información el observador dispone del cuadro de calificaciones, Anexo 5.

Para cerrar el proceso de aprendizaje y todo contacto con el grupo experimental está la encuesta de satisfacción del alumno hacia la tarea realizada, Anexo 6.

Finalmente, se dan los resultados y su análisis que validen lo investigado.

#### **4.2 Participantes.**

En la investigación participaron alumnos entre 14 y 15 años de edad, 12 hombres y 10 mujeres del noveno grado (décimo grado de educación básica).

#### **4.3 Sitio.**

El lugar donde se realizó la investigación fue un colegio particular mixto de la ciudad de Guayaquil, con especialidad en ciencias y certificación de bachillerato internacional (IB), en sección matutina.

#### **4.4 Observaciones.**

La experimentación se la llevó a cabo en tres horas de clase, 45 minutos cada una, las dos primeras horas de manera continua para llevar a cabo el aprendizaje y la segunda para realizar el test o prueba sumativa.

Durante las dos primeras horas de aprendizaje se observó que:

Los estudiantes se dedicaron al trabajo asignado en los primeros 5 minutos, algo que no ocurre usualmente. Todos los alumnos interactuaron con el compañero asignado de manera activa. Todos los alumnos observaron más de una vez el vídeo de introducción.

En la primera hora de trabajo la solicitud de ayuda al profesor fue mayor en la primera hora de trabajo, en la segunda hora disminuyó considerablemente. Ningún alumno pidió permiso para salir del salón. Quince alumnos se tomaron los cinco minutos del receso para seguir trabajando.

Disminuyó el predominio de los alumnos claves dentro del salón de clase. Cinco alumnos considerados de bajo rendimiento lideraron los grupos de trabajo. A pocos alumnos les faltó tiempo para finalizar el cuestionario de entrenamiento por lo que solicitaron regresar otro día para culminarlo. Hubo alumnos que solicitaron realizar otros temas de la Física bajo la misma modalidad. En general, hubo mucha actividad académica realizada por los alumnos.

Durante la prueba sumativa se observó que:

Todos los alumnos ocuparon su lugar durante los primeros cinco minutos, tomó un minuto el dar a conocer las instrucciones de la tarea.

Se inició la prueba y por indicaciones del profesor estaban prohibidas las consultas al profesor y a los compañeros y así se cumplió.

Terminó la hora de la prueba con el sonido del timbre y los estudiantes procedieron a salir del aula, el profesor tomó nota de los resultados que dio el sistema.

#### **4.5 Muestreo para la entrevista.**

El muestreo fue intencional, se tomó de manera directa del noveno grado B con 22 alumnos a seis de ellos se los seleccionó de manera intencional para una posterior entrevista.

#### **4.6 Entrevista.**

Para la entrevista se seleccionó de manera intencional a seis estudiantes, dos con el mejor rendimiento, dos con el menor rendimiento y dos con un rendimiento medio, ellos trabajaron en pareja y cada uno con una estación que corría el sistema tutorial.

Las seis entrevistas la realizó el investigador, tomó anotaciones de manera encubierta para no sesgar la información que se iba a levantar.

El cuestionario contenía preguntas distractoras y las no distractoras que nos permitirán calificar la actitud de los alumnos frente al sistema tutorial, las preguntas no distractoras son las siguientes: ¿qué te pareció el sistema tutorial, en especial las ayudas que éste contiene?, ¿cómo fue la comunicación con tu compañero asignado?, ¿qué aprendiste?, ¿quieres realizar otro aprendizaje con esta modalidad?, ¿quisieras otro compañero de trabajo, o repetirías otra temática con el mismo compañero?

Las respuestas de los alumnos, al cuestionario, se resumen a continuación:

El alumno A, de mejor rendimiento, manifestó:

Utilizar la computadora para aprender un tema es una buena idea. Las ayudas que tenían las preguntas me sirvieron para elegir y decidir las alternativas correctas, solo dos veces elegí mal. La comunicación con mi compañero (alumno F de bajo rendimiento) fue muy amena y me ayudó al momento de elegir. Aprendí que la rapidez media es el cociente entre la distancia recorrida y el tiempo empleado. Me gustaría que se repita la experiencia con otros contenidos y en otras asignaturas. Me gustaría realizar otra experiencia con el mismo compañero un par de veces más.

El alumno B de buen rendimiento manifestó:

El uso del computador me gustó es diferente a las otras clases que hemos tenido. Al inicio no comprendí la tarea y las ayudas, pero después de conversar con mi compañera (alumna D de rendimiento medio) se fue aclarando. La comunicación con mi compañera fue buena. Aprendimos sobre la rapidez media, sobre la trayectorias de los cuerpos, la distancia recorrida, y tiempo empleado. Me gustaría repetir la experiencia. Si me gustaría realizar otra experiencia con otro compañero.

El alumno C, con rendimiento medio, manifestó:

Me gustó la utilización de la computadora y las ayudas fueron útiles. Alternar con mi compañero (alumno E, de bajo rendimiento) me interrumpía la concentración, no me habría equivocado si lo hubiera hecho solo. Aprendimos a definir la rapidez media de la partícula. Me gustaría realizar nuevamente la experiencia, pero con otro compañero, con alguien que sepa la materia.

El alumno D, con rendimiento medio, manifestó:

Me pareció "super" la clase con la computadora, las ayudas eran útiles aunque había que leer mucho. Alternar con mi compañero (alumno B de mejor rendimiento) me ayudó, en algunos casos no estuve de acuerdo con él, al inicio no estaba claro lo que debía hacer, pero luego tuve más seguridad y consulté menos a mi compañero. Me gustó trabajar con mi compañero. Aprendí sobre la partícula, su rapidez media, distancia recorrida, y las trayectorias. Me gustaría realizar más trabajos con la computadora. Si es posible con el mismo compañero.

El alumno E con rendimiento bajo, alternó con el alumno C y manifestó:

Me gustó el uso de la computadora no entendí mucho la información que presentaba, prefiero que me usted me explique la materia y los ejercicios. No me gusto el trabajo en grupo. No sé que aprendí, y creo que usted debe explicarme de nuevo. Si me gustaría trabajar con la computadora nuevamente pero con otro compañero, con alguien que sepa.

El alumno F con rendimiento bajo, alternó con el alumno A y manifestó:

Me gustó el uso de la computadora al principio no entendía que hacer, pero con ayuda de mi compañero entendí el uso de las ayudas, algunas veces corregí a mi compañero y me hizo caso. Me gusto alternar con alguien. Aprendí cómo determinar la rapidez media. Ojalá podamos hacer más clases con la computadora. Si me gustaría repetir la practica con la misma persona.

#### **4.7 Cuestionario de satisfacción.**

Al finalizar el aprendizaje utilizando, el grupo experimental realizó una encuesta de satisfacción, en el Anexo 6 se muestra la matriz de la encuesta y sus resultados. La encuesta consta de 10 preguntas, valoradas en 5 niveles: Insuficiente, Regular, Bueno Muy Bueno y Excelente. Para el ámbito de la frecuente los niveles son: Nunca, De vez en cuando, Frecuente, Muy Frecuente, Siempre.

## Capítulo 5. Resultados.

### 5.1 Aseveraciones.

Aseveración 1. Existe un alto grado de motivación en los estudiantes cuando trabajan con el Sistema Tutorial.

Se observa que los estudiantes discuten con sus pares con mucho énfasis, antes de seleccionar la alternativa adecuada; en el grupo experimental, se nota una gran actividad social basado en el tema de la rapidez media, es indudable que el par tecnología-diseño instruccional es el impulso de esta actividad que además involucra el aprendizaje de la rapidez media, lo mismo se deduce de las entrevistas realizadas a los estudiantes (A, B, C, D, E, y F.) y de la cartilla de recolección de datos (Anexo 2), donde las actitudes positivas superan a las negativas.

Aseveración 2. Los alumnos, se concentran más en el tema.

Se observa que los alumnos visitan todas las ayudas con que cuenta el sistema tutorial antes de responder de manera adecuada, como lo muestra la tabla de resultados del aprendizaje (Anexo 3) donde se muestra el elevado número de visitas hechas por los alumnos a las ayudas. Por otro lado, esta concentración se basa en la lectura comprensiva para dar solución a las diversas situaciones planteadas.

Aseveración 3. El sistema tutorial logra que los estudiantes pasen por las 8 fases del aprendizaje propuesta por Robert Gagné.

Al analizar la tabla de aprendizaje los resultados finales obtenidos durante el entrenamiento es: 17 alumnos culminan todo el entrenamiento, de estos 11 alumnos no cometen errores, 1 comete un error, 1 comete 2 errores, 3 cometen 3 errores, 1 comete 4 errores. Hay 37 errores cometidos en total de 1320 posibles errores (Anexo 3).

Además, del cuadro de frecuencias de test de calificaciones obtenidas por los alumnos determinamos que la mediana del grupo es 18, el promedio es 17,41 y su desviación estándar 1,56 (Anexos 5),

Aseveración 4. Algunos estudiantes claves con este tipo de sistema no se desarrollaron como lo hacen en una clase tradicional.

De las observaciones, se obtiene que algunos estudiantes claves que dominan en las clases tradicionales en presencia del sistema tutorial (ST) no lo hacen, en ciertas instancias y ciertos alumnos son superados por sus compañeros que en las clases tradicionales tienen un nivel de desenvolvimiento bajo, este hecho se debe a que algunos de los alumnos claves son buenos en procesos operativos como resolución de problemas, más no en la toma de decisiones que presentan algunas preguntas conceptuales

Por otro lado está el estilo del aprendizaje, es diferente, ya que el sistema se fundamenta en la lectura, observación y responsabilidad propia.

Aseveración 5. El grado de satisfacción hacia la tarea realizada es elevado.

La satisfacción lo podemos constatar mediante el resultado de la encuesta de satisfacción que se presenta en el Anexo 6 analizando la distribución de frecuencia

## 5.2 Discusión.

De acuerdo a las observaciones realizadas, el análisis de los datos recogidos y de las entrevistas realizadas a los alumnos, el uso del sistema tutorial crea expectativas positivas, una de ellas es la motivación para emprender la tarea de aprender que es la primera fase propuesta por Gagné que propicia el aprendizaje. Este resultado concuerda con lo ocurrido en otras latitudes del mundo, donde las escuelas se han informatizado al máximo, tanto que el uso de textos y cuadernos de tarea es casi cero.

Un aspecto negativo del uso continuo (excesivo) de la tecnología es que los alumnos se vuelven muy dependientes de estas herramientas de tal manera que renuncia a su actividad social o a otras técnicas pedagógicas, por otro lado están los peligros que representa la información negativa del internet, si no se toman medidas de control por parte de los profesores y padres.

La comunicación entre los alumnos en el ámbito académico se refuerza, porque el sistema tiene vinculada una vasta información en línea que hace posible que el estudiante refresque sus conocimientos previos y aplique el concepto en diferentes contextos. En contraparte, si los estudiantes trabajan en grupo puede darse el caso de que algunos alumnos sean cómodos y se dediquen únicamente a copiar las decisiones del compañero de trabajo.

El rendimiento de los estudiantes se lo puede considerar entre muy bueno y excelente, como lo demuestra el histograma de frecuencias, obtenido de la recolección de datos (Anexo 5), del análisis obtenemos que la mediana del grupo fue  $M = 18$ , el promedio o media es  $\bar{x} = 17,41$  y la desviación estándar es  $s = 1.56$ . Estos datos pueden que no resulten reflejen la realidad en todo su contexto, por la imposibilidad del prototipo para calificar al alumno otros componentes de importancia como son: el orden y las estrategias utilizadas por el alumno en la resolución de los problemas, la eficacia al realizar las operaciones, la innovación, entre otras; el sistema solo evalúa el acierto o no acierto de la solución del tema, no puede discernir entre una respuesta acertada basada en la suerte o basada en el conocimiento.

Para evitar el azar en la respuesta hay otras estrategias que habría que implementarlas en el prototipo, aunque el profesor mediante su intervención puede resolver este problema.

### 5.3 Conclusiones.

En el experimento, el nivel de motivación de los alumnos se incrementó en un alto grado, es indudable que este incremento (datos y análisis Anexos 3 y 5) motivacional es consecuencia del uso de la herramienta tecnológica y de la manera en que está presentada la información (diseño instruccional).

Al incrementarse el nivel de motivación del alumno, el nivel del aprendizaje también se ve incrementado ya que guardan una relación directa, esto afecta positivamente sobre los mecanismos de retención de la información (memoria de largo plazo), los de transferencia del conocimiento y sobre todo los que involucran el desempeño del alumno.

Este tipo de experiencia de aprendizaje que utilizan tutoriales y tecnología es necesario complementarla con algún estudio de caso u otra actividad grupal que amplíe la discusión del grupo.

El uso de la tecnología diversifica los escenarios del aprendizaje, permite un cambio en la metodología de cómo aprender, pero nunca reemplazaría la importancia del profesor en el proceso de aprendizaje del alumno.

Estos nuevos escenarios, que utilizan la tecnología como herramientas de aprendizaje, redefinen el rol del profesor en el aula de clase, el que deja de ser protagónico, pero en el contexto general del proceso enseñanza-aprendizaje toma fuerza, ya que el papel de motivador y facilitador de la información exige del profesor un amplio conocimiento de la Física, más el manejo de herramientas tecnológicas, y el conocimiento de los paradigmas del aprendizaje, además exige una capacidad de trabajo en equipo con el colectivo de profesorado de la institución.

Las simulaciones o uso de tutoriales en el aula de clase están para diversificar las metodologías de enseñanza-aprendizaje, no están para reemplazar el uso de los laboratorios reales; es de suma importancia en el aprendizaje de la Física, que una práctica real, de existir las condiciones para hacerla, esta sea llevada a cabo, ya que la Física es una ciencia experimental.

Debido al alto grado de aceptación y satisfacción del grupo experimental hacia el uso del prototipo de sistema tutorial se infiere que el uso de un sistema tutorial que además guarde las características de inteligente, robusto y con conectividad remota sería una herramienta de motivación y de apoyo para el estudiante, facilitaría el acceso de la información, recrearía esas prácticas imposibles de repetirlas, dejando tiempo para tareas de mayor trascendencia.

#### 5.4 Recomendaciones.

Los maestros modernos deben contar, entre sus herramientas de enseñanza, con sistemas tutoriales de acuerdo al alcance de la tecnología que maneja la institución y sus alumnos.

Es posible para los profesores crear pequeños sistemas tutoriales que respondan a las necesidades de la materia, nivel, especialidad, etc.

Las experiencias con los sistemas tutoriales pueden ser llevado a cabo por los alumnos en el salón de clase de manera dirigida o en casa de manera autónoma.

Diseñar herramientas para el aprendizaje de la Física, además del componente afín a la ciencia, tiene un alto componente instruccional, por lo que el diseñador debe tener una sólida formación en pedagogía, metodología, diseño instruccional y otras corrientes de la ciencia de la educación.

Finalmente, la capacitación de los colegas profesores de Física en el manejo de la tecnología y en especial de aquella especializada en enseñanza-aprendizaje es urgente. Para presentar a los alumnos nuevos escenarios del aprendizaje, el profesor además de conocer y manejar adecuadamente los utilitarios clásicos: procesador de texto, hoja electrónica, presentador de diapositivas, navegador de internet (word, excel, power point, explorer, mozilla,..) debe conocer y manejar adecuadamente herramientas especializadas en el diseño de simulaciones y análisis matemático (matlab, labview, geogebra, visual basic o visual C, acces) a la par debe ir el conocimiento de las diversas teorías del aprendizaje que le permitirá al docente realizar un adecuado diseño instruccional.

Otro componente de dominio del docente para la enseñanza de la Física, al momento de conducir grupos de alumnos, es la psicología en el ámbito educativo y general, ya que se manejan emociones, en cada instante hay estímulos y respuestas, unas muy agradables y otras lo opuesto; es recomendable conocer algunas posturas modernas y otras no tan modernas, acerca de la teoría del aprendizaje y de la actividad de autores como: Rober Gagné, Lev, Vigotsky, Alexander Luria, Aleksei Leontiev, Piaget, Bandura y otros.

Una opción es diseñar nuestras herramientas instruccionales basadas en algún lenguaje de programación, otra es optar por el uso de herramientas ya diseñadas y utilizadas en otras instituciones o por compañeros de otras latitudes del mundo, que presentan de manera gratuita en la internet, es claro que las que tiene costo son más completas, es seguro que después de utilizar alguna de ellas le dé por desarrollar sus propias herramientas, ya que al igual que a los alumnos para el profesor resulta motivante el uso del computador .

## Referencias Bibliográficas.

- [1] Kenning Micke and Kenning Marie, Introducción to CALT, Oxford University Press, 1983.
- [2] Pérez Gama Alfonso, Diseño de sistemas expertos en educación, Facultad de Ingeniería, Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia.1989.
- [3] Leont'ev, A. N. Activity, consciousness, and personality. Englewood Cliffs: Prentice-Hall. (1978)
- [4] Murray T., Authoring Intelligent Tutoring Systems: An Analysis of the state of the art, International Journal of Artificial of Artificial Intelligence in Education. (1999)
- [5] Gagné Robert. Principios básicos del aprendizaje para la instrucción, Mexico D.F. Editorial Diana.

## Anexos.

### Anexo 1.

#### Método tradicional de la enseñanza de la Física.

1. Introducción a un tema nuevo, se presenta a los alumnos una práctica de laboratorio, de haber los recursos suficientes o si el peligro es mínimo los estudiantes en grupo realiza una práctica dirigida, caso contrario el profesor la realiza y los estudiantes observan, hacen anotaciones de lo observado y obtienen conclusiones.
2. Con ayuda del profesor los estudiantes realizan gráficos y definen ecuaciones que gobiernan el comportamiento de las variables Físicas involucradas, minimizan los efectos de variables que interfieren muy poco en el experimento.
3. Se realiza ejemplos en clase de ejercicios de aplicación y se envía dosificadamente ejercicios del texto guía para resolverlos en casa, estos contienen respuesta para objeto de realimentación.
4. Las tareas son corregidas y se procede a tomar una lección.
5. Al finalizar una o dos unidades se toma un aporte.



**Anexo2.**

**Cartilla para la recolección de datos.**

Alumno N°	Tipos de preguntas			Actitudes	
	De conocimientos previos	De desempeño	Motivacional	Positiva	Negativa
1, 2, 3	XXX	XXX	X	XXXXXX	X
4, 5, 6	XX	X	XX	XXX	X
7, 8, 9	XXX	X	X	XXXXXX	X
10, 11, 12	XX	XX	X	XXX	
13, 14, 15	XXX	XX		XXX	
16, 17, 18	XXXX	XX		XXXXXX	
19, 20, 21, 22	X	XXX		XXXX	X
	18	14	5	28	4



Anexo 4.

**Cuestionario de entrevista.**

1. ¿Cómo te sientes?
2. ¿Te gustó la práctica realizada?
3. ¿Te gusta utilizar la computadora?
4. ¿Tienes un computador en casa?
5. ¿De cuántos computadores dispones en casa?
6. ¿Tienes un computador personal? ¿sólo para ti?
7. ¿Qué te pareció el sistema tutorial, en especial las ayudas que éste contiene?
8. ¿El aprendizaje lo realizaste con tu mejor amigo(a)?
9. ¿Cómo fue la comunicación con tu compañero asignado?
10. ¿Qué aprendiste?
11. ¿Quieres realizar otro aprendizaje con esta modalidad?
12. ¿Quisieras otro compañero de trabajo, o repetirías otra temática con el mismo compañero?

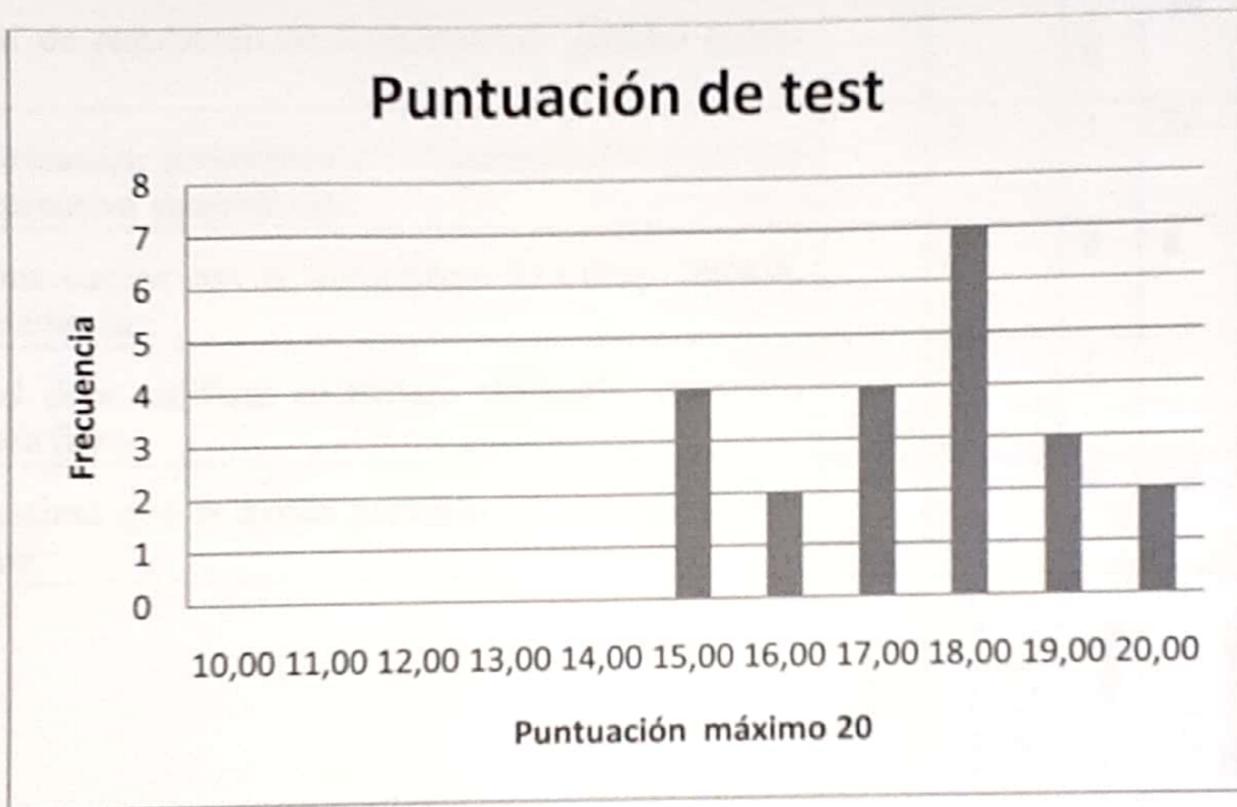
Anexo5.

Cuadro de calificaciones de la prueba sumativa.

Notas	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Frecuencia	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4	7	3	2

Mediana  $M = 18$ . Promedio o media  $\bar{x} = 17,41$ . Desviación estándar  $s = 1.56$ .

Histograma de frecuencias



Anexo 6.

Encuesta de satisfacción del proceso de aprendizaje.

Expectativas	Insuficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
1.-) El uso de la computadora para motivarlo a aprender el tema de rapidez media fue:				2	20
2.-) El concepto de "rapidez media" en sus conocimientos está en un nivel:			7	13	2
3.-) Su nivel de resolución de problemas de rapidez media es:			10	1	2
4.-) La información presentada en el computador para que escoja la alternativa acertada fue:		1	1	20	
5.-) La comunicación con mi compañero de trabajo durante el entrenamiento fue:		1	8	8	5
6.-) Si usted debe calificar su trabajo realizado, estimaría usted que este fue:			1	1	20
7.-) Usted estima que la ayuda prestada por su compañero de trabajo fue:			9	10	3
	Nunca	De vez en cuando	Frecuente	Muy frecuente	Siempre
8.-) Ha utilizado un sistema tutorial parecido en otras áreas del aprendizaje dejando de lado la asignatura de Informática:	14	7	1		
9.) Cree usted que en el salón de clase, la computadora y un sistema tutorial debe ser usados:			2	2	18
10.-) Si usted tuviera instalado el Sistema Tutorial en su computadora personal para fines de reforzar el aprendizaje lo utilizaría:			2	17	3

## Anexo 7

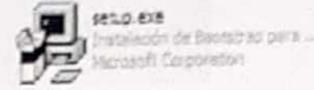
### Sistema Tutorial.

### Tutorial

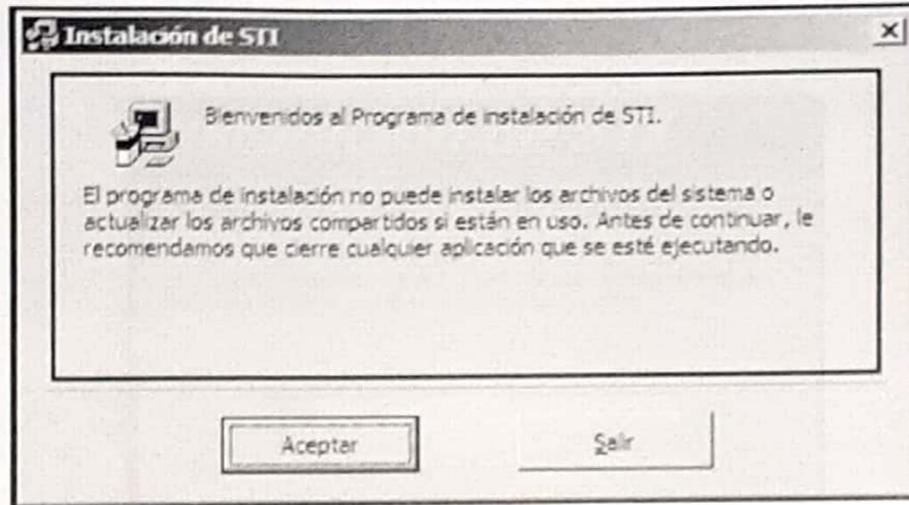
### Instalación

Bienvenido al paso a paso para la instalación del sistema tutorial

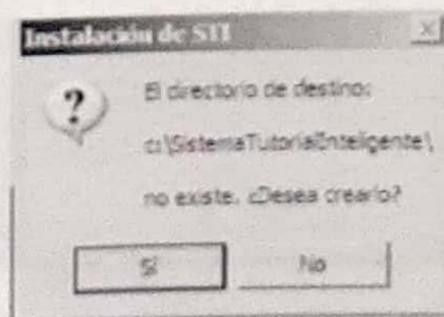
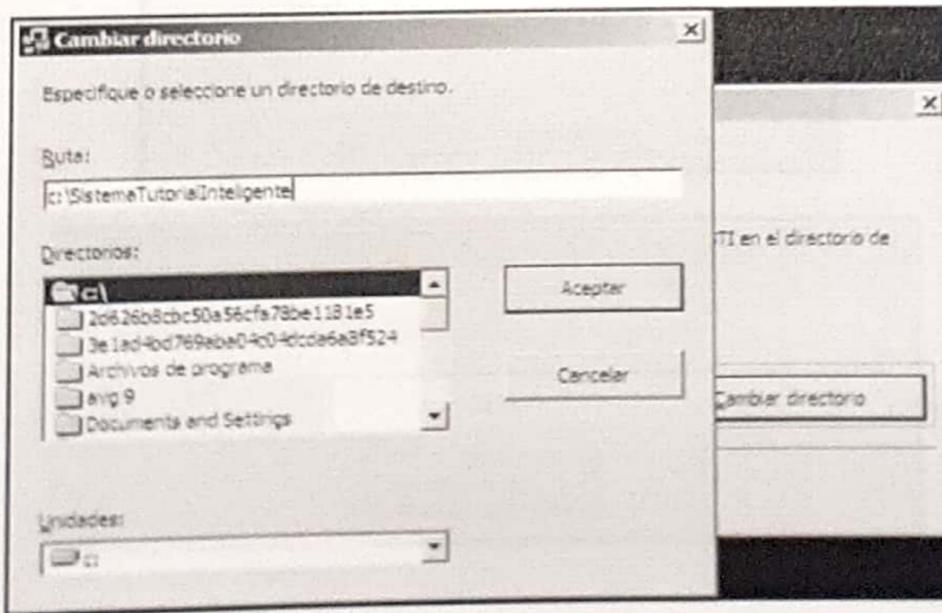
Siguiendo la ruta: D:\Instalador, de un click sobre el icono



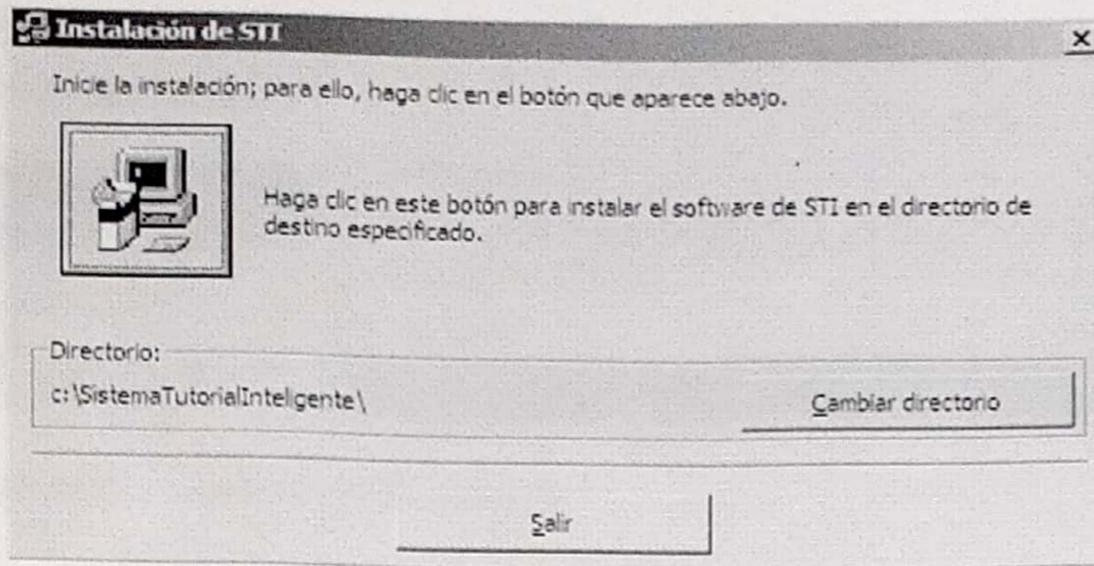
Luego sobre “Aceptar”, para dar inicio a la instalación.



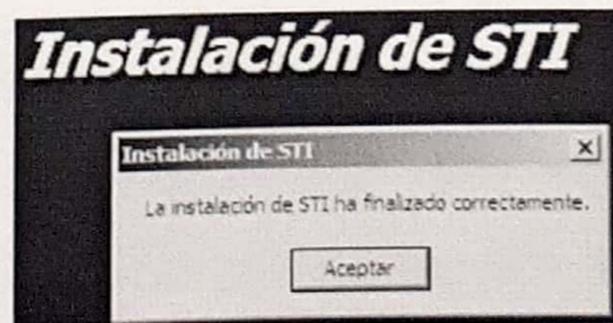
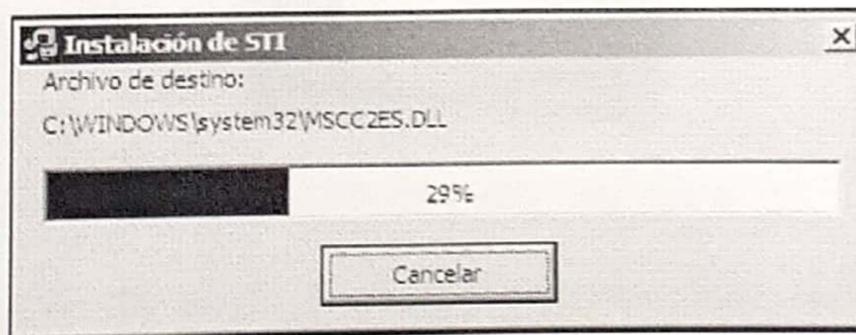
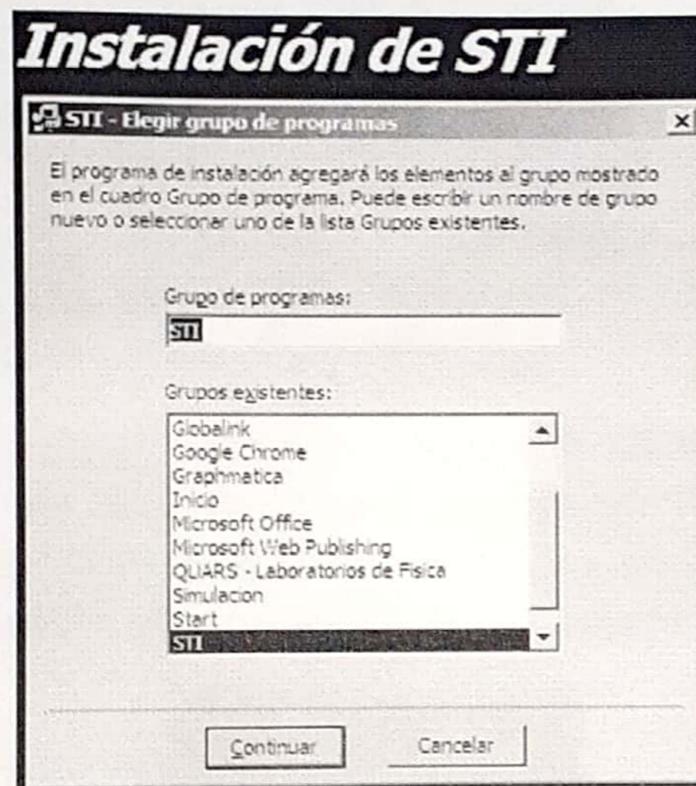
Sobre el cuadro de texto “Cambiar de Directorio” escriba C:\SistemaTutorialInteligente y finalmente click en “Aceptar” / “SI”.



En el paso siguiente, se presenta la pantalla “Instalación de STI”. De un click sobre el botón para instalar el ST

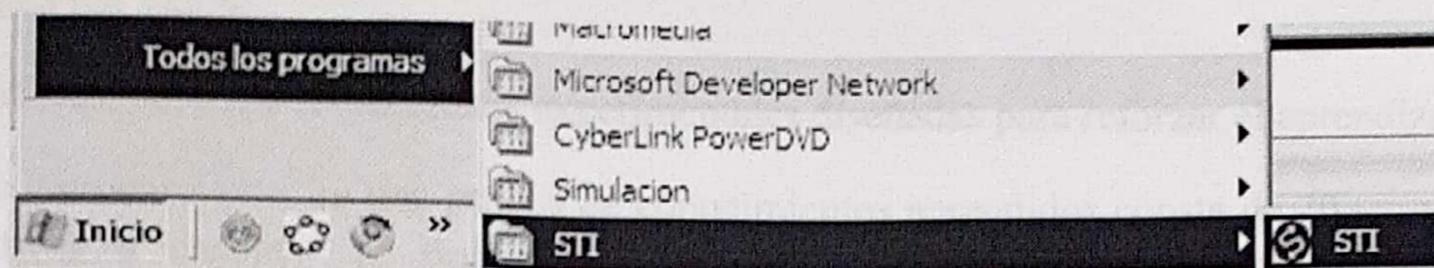


Cuando se presenta pantalla “Elegir grupo de programa” de click en el botón que “Continuar”, finalmente el sistema se habrá instalado en su computador.



**Para Abrir el programa**

Para abrir o iniciar el uso del programa, de un click sobre el botón inicio y siga la ruta: Botón Inicio/ Todos los programas/ STI



El sistema le presenta la ventana de bienvenida



De inmediato el sistema presenta la ventana "Ingreso de Datos", ésta presenta el campo: "Número de Cédula" el cual debe ser digitado siempre que el usuario quiere ingresar al sistema, el campo "Nombre" debe ser digitado una sola vez, de la segunda vez en adelante el sistema llena automáticamente la información del campo e ingresa al sistema.



**Figura 2.4-2. Ventana de ingreso al ST**

La ventana "Temas", presenta en la Introducción (1) un vídeo de la cinemática, el Tema: "Rapidez, Posición, Distancia y Desplazamiento". son los auxiliares mediante los cuales el alumno va a realizar el aprendizaje, éstos son "Conceptos", "Ejercicios Propuestos", "Entrenador", "Simuladores" y "Test de entrenamiento" éstos auxiliares están desarrollados basados en la teoría del aprendizaje de Gagné.

Conceptos, presenta un archivo de Word de los conceptos de rapidez media.

Ejercicios propuestos, presenta una serie de ejercicios que de manera gradual llevan al alumno al aprendizaje de la física.

Entrenador, es un test de 20 temas de alternativas múltiples mas las ayudas necesarias para que el estudiante responda de manera correcta. Este entrenamiento se basan en las 8 fases propuesta por Gagné,

Simuladores, contiene recreaciones experimentales diseñadas para reforzar el aprendizaje.

Test de entrenamiento, es una prueba de conocimientos aprendidos consta de 20 temas con 4 alternativas a escoger, al finalizar el test el estudiante conocerá su puntaje (temas correctamente contestados)

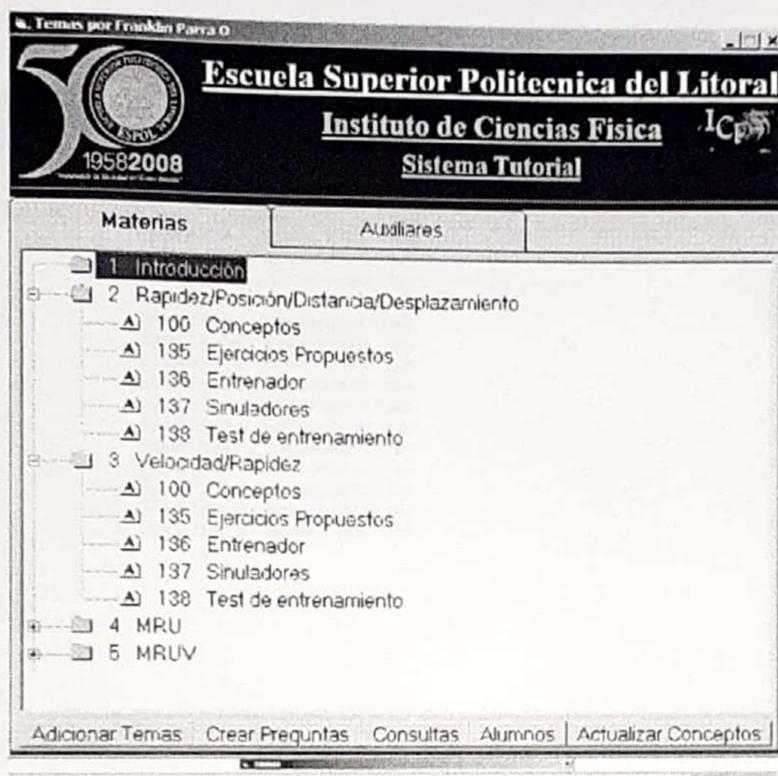
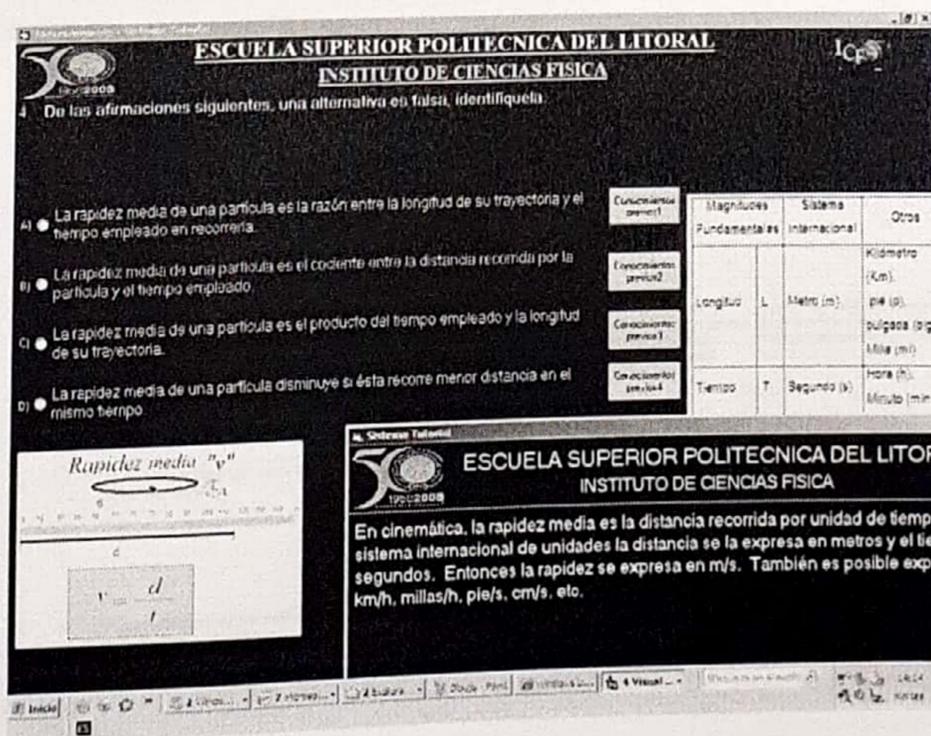


Figura 2.4-3. Ventana de temas y métodos para el aprendizaje de la cinemática.

A continuación la figura adjunta muestra la ventana de entrenamiento con el contenido de uno de los 20 temas sobre la rapidez media de la partícula, las alternativas a elegir, los conocimientos previos, gráficos y demás ayudas para que el alumno de manera consiente elija la alternativa acertada.



Estos temas van en forma gradual cumpliendo las ocho fases del aprendizaje propuesta por Gagné, se espera que el estudiante actúe con madures y que no marque las alternativas al azar,

ya que esto llevaría al fracaso el aprendizaje del tema. Como el alumno desconoce del tema, debe consultar los conceptos previos o ayudas que lo lleve a su comprensión si no es posible esto, el alumno debe discutir con su compañero o compañeros de de clase, en el último de los casos recurrirá al profesor.

## Base de datos del ST

Toda la información está almacenada en una base de datos Acces, con la debida clave para que el estudiante no pueda hurgar en las respuestas. La figura adjunta muestra las tablas de dicha base de datos.

Nombre	Descripción	Modificado	Creado	Tipo	Ruta
AudExa		27/07/2010 14:07:11	22/07/2010 14:24:31	Tabla	
ALDITORIA		27/07/2010 14:07:11	20/04/2010 16:45:10	Tabla	
ALAZIAR		27/07/2010 14:07:11	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
Conceptos		27/07/2010 14:07:11	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
Examen		27/07/2010 14:07:11	23/04/2010 09:37:17	Tabla	
FECHA		29/04/2010 22:57:08	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
Nivel		27/07/2010 14:07:11	20/04/2010 17:24:14	Tabla	
PLACETA		27/07/2010 14:07:11	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
Pol		27/07/2010 14:07:11	29/04/2010 22:06:05	Tabla	
Preguntas		27/07/2010 14:07:11	20/04/2010 17:27:07	Tabla	
TALAZIAR		27/07/2010 14:07:11	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
Text		27/07/2010 14:07:11	22/07/2010 09:25:42	Tabla	
Video		27/07/2010 14:07:11	19/04/2010 22:17:03	Tabla	
VERSION		20/04/2010 16:18:50	20/04/2010 16:18:50	Tabla	
Video		22/07/2010 14:07:11	20/04/2010 09:55:42	Tabla	

La tabla dada a continuación es un fragmento de la tabla que aloja los temas, alternativas, ayudas, ruta de gráficos o videos

Conf	Id	Cod	DesPrep	Alt1	Alt2	Alt3
1	2	1	De acuerdo a la información (el fondo del vaso claro por usted en la parte introducida) una alternativa es falsa. Identifíquela	La cinemática estudia el movimiento de los cuerpos	Se considera que un cuerpo se mueve cuando cambia su posición respecto a un punto que se considera fijo, este punto se denomina punto de referencia	En el universo todos los puntos se en un constante movimiento, en realidad quieto
1	2	2	Analice el gráfico adjunto, donde se muestra las trayectorias descritas por tres partículas discretas que parten de un punto A y llegan a un punto B. De acuerdo a esta información determine la alternativa falsa.	Cualquier punto de la trayectoria-1 dista una distancia "r" del punto centro	La trayectoria-2 es curvilínea y tiene mayor longitud que la trayectoria rectilínea.	La longitud de la trayectoria rectilínea que la curvilínea y ésta es menor que curvilínea/circular
1	2	3	Las tres partículas de la figura adjunta tardan 3 segundos en recorrer su trayectoria, desde el punto A hasta el punto B. De acuerdo a esto, es falso que	El móvil que describe la trayectoria circular (circular) es más rápido que el móvil que describe la trayectoria curvilínea	El móvil que describe la trayectoria curvilínea es más rápido que el móvil que describe la trayectoria rectilínea	El móvil que describe la trayectoria circular (circular) es más rápido que el móvil que describe la trayectoria rectilínea
1	2	4	De las afirmaciones siguientes, una alternativa es falsa. Identifíquela	La rapidez media de una partícula es la razón entre la longitud de su trayectoria y el tiempo empleado en recorrerla.	La rapidez media de una partícula es el cociente entre la distancia recorrida por la partícula y el tiempo empleado.	La rapidez media de una partícula es producto del tiempo empleado y la longitud de su trayectoria
1	2	5	Analice la información del cuadro adjunto. De	Si la distancia recorrida por un móvil es de 50 m en 10 s	Si la distancia recorrida por un móvil es de 100 m en 10 s	Si la distancia recorrida por un móvil es de 50 m en 10 s

A continuación se muestra un fragmento de la tabla para el control del desempeño y para la realimentación.

CODIGO	Fecha	sec	HoraC	MATERIA	AUXILIAR	Niv	NCMVIDEO	pregnum	bien	
0909795429	2010-07-26		0 16 20 21		2	100	0	0	0	
0909795429	2010-07-26		1 16 39 41		2	135	1	1	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 41 19		2	138	1	2	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 41 35		2	135	1	3	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 42 02		2	135	1	4	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 42 44		2	135	1	5	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 43 28		2	138	1	6	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 43 44		2	135	1	7	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 44 40		2	130	1	8	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 45 26		2	135	1	9	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 45 39		2	135	1	10	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 47 38		2	135	1	11	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 46 14		2	135	1	12	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 49 10		2	135	1	13	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 50 40		2	135	1	14	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 51 51		2	135	1	15	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 53 04		2	130	1	16	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 53 15		2	135	1	17	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 53 30		2	135	1	18	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 53 59		2	135	1	19	1	
0909795429	2010-07-26		1 16 54 27		2	135	1	20	1	
0909795429	2010-07-27		0 14 13 20		2	137	0	0	0	
0909795429	2010-07-27		2 14 13 44		2	130	1	1	1	
0909795429	2010-07-27		2 14 13 55		2	130	1	2	1	
0909795429	2010-07-27		2 14 14 00		2	135	1	3	1	
0909795429	2010-07-27		2 14 14 15		2	135	1	4	0	
0917452503	2010-07-23		0 19 27 30		2	100	0	0	0	
0917452503	2010-07-23		0 19 28 18		2	135	0	0	0	
0917452503	2010-07-23		1 18 02 42		2	135	1	1	1	
0917452503	2010-07-23		1 18 04 42		2	130	1	2	1	
0917452503	2010-07-23		1 18 05 51		2	130	1	3	1	
0917452503	2010-07-23		1 18 05 55		2	135	1	4	1	
0917452503	2010-07-23		1 18 05 59		2	135	1	5	1	

Conceptos de rapidez media del ST.

Rapidez Media

Analice la figura F-1, en F-1A se muestra como un móvil se desplaza a medida que el tiempo transcurre, en esta figura las distancias que el móvil recorre en cada segundo no son iguales. Ahora analice la figura F-1B, en esta la distancia recorrida por el móvil en cada segundo que transcurre son iguales.

Al tomar la distancia total recorrida " $d_T$ " en ambas situaciones y dividirla para el tiempo empleado " $t_T$ " los resultados son iguales, aunque la forma de recorrerlo no.

Entonces el cociente de la distancia recorrida en la unidad de tiempo, se denomina rapidez media de la partícula o del móvil.

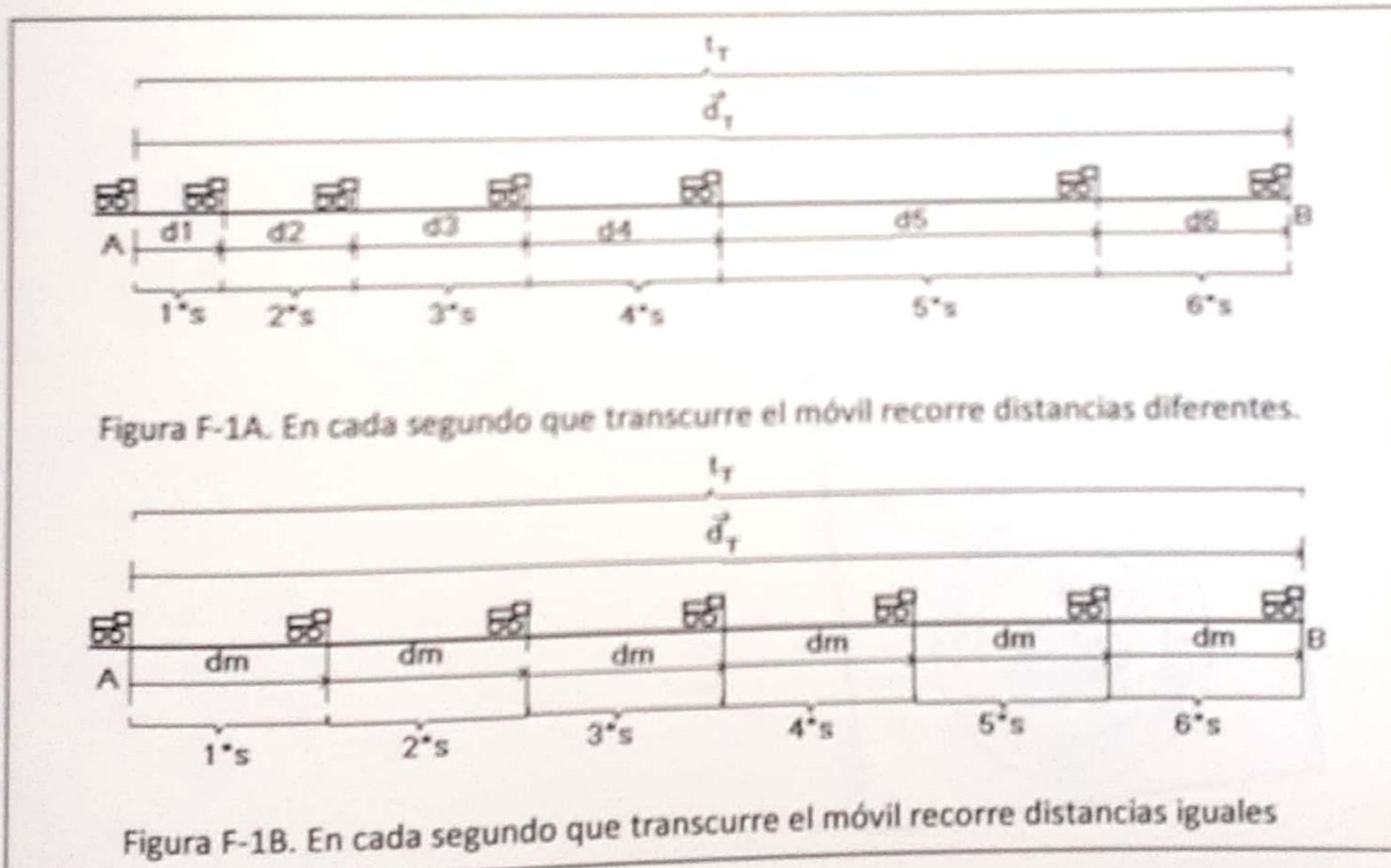


Figura F-1A. En cada segundo que transcurre el móvil recorre distancias diferentes.

Figura F-1B. En cada segundo que transcurre el móvil recorre distancias iguales

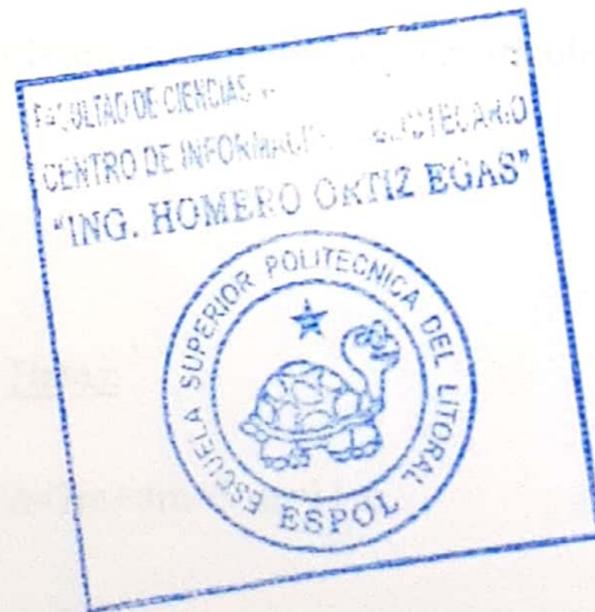
Rapidez media

La rapidez media de A a B es una magnitud física que define la "distancia" recorrida por un móvil en la unidad de tiempo, esta se la obtiene dividiendo la distancia recorrida ( $d_{AB}$ ) y el tiempo empleado ( $t$ ), Ec-1.

Rapidez media =  $\frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo empleado}}$

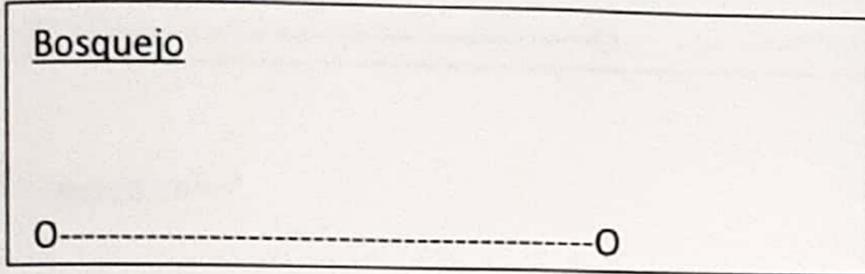
$$v_{m,AB} = \frac{d_{AB}}{t} \quad (\text{Ec-1})$$

La unidad de medida en el sistema internacional es el m/s o el Km/h, la milla/h, pie/s.



## Ejercicios Resueltos.

1.) Un automóvil recorre 3600 metros en 90 segundos, determine la rapidez media del vehículo.



Datos:

$$d=3600 \text{ m.}$$

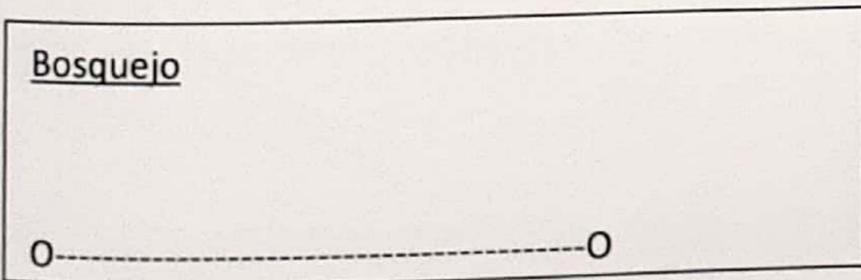
$$t=90 \text{ s}$$

Se busca:  $v=?$

Solución

$$v_{m,AB} = \frac{d_{AB}}{t} \qquad v=3600 \text{ m}/90\text{s} = 40 \text{ m/s}$$

2.-) Una partícula recorre 2 metros en el 1° segundo, 4 metros más en el 2° segundo, finalmente 6 metros en el 3° segundo, determine la rapidez media de la partícula en los 3 segundos transcurridos



Datos:

$$d=2\text{m}+4\text{m}+5 \text{ m}=11\text{m.}$$

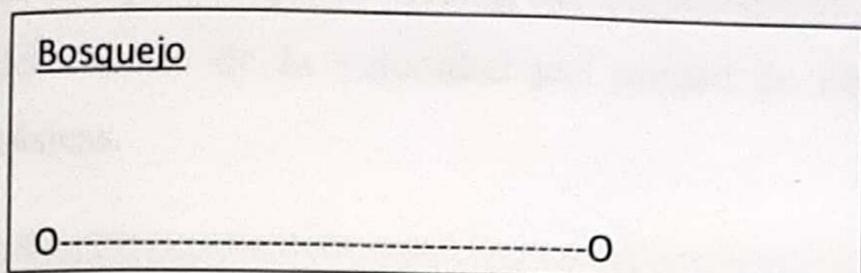
$$t= 3 \text{ s}$$

Se busca:  $v=?$

Solución

$$v_{m,AB} = \frac{d_{AB}}{t} \qquad v=12 \text{ m}/3\text{s} = 4 \text{ m/s}$$

3.-) Un atleta da 20 vueltas a una pista circular de 400 metros de longitud en 40 minutos. Determine la rapidez media del atleta en m/s.



Datos:

$$d = 20(400) = 8000 \text{ m.}$$

$$t = 40(60) = 2400 \text{ s}$$

Se busca:  $v = ?$

Solución

$$v_{m,AB} = \frac{d_{AB}}{t} \qquad v = 8000 \text{ m} / 2400 \text{ s} = 0,333 \text{ m/s}$$

## Conceptos Relacionados

Hablar de cinemática es hablar de cuerpos en movimiento, de trayectorias, de distancias recorridas, de la posición y desplazamiento de un móvil, de la distancia recorrida por unidad de tiempo (o rapidez media), del desplazamiento por unidad de tiempo (o velocidad media), del cambio de la velocidad por unidad de tiempo (aceleración), entre otras definiciones básicas.

### Cinemática

La "cinemática" es el capítulo de la física en la que se tratan conceptos, definiciones, principios, leyes y ecuaciones que determinan la posición, el desplazamiento, velocidad y aceleración de una partícula en función del tiempo..

En la cinemática no se analiza las razones que causan el movimiento de los cuerpos, este hecho se estudia en los capítulos que corresponden a la estática y dinámica de la partícula y del sólido rígido.

En el mundo físico los cuerpos están en reposo (estáticos) o en movimiento, el movimiento puede ser de traslación o rotación, o ambos a la vez.

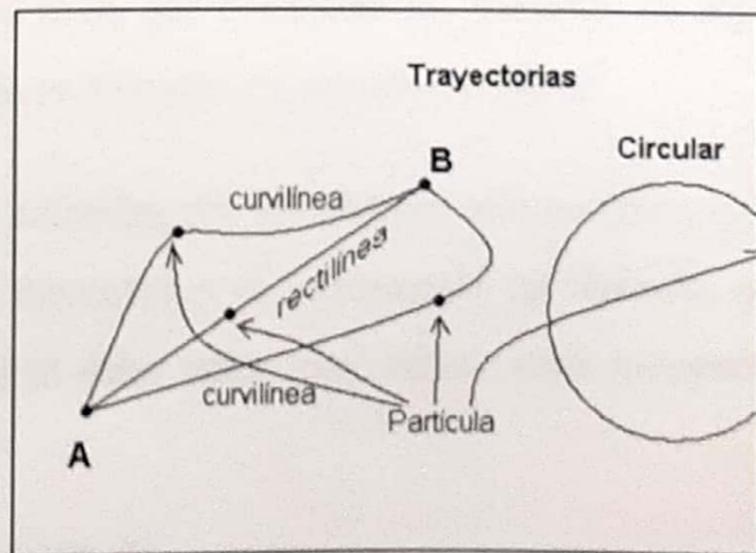
### Trayectoria

En las ciudades modernas existen autopistas, avenidas, calles, peatonales, etc., estas tienen el único objetivo de brindar comodidad a los ciudadanos para desplazarse de un punto a otro.

Cuando un móvil (o partícula) se traslada de un punto a otro describe un camino, este camino puede ser: una línea recta, una curva, o una mezcla de los dos.

La trayectoria de una partícula es el camino que describe esta cuando se traslada de un punto a otro.

La figura F8 muestra las trayectorias que pueden describir las partículas, estas son: rectilínea, circular, o curvilínea.



## **Distancia recorrida**

En el movimiento de traslación la distancia recorrida es la longitud de la trayectoria que ha descrito una partícula

## **Cinemática de la partícula-**

Cuando el tamaño del móvil influye muy poco (o nada) en los resultados del análisis cuantitativo o cualitativo entonces las dimensiones del móvil son insignificantes o despreciables y estos son considerados partículas<sup>1</sup>

## **Partícula**

Una partícula es un cuerpo ideal que carece de dimensiones (largo, ancho, espesor) pero si posee masa.

## **Magnitudes Físicas**

En el quehacer diario (arte, dibujo, prácticas de taller, o matemáticas) en muchas ocasiones habrá tomado la medida de las dimensiones<sup>2</sup> de un cuerpo, o la distancia entre dos puntos cualesquiera en el plano o en el espacio, para esto habrá utilizando una regla dividida en centímetros (cm) o mediante una cinta flexible dividida en centímetros (cm), metros (m) o pulgadas (plg).

También habrá cronometrado el tiempo que tardó en realizar una tarea cualquiera, para esto habrá utilizado un reloj o un cronómetro con capacidad de medir en segundos, minutos y horas.

De compras en el supermercado, ¿ha verificado la masa que contienen los paquetes de algún producto que usted consume?, esta masa es medida en kilogramos, gramos, o libras<sup>3</sup>.

Las magnitudes longitud, masa y tiempo quedan definidas por un número real positivo, cabe hacer hincapié que valores negativos para estas magnitudes es físicamente un absurdo, por esto, al aplicar las herramientas matemáticas usted debe estar muy atento para interpretar resultados de este tipo.

<sup>1</sup> un automóvil, un tren, un avión, una nave espacial, un atleta, un planeta, etc.,

<sup>2</sup> Largo, ancho y altura.

<sup>3</sup> Si no ha realizado alguna de las experiencias citadas esta a tiempo de hacerlo.

## Magnitudes escalares

Un consejo para gozar de buena salud es “caminar diariamente 2 kilómetros mínimo”, si luego de leer o escuchar este consejo “Perico” preguntara: “¿hacia el norte o hacia el sur?”, ¿qué opinión tiene usted de esta interrogante?. Usted estará de acuerdo conmigo, que para estar saludable basta con caminar, no importa si es hacia el norte, al sur, al este, en línea recta, en circunferencias, o en una máquina caminadora, etc., no es de interés la dirección y sentido de la caminata.

La distancia recorrida por un móvil es un ejemplo de magnitud escalar no interesa la dirección y sentido que esta tome, un valor real positivo deja definida esta magnitud física; igual ocurre con la masa que posee un cuerpo, o el tiempo que transcurre cuando se realiza una tarea, estas son magnitudes escalares.

## Magnitudes escalares

Una magnitud escalar es aquella que posee únicamente intensidad, está definida por un número real<sup>4</sup> y no depende de la naturaleza espacial en el que se encuentra la partícula.

## Magnitudes Fundamentales

En el estudio formal de la física las magnitudes se clasifican en: magnitudes fundamentales y magnitudes derivadas. Las magnitudes fundamentales son: la longitud (L), el tiempo (t), y la masa (m), las unidades en el sistema internacional (S.I)<sup>5</sup> son: el metro (m), el segundo (s), y el kilogramo (kg), respectivamente.

En la tabla T1 usted encontrará las magnitudes fundamentales y sus unidades en el “sistema internacional de unidades<sup>6</sup>” y en otras unidades comunes.

## Longitud

La longitud es la distancia entre dos puntos. La unidad patrón de la medida de longitud es el metro.

<sup>4</sup> En muchas veces este número es positivo

<sup>5</sup> El sistema internacional es una norma que pretende que en todos los países del mundo cada magnitud física se defina en una sola unidad y así evitar la existencia de un sinnúmero de ellas, lo que lleva a un gasto innecesario de recursos.

<sup>6</sup> Existen unidades inglesas, y otras propias de cada lugar geográfico, las convenciones de físicos han convenido estandarizar la unidades de medidas para fines de ahorro.

El metro fue inicialmente definido como la diezmillonésima parte de un cuadrante de meridiano terrestre en el año.

El metro patrón está construido de iridio se preserva en la academia de pesas y medidas en París Francia, la definición moderna del metro es Un metro es la distancia que recorre la luz en el vacío durante un intervalo de  $1/299.792.458$  de segundo.

## **Tiempo**

El tiempo es una magnitud abstracta, se la define de manera elemental como la duración de un evento. Para medir el tiempo se define la duración de un evento patrón denominada segundo

Hasta 1967 se definía como la ochenta y seis mil cuatrocientosava parte de la duración que tuvo el día solar medio entre los años 1750 y 1890 y, a partir de esa fecha, su medición se hace tomando como base el tiempo atómico.

Según la definición del Sistema Internacional de Unidades: un segundo es la duración de 9 192 631 770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del isótopo 133 del átomo de cesio ( $^{133}\text{Cs}$ ), a una temperatura de 0 K.

La unidad de medida del tiempo en el sistema internacional de unidades es el segundo (s), otras unidades frecuentemente utilizadas son: la hora (h), el minuto (min), el días, entre otros.

## **La masa**

Es la cantidad de materia que contiene un cuerpo, la unidad de medida en el sistema internacional de unidades es el kilogramo.

En palabras de D. M. McMaster: “La masa es la expresión de la cantidad de materia de un cuerpo, revelada por su peso, o por la cantidad de fuerza necesaria para producir en un cuerpo cierta cantidad de movimiento en un tiempo dado”.

**Tabla T1.- Magnitudes Fundamentales**

Magnitudes Fundamentales		Sistema Internacional	Otros
Longitud	L	Metro (m)	Kilómetro (Km), pie (pie), pulgada (plg), Milla (milla)
Tiempo	T	Segundo (s)	Hora (h), minuto (min)
Masa	M	Kilogramo (Kg)	Libra (lb), Gramo (g), Tonelada (Tn)

**Equivalencia entre unidades**

**Longitud.**

$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm}$

$1 \text{ plg} = 2,54 \text{ cm}$

$1 \text{ m} = 3,281 \text{ pie} = 39,37 \text{ plg}$

$1 \text{ milla} = 1609 \text{ m} = 1,609 \text{ km}$

$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$

$1 \text{ yarda} = 91 \text{ cm}$

$1 \text{ pie} = 12 \text{ plg} = 30,48 \text{ cm}$

**Tiempo**

$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$

$1 \text{ día} = 24 \text{ h}$



Masa

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 2,2 \text{ lb}$$

$$1 \text{ lb} = 450 \text{ g.}$$

Tabla T2.- Múltiplos y submúltiplos del metro

Unidad	Prefijo	Abreviatur	Notación	Notación
Giga	G	Gm	$10^9 \text{ m}$	1000000000 m
Mega	M	Mm	$10^6 \text{ m}$	1000000 m
Kilo	K	Km	$10^3 \text{ m}$	1000 m
Hecto	H	Hm	$10^2 \text{ m}$	100 m
Deca	D	Dm	$10^1 \text{ m}$	10 m
unidad	Unidad	M	$10^0 \text{ m}$	1 m
Deci	d	Dm	$10^{-1} \text{ m}$	0,1 m
Centi	c	cm	$10^{-2} \text{ m}$	0,01 m
Mili	m	mm	$10^{-3} \text{ m}$	0,001 m
Micro	$\mu$	$\mu\text{m}$	$10^{-6} \text{ m}$	0,000001

### Magnitudes Derivadas

Las magnitudes derivadas resultan al relacionar dos o más magnitudes fundamentales. Por ejemplo: la rapidez, la velocidad, la aceleración, etc.

Las magnitudes derivadas se muestran en la tabla adjunta y serán analizadas poco a poco a lo largo de este capítulo.

Tabla T3.- Magnitudes Derivadas

Magnitudes Derivadas		Sistema Internacional de unidades de medida	Otras unidades de medida
Rapidez	$v$	Metro/segundo (m/s)	Kilómetro/hora (Km/h), pie/segundo (pie/s), Milla/hora (mil/h)
Velocidad	$\vec{v}$	Metro/segundo (m/s)	Kilómetro/hora (Km/h), pie/segundo (pie/s), Milla/hora (mil/h)
Aceleración	$\vec{a}$	Metro/segundo <sup>2</sup> (m/s <sup>2</sup> )	Kilómetro/Hora <sup>2</sup> (Km/h <sup>2</sup> ), pie/segundo <sup>2</sup> (pie/s <sup>2</sup> ), Milla/hora <sup>2</sup> (mil/h <sup>2</sup> )
Fuerza	F	Newton (n= Kg·m/s <sup>2</sup> )	Dina (D), Kgf, lbf, gf.
Trabajo	W	Joule (J) J=n·m= Kg·m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	Caloría (Cal), BTU, ergio
Energía	E	J=n·m= Kg·m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	Caloría (Cal), BTU, ergio
Potencia	P	w=J/s	Kilowattio (Kw), Caballo de fuerza (hp)



## Fundamentos

### Magnitudes directamente proporcionales

Dos magnitudes  $X$  y  $Y$  son directamente proporcionales si para todo " $x$ " elemento de " $X$ " y para todo " $y$ " elemento de " $Y$ " se cumple que:

Para un " $x_1$ " existe un " $y_1$ ", para un " $k_1x_1$ " existe un " $k_1y_1$ ", para un " $k_2x_1$ " existe hay un " $k_2y_1$ ",..... para un " $k_nx_1$ " existe un " $k_ny_1$ "

Dos magnitudes directamente proporcionales se escriben como una igualdad Ec-2.

$$y = m \cdot x \quad (\text{Ec-2})$$

Donde:

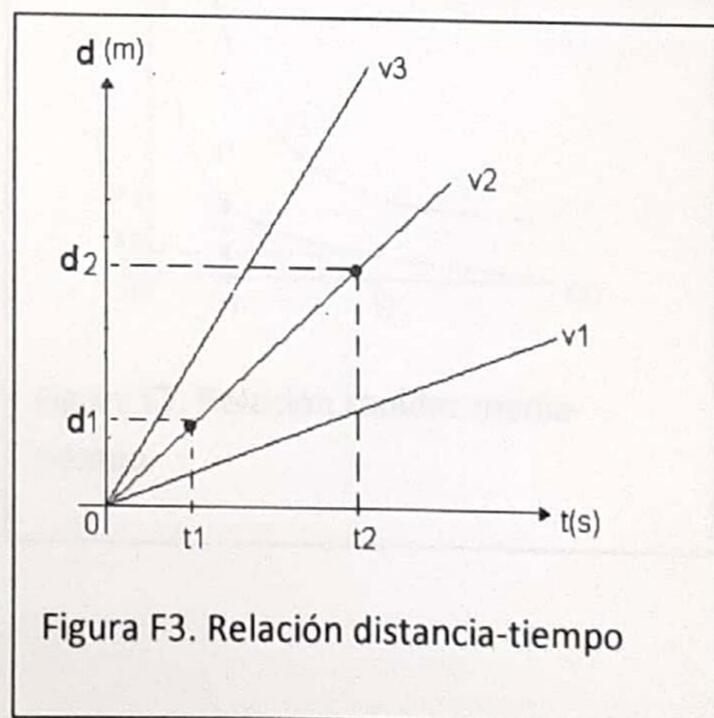
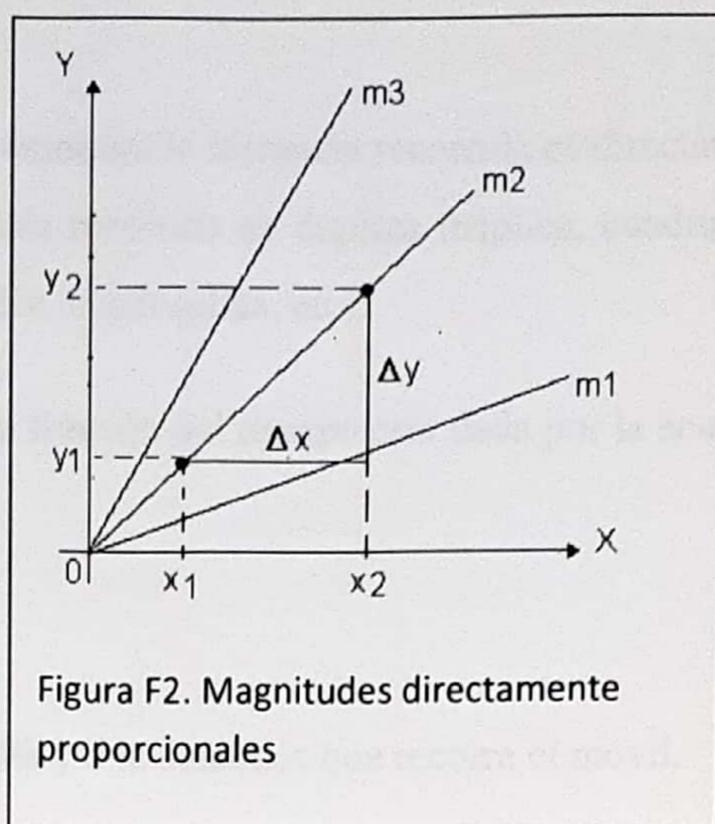
" $x$ " es la variable independiente.

" $y$ " es la variable dependiente

" $m$ " es la constante de proporcionalidad entre las magnitudes " $X$ " y " $Y$ " y define la inclinación (pendiente) de la recta con el eje horizontal, esto es, el incremento " $y$ " por cada unidad de incremento en " $x$ ".

El gráfico de una relación matemática directamente proporcional es una línea recta creciente<sup>7</sup> que pasa por el origen como lo muestra la figura F-2

En toda relación directamente proporcional si la magnitud " $x$ " se duplica (triplica, cuadruplica, quintuplica) la magnitud " $y$ " también.



<sup>7</sup> Si los valores de " $y$ " se incrementan a medida que " $x$ " se incrementa

## Distancia recorrida en función del tiempo empleado

Si la rapidez media de un móvil es constante en tiempo entonces la distancia recorrida es directamente proporcional al tiempo transcurrido. Es decir, la distancia recorrida se duplica (triplica, cuadruplica, etc) "si y solo si" el tiempo transcurrido se duplica (triplica, cuadruplica, etc).

En consecuencia, La ecuación que define la distancia en función del tiempo está dada por la ecuación Ec-3.

$$d = v_{m} \cdot t \quad (\text{Ec-3}).$$

Donde,  $t$  es el tiempo transcurrido,  $v_{m}$  es la rapidez media y  $d$  la distancia que recorre el móvil.

El gráfico distancia-tiempo (figura F3) es una línea recta creciente que pasa por el origen.

La inclinación<sup>8</sup> de la recta en el gráfico distancia-tiempo está definida por la rapidez media del móvil.

La distancia que recorre un móvil a medida que transcurre el tiempo es siempre positiva y creciente<sup>9</sup>, en consecuencia su gráfico distancia-tiempo siempre estará definido en el primer cuadrante.

## Fundamentos

### Magnitudes inversamente proporcionales

Para toda "x" elemento de una magnitud "X" y para toda "y" elemento de una magnitud "Y".

Si "x" se relaciona con "y"

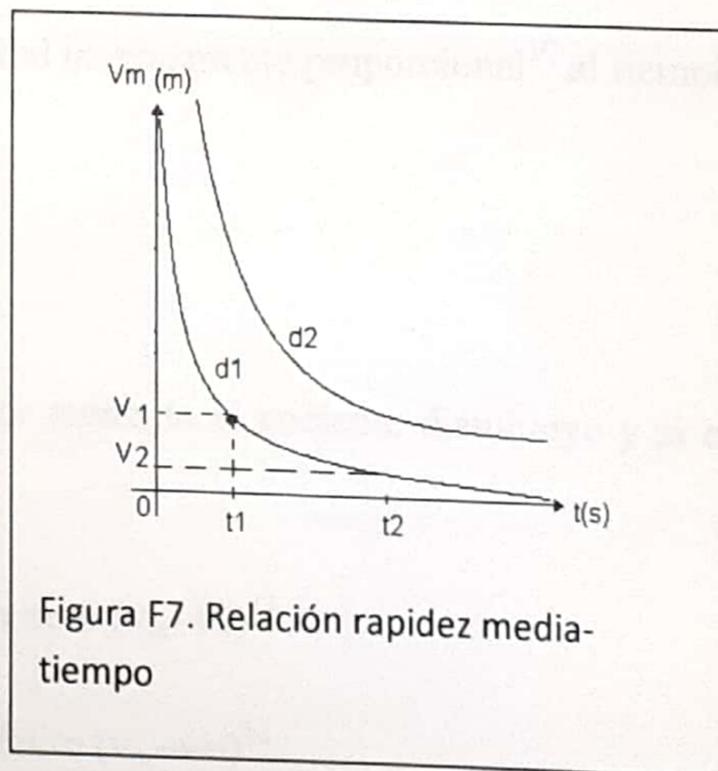
si " $k_1x$ " se relaciona con " $y \cdot \frac{1}{k_2}$ "

si " $k_2x$ " se relaciona con " $y \cdot \frac{1}{k_2}$ "

si " $k_nx$ " se relaciona con " $y \cdot \frac{1}{k_n}$ "

### En consecuencia

<sup>8</sup> Pendiente "m" de la recta  $m = \text{incremento de la velocidad} \div \text{incremento del tiempo}$   
<sup>9</sup> Siempre la distancia  $d$  ira en aumento a medida que el tiempo transcurre



La magnitud "Y" es inversamente proporcional a "X".

Matemáticamente dos magnitudes inversamente proporcionales se escribe como una igualdad:

$$y = \frac{m}{x} \quad (\text{Ec-4})$$

Donde:

"x" es la variable independiente.

"y" es la variable dependiente

### La rapidez media en función del tiempo

Si un móvil recorre una distancia "d" y tarda "t" segundos en hacerlo entonces su rapidez media "vm" es inversamente proporcional al tiempo empleado.

Si el tiempo empleado en recorrer una distancia "d" (la que se mantiene constante) se duplica (triplica, cuadruplica, quintuplica, etc.) entonces la rapidez media se reduce a la mitad (a un tercio, a un cuarto, a un quinto, etc).

Si el tiempo en recorrer una distancia "d" se reduce a la mitad (a un tercio, a un cuarto, a un quinto, etc). entonces la rapidez media se duplica (triplica, cuadruplica, quintuplica, etc)

La ecuación Ec-1 define a la rapidez media como una magnitud inversamente proporcional<sup>10</sup> al tiempo transcurrido.

$$v_{m,AB} = \frac{d_{AB}}{t} \quad (\text{Ec-1})$$

Analice aritméticamente la ecuación Ec-1, si el denominador aumenta el cociente disminuye y si el denominador disminuye el cociente aumenta.

Si el tiempo tiende al infinito ( $t \rightarrow \infty$ ) la rapidez media tiende a cero ( $v_m \rightarrow 0$ )<sup>11</sup>

Y si el tiempo tiende cero ( $t \rightarrow 0$ ) la rapidez media tiende a infinito ( $v_m \rightarrow \infty$ )<sup>12</sup>

El gráfico rapidez media- tiempo es una hipérbola en el primer cuadrante.

<sup>10</sup> Como la variable t está en el denominador es claro intuir que ocurre con la rapidez media cuando t aumenta o disminuye.

<sup>11</sup> Asíntota horizontal, recta límite la cual nunca es tocada por la hipérbola

<sup>12</sup> Asíntota vertical, recta límite la cual nunca es tocada por la hipérbola

**Ejercicios propuestos del sistema tutorial (ST).****Ejercicios Propuestos 1**

En cada ejercicio: realice un bosquejo de la situación, escriba los datos conocidos y los que se buscan, plantee la solución y finalmente escriba de manera clara la respuesta del problema.

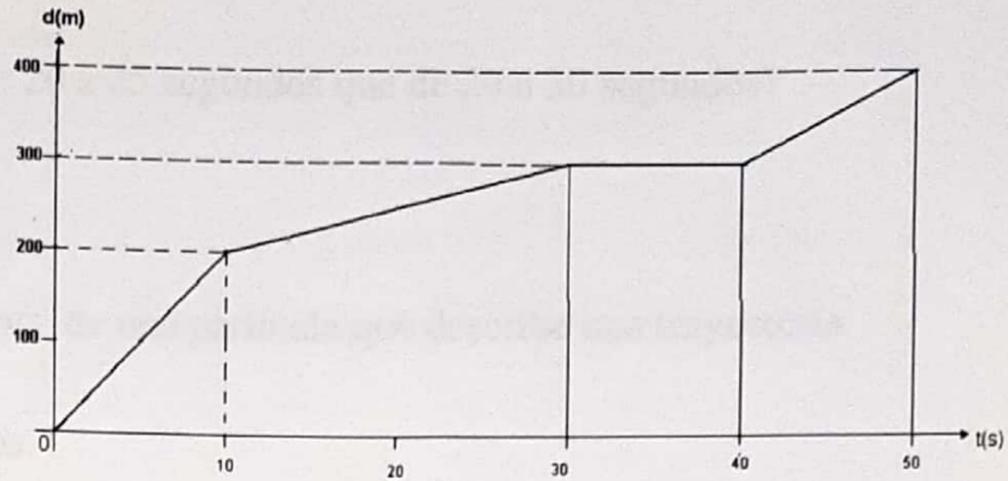
- 1) Determine la rapidez media de una partícula que describe una trayectoria:
  - a) De 10,0 metros de longitud en 5 segundos.
  - b) De 2000 metros en 400 segundos.
  - c) De 200 kilómetros en 3 horas.
- 2) Determine la rapidez media de un automóvil que a las 8:00 se encontraba en el kilómetro 60 de la vía Guayaquil-Salinas y a las 8:35 se encontraba en el kilómetro 120 de la misma vía.
- 3) Un automóvil partió de la ciudad de Quito a las 7:00 rumbo a Guayaquil, si el automóvil arribó a su destino a las 15:00 ¿cuál fue su rapidez media? Nota: obtenga la distancia entre las ciudades del Ecuador en la tabla T1 (pag.6).
- 4) Determine el tiempo que tardaría un automóvil en cubrir la ruta Guayaquil-Salinas-Esmeraldas si la rapidez media del viaje fue 70 km/h.
- 5) Un móvil recorre 10 metros en los 2 primeros segundos y 14 metros más en los siguientes 3 segundos. Determine la rapidez media en los 5 segundos transcurridos.
- 6) Un automóvil fue de la ciudad A hasta la ciudad B, si la rapidez media del móvil fue 80 km/h y tardó 1 hora 30 minutos (1 20 min; 3,5 h ) determine la distancia ente las ciudades, exprese esta en Kilómetros y en metros.
- 7) Un automóvil fue de la ciudad Alfa hasta la ciudad Beta, si el móvil recorre 120 km más cada hora y el viaje duró 8 horas. Determine la rapidez media del vehículo.
- 8) Si la rapidez media de un tren fue 160 km/h al cubrir una ruta de 3000 kilómetros, ¿cuánto tiempo duró el viaje?

- 9) La distancia que separa las ciudades Gamma y Beta es 450 km, si de Gamma partió un automóvil a las 06:00 y llegó a Beta a las 08:30, ¿cuál fue la rapidez media del automóvil?
- 10) Un tren parte desde Alfa a las 8:00 rumbo a Beta, si la distancia entre las ciudades es 1500 kilómetros, y la rapidez media del tren fue 100 km/h. ¿A que hora arribó el tren a Beta?
- 11) Un automóvil partió de la ciudad de Guayaquil a las 6:00, llegó a Salinas a las 7:30, si inmediatamente el conductor inicia el viaje de retorno tardando 1 hora en hacerlo, determine la rapidez media del automóvil: a) para el viaje de Guayaquil a Salinas, b) para el viaje de Salinas a Guayaquil, c) para el viaje redondo.
- 12) Elmo viajó en automóvil de Alfa hasta Beta, en las primeras dos horas del viaje la rapidez media fue 70 km/h pero en las siguientes 3 horas fue 80 Km/h. Determine: a) la distancia que separa las ciudades, b) la rapidez media del vehículo al ir de Alfa a Beta.
- 13) Juan condujo su automóvil de la ciudad A hasta la ciudad B, recorrió los primeros 300 km de tal manera que su rapidez media fue 90 km/h, para el resto de la trayectoria (400 kilómetros) la rapidez media fue 100 km/h. Determine la rapidez media del vehículo al ir de A a B.
- 14) Un autobús en su viaje de ida tardó 3 horas, retornó de inmediato tardando la mitad del tiempo, si la rapidez media del viaje redondo fue 75 km/h ¿Qué distancia separa las ciudades?
- 15) Un autobús realizó un viaje de ida y vuelta entre las ciudades Alfa y Beta, en la ida tardó dos horas más que en el retorno. Si la rapidez media del viaje redondo fue 75 km/h y la distancia que separa las ciudades es 200 km. Cuánto tiempo tardó el viaje: a) de ida, b) el de retorno y c) el viaje redondo.
- 16) Un autobús fue de Alfa a Beta y emprendió el viaje de retorno media hora después de haber llegado a su destino, el tiempo en el viaje de ida excedió en dos horas al doble del tiempo del viaje de retorno, la distancia entre las ciudades es 300 km y la rapidez media del viaje redondo fue 100 km/h. Determine: a) el tiempo que tardó el autobús al ir de Alfa a Beta, b) el tiempo que tardó el autobús en el viaje redondo.

Ciudades	AMBATO	AZOGUEZ	BABAHOYO	BAHÍA	BAÑOS	CUENCA	ESMERALDAS	GUAYAQUIL	GUARANDA	IBARRA	LOJA
AMBATO		269	220	406	40	306	390	288	99	251	511
AZOGUEZ	269		238	493	272	37	630	213	252	520	242
BABAHOY	220	238		322	237	275	392	83	121	455	440
BAHÍA	406	493	322		446	530	392	280	381	455	695
BAÑOS	40	272	237	446		309	430	288	116	291	514
CUENCA	306	37	275	530	309		667	250	289	557	205
ESMERALD	390	630	392	392	430	667		472	489	433	823
GUAYAQUI	288	213	83	280	288	250	472		204	535	415
GUARAND	99	252	121	381	116	289	489	204		350	494
IBARRA	251	520	455	455	291	557	433	535	350		762
LATACUNG	47	316	267	365	87	353	343	335	146	204	558
LOJA	511	242	440	695	514	205	823	415	494	762	
MACARÁ	701	432	427	682	704	395	819	402	684	952	190
MACAS	230	219	427	642	190	231	620	432	305	479	436
MACHALA	382	225	216	471	383	188	608	191	337	633	235
MANTA	404	409	281	120	444	446	442	196	402	505	611
PLAYAS	385	310	180	364	385	347	556	97	301	632	512
PORTOVIEJ	369	407	246	86	409	444	407	194	367	470	609
QUEVEDO	224	341	103	219	264	378	289	183	224	352	543
QUITO	136	405	304	340	176	442	318	420	235	115	647
RIOBAMBA	52	217	182	464	55	254	442	233	61	303	459
SALINAS	451	376	246	308	451	413	622	163	367	685	578
STO.	205	445	207	207	245	482	185	287	328	248	647
TULCAN	376	645	580	580	416	682	558	600	475	125	887

## Ejercicios Propuestos 2

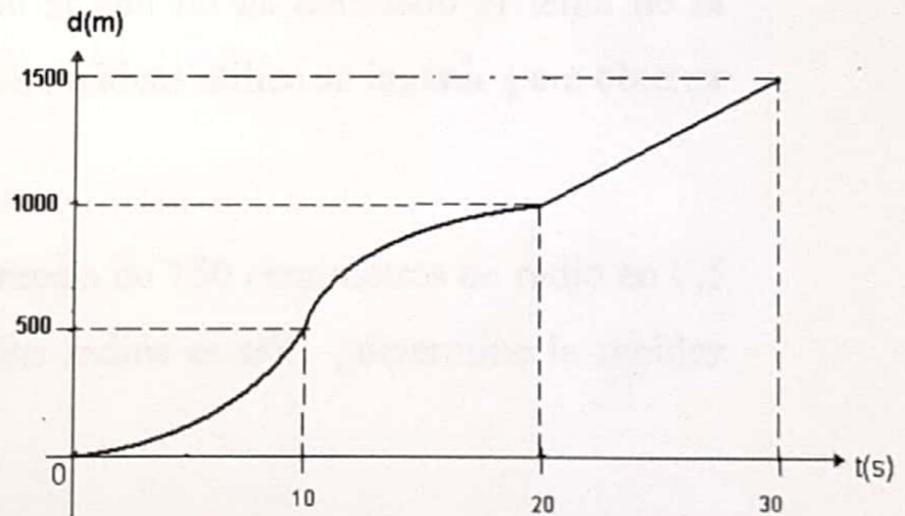
1. El gráfico adjunto muestra el movimiento de una partícula en función del tiempo. Determine la rapidez media de la partícula para los intervalos de tiempo de:



- a)  $0s \leq t < 10s$
- b)  $10s \leq t < 30s$
- c)  $30s \leq t < 40s$
- d)  $40s \leq t < 50s$
- e)  $0s \leq t < 50s$
- f)  $10s \leq t < 40s$



2. El gráfico adjunto muestra el movimiento de una partícula en función del tiempo. Determine la rapidez media para:



- a)  $0s \leq t < 10s$
- b)  $10s \leq t < 20s$
- c)  $20s \leq t < 30s$
- d)  $0s \leq t < 30s$
- e)  $0s \leq t < 20s$
- f)  $10s \leq t < 30s$

g) ¿Es igual la rapidez media de 0 a 5 segundos que de 0 a 10 segundos?

h) ¿Es igual la rapidez media de 20 a 25 segundos que de 20 a 30 segundos?

### Ejercicios Propuestos 3

- 1) Determine la rapidez media en m/s, de una partícula que describe una trayectoria:
  - a. De 10,5 km en 15 minutos.
  - b. De 2000 m en 0,05 horas.
- 2) Una partícula tarda 5 horas en ir de A a B, si su rapidez media es de 30 km/ min. ¿Cuál es la distancia entre los puntos?
- 3) La rapidez media de un automóvil fue 40 km/h ¿Qué distancia recorrió si tarda 30 minutos?
- 4) Un atleta corre por el perímetro de una pista pentagonal de 100 metros de lado si tarda 45 minutos en dar 10 vueltas, determine la rapidez media del automóvil en Km/h.
- 5) SI una partícula describe una circunferencia de 20 cm de radio en 0,2 segundos, ¿Cuál es su rapidez media en m/s?. Nota: si aún no ha abordado el tema de la longitud de circunferencia en su clase de matemáticas utilice su ingenio para obtener una longitud aproximada.
- 6) Una partícula describe un arco de circunferencia de 150 centímetros de radio en 0,5 minutos, si el ángulo comprendido entre los radios es  $60^\circ$  ¿determine la rapidez media de la partícula en m/s?
- 7) Una partícula fue: del punto A(100 m|100 m) al punto B(300 m|200 m) en 3 minutos, del punto B al C(100 m|-100 m) en 3 minutos, finalmente retornó a A en 4 minutos. Determine en m/s la rapidez media de la partícula para la trayectoria ABCA.
- 8) La rapidez media de un tren al recorrer 800 millas fue 100 Km/h ¿Cuántas horas, minutos y segundos tardó en cubrir dicha distancia?

- 9) Un automóvil fue de la ciudad Gamma a la ciudad Beta, su rapidez media fue 80 millas/h, si la longitud de la carretera que une las ciudades es 300 km ¿Cuántas horas, minutos y segundos tardó el automóvil en ir de Gamma a Beta?
- 10) Un automóvil partió de Alfa a las 8:30 y arribó a Beta a las 19:15, si la distancia entre las ciudades es 1500 millas, ¿Cuál fue la rapidez media del automóvil expresada en Km/h (m/s)?
- 11) Juan en sus vacaciones, recorrió 140 millas en 1 hora 20 minutos y de inmediato 150 kilómetros más con una rapidez media de 60 millas/h ¿cuál fue la rapidez media del viaje expresada en Km/h?
- 12) Un automóvil recorrió en 1 hora 10 minutos 240 kilómetros, de inmediato recorrió una distancia "d2" en 3 horas, si la rapidez media de todo el viaje es de 60 km/h. Determine la distancia "d2" recorrida.
- 13) Un automóvil fue de la ciudad A a la ciudad B recorriendo las 100 millas que las separa con una rapidez media de 120 km/h, de inmediato partió a la ciudad C tardando 2 horas 15 minutos, si la rapidez media del viaje de A a C fue de 130 km/h. Determine la rapidez media del automóvil entre B y C ( $v_{mBC}$ )
- 14) Un móvil tardó 3 horas con 45 minutos en su viaje de ida y vuelta entre las ciudades Gamma y Delta, si la rapidez media del viaje redondo fue 150 millas/h ¿Cuál es la distancia que separa a las ciudades?
- 15) Una insecto camina a lo largo del marco de una ventana rectangular de 2 metros de ancho por 2 de alto, determine la rapidez media del insecto si este tarda 2 minutos en ir del vértice inferior derecho hasta:
- El vértice superior izquierdo.
  - El vértice superior derecho