

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS  
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**



**Unidad Distrito Federal**

**Departamento de Matemática Educativa**

**RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CINEMÁTICA POR  
ALUMNOS DE SECUNDARIA**

Tesis que presenta

**FELIPE DE JESÚS MATÍAS TORRES**

para obtener el Grado de Maestro en Ciencias

en la especialidad de Matemática Educativa

Directora de Tesis: **DRA. AURORA GALLARDO CABELLO**

México, Distrito Federal

Noviembre 2013

## RESUMEN

Se hizo una revisión de los antecedentes en este tema, encontrando la existencia de proyectos elaborados por el CINVESTAV hace ya algunos años, siendo financiados por la SEP. Éstos han dado resultados aunque, debido a causas secundarias no se han podido aplicar a nivel nacional. Existen algunas que sirven de guía para no partir de cero, tomando en cuenta las conclusiones obtenidas para comprender y analizar las ideas de los estudiantes al resolver problemas de cinemática, que al parecer son una de las causas que impiden comprender el movimiento.

Iniciamos recopilando problemas de cinemática de los libros de texto autorizados por la SEP para su uso, acorde con el Plan y Programas 2006, de éstos se eligieron aquellos que permiten trabajar con enteros negativos buscando rescatar la forma en que estudiantes de secundaria los manipulan e interpretan durante la resolución de los mismos. Se obtuvieron los permisos necesarios por parte de la SEP, para llevar a cabo esta investigación en una Escuela Secundaria Pública en el Distrito Federal, con un grupo de Segundo Grado. Se elaboró un cuestionario con nueve problemas de cinemática y se aplicaron al término del primer bloque de Ciencias II (Física) a 27 alumnos. Se analizaron las respuestas obteniendo resultados generales visualizando algunos aspectos Físicos y Matemáticos que impiden resolver correctamente los problemas planteados. En cuanto a la interpretación del movimiento alumnos omiten puntos de origen, ejes de referencia y sentidos de movimiento. Conceptualmente hablando existen inconsistencias en rapidez, velocidad, aceleración, caída libre, gravedad, etc. Con respecto al reconocimiento de la fórmulas, detección de datos involucrados, despejes, conversión de unidades y manipulación de las mismas, se identificaron tendencias cognitivas del sujeto, hechos que se presentan siempre en los procesos de enseñanza-aprendizaje del álgebra escolar, Filloy (1999).

También aplicamos el cuestionario a cinco profesores de la materia de Ciencias II (Física), y del análisis realizado rescatamos dos problemas en los que alumnos y profesores muestran dificultad al resolverlos. Aprovechando esta información para realizar un comparativo de Competencia Formal, publicado en Matías & Gallardo (2012).

Posteriormente elegimos un alumno como Estudio de Caso donde el entrevistador (Profesor de Ciencias), interpreta los diálogos a fin de encontrar las posibles causas que impiden resolver correctamente los problemas. El alumno a través del discurso establecido, deja evidencia de los conocimientos físicos y matemáticos necesarios para resolver problemas de cinemática, dando sentido a cada movimiento y al uso de enteros. También se rescatan las fortalezas y debilidades del estudiante, nombrando cada episodio por medio de una metáfora alusiva al desempeño del alumno.

Sugerimos a los profesores de Ciencias, tomar en cuenta los aspectos rescatados en esta investigación pues permitirán el uso de distintas formas de enseñanza-aprendizaje. Aún cuando sabemos que se requiere de capacitación y actualización estamos convencidos de que la forma de mantenernos vigentes es moviéndonos con el mundo, aceptando cambios y retos. Las condiciones laborales actuales, niegan el sometimiento del ser humano por otro superior a él, por el contrario se invita a educar caminando de la mano con el fin de lograr cumplir los objetivos de los planes y programas de estudio vigentes. Habrá que hacer una autoevaluación de las fortalezas y debilidades profesionales que tenemos sin olvidar que aún es tiempo de para aprender a mejorar nuestras formas de enseñanza-aprendizaje.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN . . . . . 7

Los Profesores de Ciencias . . . . . 8

### CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes de la Investigación . . . . . 9

1.2 SEP Libro para el Maestro FISICA (1993) . . . . . 10

1.3 Las prácticas matemáticas en las materias científicas de la enseñanza media:  
el papel de la modelación . . . . . 11

1.4 ¿Qué signo tienen realmente la "g"? . . . . . 15

1.5 SEP Dando sentido a la ciencia en secundaria . . . . . 34

1.6 SEP Plan y Programas 2006 . . . . . 52

1.7 Avances y hallazgos en la implementación de tecnologías para la enseñanza  
de las matemáticas y las ciencias . . . . . 63

1.8 SEP Plan y Programas 2011 . . . . . 67

### CAPÍTULO II

#### Marco Teórico

2.1 Justificación del problema y preguntas de investigación . . . . . 80

2.2 Modelos Teóricos Locales (MTL) . . . . . 81

2.2.1 Sistemas Matemáticos de Signos. . . . . 82

2.2.2 Componente de Competencia Formal . . . . . 83

2.2.3 Componente de los procesos cognitivos . . . . . 94

2.2.4 Componente de enseñanza . . . . . 97

2.2.5 Componentes de Comunicación . . . . . 98

## **CAPÍTULO III**

### **Aspecto Metodológicos de la Investigación**

3.1 Elección de la Muestra . . . . .	99
3.2 Selección y clasificación de problemas . . . . .	99
3.3 Conocimientos previos . . . . .	100
3.4 Cuestionario definitivo . . . . .	101

## **CAPÍTULO IV**

### **Aplicación, evaluación y análisis del cuestionario.**

4.1 Resultados Generales . . . . .	103
------------------------------------	-----

## **CAPITULO V**

### **ESTUDIO DE CASO**

5.1 <b>Secuencia de los episodios del Estudio de Caso</b> . . . . .	106
---	-----

#### **Problemas de M.R.U. y M.U.A.**

5.1.1 Me estás confundiendo . . . . .	107
5.1.2 No siempre dice lo que piensa . . . . .	114
5.1.3 Debemos cambiar . . . . .	118
5.1.4 Por lógica . . . . .	123
5.1.5 Frenar sin detenerse . . . . .	125
5.1.6 Arrastrándolas siempre . . . . .	129
5.1.7 Al mejor cazador se le va la liebre . . . . .	132

#### **Problemas sobre Caída libre y Tiro vertical.**

5.1.8 Cuando deje de caer, seré la misma. . . . .	138
5.1.9 Abusando del tiempo . . . . .	146
5.2 Tendencias Cognitivas del Estudio de Caso . . . . .	161
5.3 Resultados Generales . . . . .	165

## **CAPÍTULO VI**

6.1 Propuesta para los profesores . . . . .	166
6.2 Continuación de la investigación . . . . .	167

## **REFERENCIAS**

<b>Bibliografía . . . . .</b>	<b>168</b>
-------------------------------	------------

## INTRODUCCIÓN

En México se concluyó la Reforma Integral de Educación Básica (RIEB) que en sus programas SEP (2011), tienen una política pública ...."orientada a elevar la calidad educativa, que favorece la articulación en el diseño y desarrollo del currículo para la formación de los alumnos de preescolar, primaria y secundaria; coloca en el centro del acto educativo al alumno, el logro de los aprendizajes, los Estándares Curriculares establecidos por periodos escolares, y favorecen el desarrollo de competencias que les permitirán alcanzar el perfil de egreso de la Educación Básica" (p. 8).

Se han modificado los Planes y Programas, con el fin de mejorar el nivel de educativo. Nuestra investigación inicia con los cambios llevados a cabo en 2004 a nivel preescolar, en 2006 en Secundaria y en 2009 con la educación Primarias. Se culmina con el Plan y Programas 2011, que considera cambios específicos derivados de la puesta en marcha del Plan y Programas 2006 permitiendo dar continuidad a la Educación Básica.

En Secundaria hoy considerado Cuarto periodo escolar, observamos que en segundo grado se cursa la materia de Ciencias II (Física) abordando temas relacionados con el "movimiento de los cuerpos". Alumnos de este nivel comenten errores al resolver problemas de cinemática, debido entre otras causas a la no extensión del dominio numérico de los naturales a los enteros Gallardo, A. (2002).

Además por lo general, los alumnos recurren al uso del álgebra para la resolución de los problemas, donde la de falta precisión en la escritura y/o en los despejes algebraicos de muchas fórmulas físicas causan dificultades.

## **LOS PROFESORES DE CIENCIAS.**

Algunos profesores de ciencias aún continúan enseñando estos temas a partir de la resolución de problemas, aplicando mecánicamente fórmulas para encontrar las variables en juego. Deja en segundo lugar la comprensión de los conceptos básicos como son: rapidez, velocidad y aceleración, que implica el manejo e interpretación de gráficas posición-tiempo, distancia-tiempo, así como la comprensión de los movimientos objetivo de los programas de Ciencias (énfasis en Física de segundo grado de secundaria).

Y quizá para después, lo que el Libro para el Maestro de Educación Secundaria SEP (1995) sugiere para el estudio del movimiento.

"Resulta importante recalcar la relevancia de los sistemas de referencia empleados para descubrir el movimiento, y que la elección del sistema debe hacerse explícitamente, de tal forma que los resultados que se encuentren puedan ser comunicados y comparados con otros" (p. 77).

### **Reflexión.**

Al parecer no hay coherencia entre lo que se pide enseñar al profesor de Ciencias (Física) y lo enseñado durante sus clases, quizá por no tener claras las características de los movimientos, o por no conocer alternativas de enseñanza que pudieran permitir no solo la resolución de problemas de cinemática, sino la adquisición de conceptos. A partir del análisis han mostrando mayor dificultad que la aplicación directa de fórmulas en busca de variables desconocidas. Muestra de ello es que, aún cuando ya se han establecido las diferencias entre velocidad y rapidez, el docente sigue solicitando que obtenga velocidad como si se tratara de la rapidez.



## CAPÍTULO I

### 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los antecedentes tomados para esta investigación son los siguientes:

- Libro para el maestro de física. México, SEP. (1995).
- Las prácticas matemáticas en las materias científicas de la enseñanza media: el papel de la modelación. (1996).
- ¿Qué signo tiene realmente la gravedad? el significado y la enseñanza del signo negativo en la física. Mochón, S. (1997).

Este artículo lo dejé completo ya que estoy convencido que puede servir en la comprensión de conceptos como rapidez, velocidad, caída libre y valor de la gravedad, al mostrar por medio de ejemplos el modo de abordar problemas de cinemática.

- “Resolución de problemas de cinemática con alumnos de 5to. Grado de Secundaria”. (1999).
- Dando sentido a la Ciencia en Secundaria de Rosalind Driver (2000).
- Plan y programas de estudio SEP. (2006).
- Avances y hallazgos en la implementación de tecnologías para la enseñanza de las matemáticas y las ciencias. (2006).
- Plan y programas de estudio SEP. (2011).

## 1.2 Libro para el Maestro FÍSICA

A diferencia del Nuevo Plan y Programas SEP (2011) en el que no pide específicamente tomar en cuenta el sistema de referencia para describir los movimientos, como también sugiere Mochón, (1997); lo que permitiría manejar tiempos, velocidades y aceleraciones negativas. Al respecto rescatamos el siguiente párrafo del Libro del Maestro usado durante el Plan y Programas SEP (1993) y quizá en algunos casos en la actualidad.

El movimiento en una línea recta es el más simple de todos, y con él se pueden introducir los conceptos básicos de la cinemática. En este punto es importante que se analicen distintos fenómenos: movimiento con velocidad constante, movimiento con velocidad variable, caídas, movimiento de ida y regreso, para encontrar las semejanzas y las diferencias entre ellos y empezar a proponer relaciones entre las variables para los distintos casos. En esta parte es importante que el estudiante distinga entre distancia recorrida, velocidad y aceleración y nuevamente, la diferencia entre la gráfica de posición-tiempo del movimiento, y su trayectoria. Pueden ejemplificarse aquí casos de movimientos que tienen la misma trayectoria y que sin embargo se representan mediante gráficas posición-tiempos diferentes.

Resulta importante recalcar la relevancia de los sistemas de referencia empleados para describir el movimiento, y que la elección del sistema debe hacerse explícitamente, de tal forma que los resultados que se encuentren puedan ser comunicados y comparados con otros. (p. 77)

### **Reflexión.**

Compartimos la idea de considerar lo que este libro sugiere, respecto al uso de sistemas de referencia, permitiendo interpretar sin ambigüedades la forma en que se resuelve el problema dotando de sentido el resultado obtenido.

### **1.3 LAS PRÁCTICAS MATEMÁTICAS EN LAS MATERIAS CIENTÍFICAS DE LA ENSEÑANZA MEDIA: EL PAPEL DE LA MODELACIÓN.**

Rescatamos de este artículo algunas ideas que sustentan esta investigación "...hay un campo de las prácticas matemáticas escolares que merece también ser explorado, el de la actuación matemática (de alumnos y maestros) en el contexto de otras materias científicas; esto es sabemos poco sobre cómo se hacen presentes los conocimientos matemáticos cuando se enfrentan problemas o tareas en la clase de biología, de química, física o geografía" (p. 366).

A continuación mostramos parte del artículo con el fin de evidenciar lo que se ha logrado con la puesta en marcha de la enseñanza por medio de la modelación.

En las clases de física, puede advertirse una presencia dominante de la matemática, mediante el uso de fórmulas, la cual substituye, casi por completo, a la enseñanza de los conceptos y principios de la física.

#### **El proyecto anglo/mexicano.**

De manera específica, en el proyecto se investigó:

- Las prácticas matemáticas escolares en estudiantes de ciencias de 16 a 18 años de edad.
- Las maneras en que las Hojas Electrónicas de Cálculo ayudan a los alumnos a establecer vínculos entre sus acercamientos no-formales a la resolución de problemas y un acercamiento "más formal" de modelación matemática basado en las Hojas Electrónicas de Cálculo.
- Si los estudiantes llegan a identificar el uso de las Hojas Electrónicas como herramienta de modelación matemática, a través de las diferentes materias científicas escolares.

- Las influencias culturales en las prácticas matemáticas escolares en México y el Reino Unido.

El estudio se llevó a cabo con dos grupos de alumnos de 16 a 18 años de edad, uno en México (de 9 alumnos) y otro en Inglaterra (de 12 alumnos). Dos equipos de investigadores, unos del Centro de Estudios Avanzados del IPN, en México y otro del Instituto de Educación de la Universidad de Londres, desarrollaron de manera conjunta los elementos teórico-metodológicos, así como los materiales experimentales del proyecto, e implementaron los estudios paralelos en México e Inglaterra.

A grandes rasgos, la metodología del proyecto consiste en:

- El estudio de las prácticas matemáticas escolares en ambos países, cuando los alumnos aun no habían tenido acceso a las computadoras.
- Sesiones experimentales de modelación con hojas electrónicas de cálculo. i) Difusión; ii) Colisiones 1 y 2 ; iii) Satélites Artificiales; iv) Equilibrio Químico; v) Contaminación y vi) Crecimiento Poblacional.
- Entrevistas individuales para los estudios de caso.

### **Valoración de la modelación.**

El caso de Marina es muy revelador en este sentido, pues en la entrevista final, cuando se le pregunta sobre si ella cree que la modelación ayudó a comprender mejor los fenómenos y conceptos científicos, responde: " me gustó el de Colisiones, porque aprendí cosas nuevas... cosas que no sabía..." Cuando el entrevistador se refiere al modelo de Difusión ella responde: "sí me gusto, pero no me pareció muy útil, pues me dice cosas que eran obvias".

Por su parte, Charlie, un alumno británico, afirma en la entrevista final que no le parecieron interesantes las actividades de modelación con Hojas de Cálculo: "nada me motivó a leerlas, no eran divertidas".

Dice también que el uso de las Hojas de Cálculo disminuyó su gusto por las materias de ciencias porque: "medió un punto de vistas matemático de las relaciones involucradas". Es importante mencionar que, en muchas ocasiones, Charlie se refería a las matemáticas de una manera negativa y, claramente, relaciona la modelación en Hojas de Cálculo con la matemática.

### **Notas finales.**

...la historia personal de los estudiantes podría considerarse como uno de los factores principales que influyen en su manera de trabajar con modelación matemática, en su elección de recursos estructurantes y, en particular, en su elección de representaciones externas.

Por otra parte, el caso de Marina aquí referido nos permite conjeturar que es factible cambiar de manera radical las actuales prácticas matemáticas en las clases de ciencias y que la modelación matemática, puesta en obra en al enseñanza de temas específicos, en el aula de ciencias, no en el aula de matemáticas, es una vía plausible para ese cambio.

Este estudio sugiere que los modelos desarrollados en el ambiente de Hoja de Cálculo presentan un nivel intermedio de abstracción que permite a los estudiantes moverse con flexibilidad del modelo formal a la situación física y viceversa.

En relación al ambiente computacional y su papel de mediador de las acciones de los sujetos, el análisis de otros casos, además del de Marina, les permite concluir que el ambiente de las Hojas Electrónicas de Cálculo ofrece a los alumnos una nueva herramienta psicológica Wertsh, (1991) para el desarrollo de modelos matemáticos.

## **Reflexión.**

Este artículo sugiere tomar en cuenta la propuesta mostrada para su aplicación en la enseñanza de las materias abordadas, además de contar con un comparativo entre alumnos de México e Inglaterra en el que se visualizan sus percepciones del trabajo con modelación. El trabajo elaborado en este proyecto y todas las dificultades originadas en la puesta en juego, permitieron al autor del siguiente artículo titulado **¿Qué signo realmente tiene la "g"? El significado y la enseñanza de signo negativo en la física** Mochón (1997), aportar teoría que sirve de herramienta a profesores de ciencias en la comprensión de los movimientos relacionados con esta investigación, ya que muestra con ejemplos resueltos y analizados, considerando distintos puntos de referencia y sentidos del movimiento, ayudando a reconocer los conceptos de rapidez, velocidad, trayectoria, posición, aceleración y signo del valor de la gravedad.

## ***1.4 ¿Qué signo realmente tiene la “g”?:***

### ***El significado y la enseñanza del signo negativo en la física.***

*Dr. Simón Mochón*

*Departamento de Matemática Educativa*

*Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I. P. N, México.*

## **Resumen**

*En este artículo se describen algunas concepciones erróneas que existen en la enseñanza de la física, especialmente en la cinemática. Esto está íntimamente relacionado con la enseñanza de las matemáticas ya que esta problemática es debida a la falta de entendimiento del signo apropiado en variables físicas.*

*El propósito principal de este escrito es aclarar este tipo de ideas, además de dar algunas sugerencias didácticas para la enseñanza de estos temas. En particular se recomienda poner más énfasis a representaciones gráficas y numéricas en el salón de clase.*

## **Abstract**

*We describe in this paper some misconceptions that exist in the teaching of physics, specially within kinematics. This is closely related to the teaching of mathematics since these conceptions are due to the lack of understanding of the proper sign in physical variables.*

*The main purpose of this article is to clarify these ideas and to give some didactical suggestions for the teaching of these subjects. In particular it is recommended to give more emphasis to graphical and numerical representations within the classroom.*



## **Introducción**

*En clases de física los alumnos preguntan frecuentemente ¿qué signo tiene la “g” (la aceleración de la gravedad)? De acuerdo a nuestra experiencia, en muchas ocasiones desafortunadamente la respuesta que se da es del tipo: “negativa hacia arriba y positiva hacia abajo”. Ya es tiempo de que se aclaren estas concepciones erróneas que nacen en cierto sentido de una instrucción basada en fórmulas, haciendo a un lado la enseñanza de conceptos y principios físicos. Como se verá en este artículo la idea anterior de los dos signos, uno para arriba y otro para abajo, rompe artificialmente el movimiento en dos pedazos que no permite una resolución integrada del problema ni una representación gráfica adecuada.*

*La problemática anterior está relacionada con algunas ideas intuitivas sobre aceleración. ¿Es cierto que cuando un tren frena está desacelerando? La respuesta posiblemente sorprenderá a la mayoría de los lectores. Estas nociones están también conectadas con una falta de entendimiento sobre velocidades negativas (y tiempos negativos).*

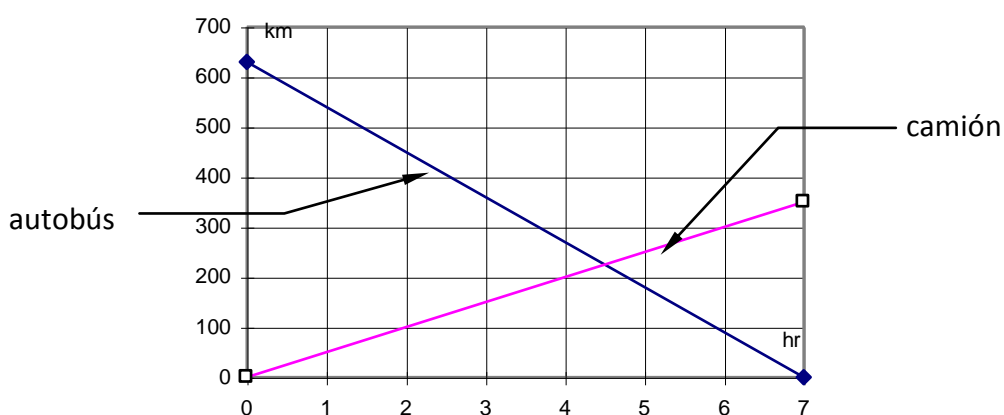
*En las siguientes secciones trataremos de aclarar estas ideas, además de dar algunas sugerencias didácticas para la enseñanza de estos temas. En particular, se verá la necesidad de poner más atención a las representaciones gráficas y numéricas (reduciendo el énfasis en procedimientos puramente algebraicos) y de mantener siempre presente la conexión con la situación real, es decir, la interpretación de estas representaciones.*

### **Velocidades y tiempos negativos.**

*Un problema típico de movimiento en el salón de clase es el siguiente: “Un camión de carga sale de una ciudad A, a una velocidad de 50 km/hr en dirección de una ciudad B. Simultáneamente, un autobús sale de la ciudad B en dirección contraria, a una velocidad de 90 km/hr. Si las ciudades están a una distancia de 630 km, ¿cuándo y en qué punto se encontrarán?*

A nivel Secundaria, posiblemente los procedimientos para resolver problemas como éste, deben ser de preferencia aritméticos, poniendo énfasis en el entendimiento del problema y permitiendo estrategias propias de los alumnos. Un ejemplo de solución sería: “los dos vehículos recorrerán un total de 140 kilómetros en cada hora, así que les llevará un tiempo de  $630/140 = 4.5$  horas. En este tiempo el autobús recorrió  $90 \times 4.5 = 405$  kilómetros y el camión  $50 \times 4.5 = 225$  kilómetros.”

A nivel Preparatoria sin embargo, ya deben aparecer más tipos de representaciones del problema, enfatizando la habilidad de interpretación de éstas dentro del contexto real. Por ejemplo, la representación gráfica de este problema estaría dada por la figura siguiente. Un estudiante debería poder reconocer que una recta en la gráfica de posición contra el tiempo representa un movimiento con velocidad constante cuyo valor está dado por la pendiente de la recta.



Se puede observar en la gráfica que el camión y el autobús se encuentran a las 4.5 horas y en el kilómetro 225 desde la ciudad A. Existe además, dentro de estas gráficas, una información muy variada que convendría rescatar en clase. Por ejemplo: ¿cuánto tardará el autobús en llegar a la ciudad A?, ¿dónde se encuentra el camión de carga en este momento?, ¿cuánto tiempo le llevará al camión llegar a la ciudad B? Pero para que los estudiantes puedan construir esta gráfica, es esencial que conozcan el significado de velocidades negativas (y tengan una buena base en la graficación de rectas).

Las velocidades negativas aparecen cuando se ha definido un sistema de coordenadas que indique la dirección positiva. En el ejemplo anterior, el sistema de coordenadas elegido para la gráfica está definido implícitamente por el kilometraje de la ciudad A a la B. Con éste, la velocidad del autobús es negativa e igual a  $-90$  km/hr. El significado de este valor es que el autobús está decreciendo su posición a razón de 90 kilómetros por hora, es decir, va del kilómetro 630 al 540, al 450, . . .

Otro tipo de representaciones son también importantes. Por ejemplo, las ecuaciones de la posición de cada uno de los vehículos están dadas por:

$$p_{\text{camión}} = 50 t \quad \text{y} \quad p_{\text{autobús}} = 630 - 90 t$$

Éstas están en la forma de una recta  $y = mx + b$ . Se puede observar que el valor de la velocidad del vehículo aparece en cada una de las ecuaciones de arriba como el coeficiente de la  $t$ , que corresponde a la pendiente en la ecuación general de una recta. Así, la velocidad tiene el significado geométrico de ser la pendiente de la recta en la gráfica de posición contra el tiempo (para velocidad constante). El lograr que el estudiante se dé cuenta de esta equivalencia no es trivial, pero es un hecho tan importante y útil que debe ser tratado en clase trazando e interpretando este tipo de gráficas dentro de situaciones reales. Se observa en la figura anterior que la recta correspondiente al camión tiene una pendiente de 50 km/hr y que la del autobús decrece con una pendiente de  $-90$  km/hr.

El concepto de velocidad negativa sugiere que se utilice con cuidado la bien conocida fórmula  $d = v t$ . Ésta no da la posibilidad de tener velocidades negativas, ya que la distancia  $d$  y el tiempo  $t$  se consideran siempre como positivos. Una fórmula más adecuada para estas situaciones sería la siguiente:

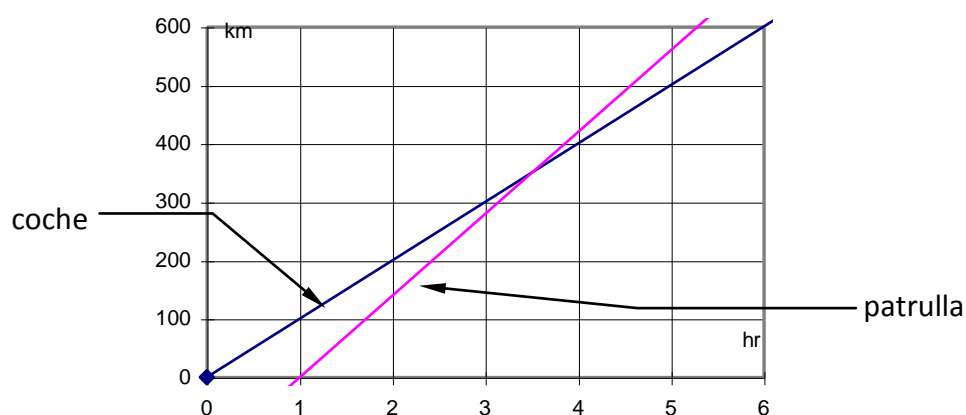
$$\Delta p = v \Delta t$$

“El cambio de posición es igual a la velocidad por el cambio del tiempo”

Esta fórmula es congruente con las ecuaciones que se dieron anteriormente del camión y el autobús tomando  $\Delta p = p - p_c$  y  $\Delta t = t - t_c$  para cualquier dato conocido ( $t_c, p_c$ ).

La representación numérica, como por ejemplo una tabla de valores, resulta también muy útil para que el estudiante conecte las otras dos representaciones anteriores. Es importante que el estudiante pueda extraer de la gráfica o de la ecuación, valores específicos del movimiento, conectando estas tres representaciones.

Propongamos otro problema similar. “Un coche rojo pasa a 100 km/hr por donde se encuentra estacionada una patrulla en la carretera. Después de una hora, la patrulla recibe un aviso de que ese coche fue robado y va a su alcance a 140 km/hr. ¿Cuánto tiempo tardará en alcanzarlo?” La representación gráfica resulta muy útil para entender la situación presentada y resolver el problema. Debemos trazar una recta que pasa por el origen y con pendiente de 100 km/hr, representando el coche rojo y otra recta que salga del eje t en  $t = 1$  y con una pendiente de 140 km/hr, correspondiente a la patrulla. Éstas se muestran en la figura siguiente:



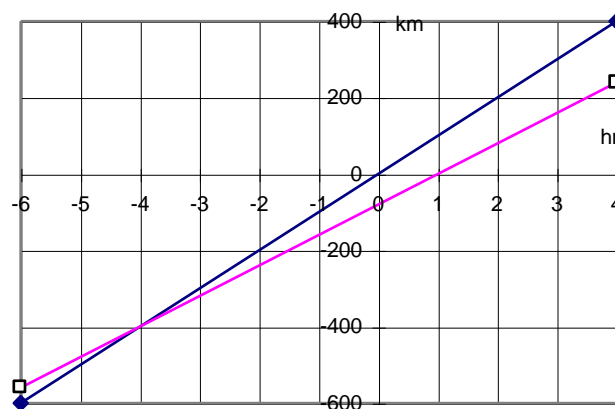
Se observa claramente en ella que la patrulla alcanzará el coche a 350 km de distancia de donde estaba parada, después de 2.5 horas de que arrancó. Otra respuesta equivalente sería decir que la patrulla alcanzará el coche 3.5 horas después de que éste la rebasa. Aquí se puede notar la importancia de dar al tiempo un significado relativo y no absoluto, es decir, se debe especificar desde cuándo se está contando el tiempo.

Las ecuaciones que representan el movimiento de estos dos vehículos, con las cuales se puede corroborar la solución gráfica, son las siguientes:

$$p_{\text{coche}} = 100 t \quad \text{y} \quad p_{\text{patrulla}} = 140 (t - 1)$$

Si se cambian las condiciones del problema por otras, es fácil obtener una respuesta casi inmediata con el método gráfico. Por ejemplo, para la nueva situación: “¿cuánto tardaría en alcanzar el coche rojo si el aviso a la patrulla llegara dos horas después?”, la gráfica de la patrulla sería ahora la recta paralela a la anterior, pero que corta el eje  $t$  en dos. Si la pregunta fuera: “¿cuál sería este tiempo de alcance si la velocidad de la patrulla fuera de 120 km/hr, 100 km/hr u 80 km/hr?”, tendríamos que ir decreciendo la pendiente la recta que la representa de acuerdo con estos valores.

En el último caso de la velocidad de la patrulla de 80 km/hr, es obvio que nunca alcanzará el coche. Sin embargo, la solución algebraica de:  $p_{coche} = 100 t$  y  $p_{patrulla} = 80 (t - 1)$  existe y es:  $t = -4$  horas. Conviene no descartar automáticamente soluciones negativas en el tiempo como “imposibles”, ya que hay situaciones en las que pueden tener sentido. Por ejemplo, para el siguiente problema muy similar al anterior: “Un coche rojo pasa a 100 km/hr por un restaurante en una carretera. Después de una hora, una patrulla pasa por el mismo lugar a 80 km/hr, ¿dónde y cuándo se encuentran?” La solución  $t = -4$  hr, representa que cuatro horas antes de que el coche rojo cruzara por el restaurante, pasó a la patrulla 400 kilómetros atrás. La figura siguiente ilustra esta situación. Hay que hacer la aclaración de que los valores del tiempo dependen de cuál es el instante que se toma como  $t = 0$ .



## **Aceleraciones negativas.**

*Intuitivamente pensamos el frenado de un objeto en movimiento como una aceleración negativa. ¿Es esto correcto? Analicemos una situación concreta: “Un tren que viaja a 180 km/hr (50 m/s), frena 100 metros antes de llegar a su estación hasta detenerse. ¿Cuál fue su aceleración, si se supone uniforme?, ¿qué tiempo tardó en detenerse?” Veamos primero qué respuesta obtenemos aplicando la fórmula correspondiente. Los libros de física dan una lista de ecuaciones para el movimiento uniformemente acelerado <sup>\*</sup>, entre las cuales se encuentra:*

$$v_f^2 = v_o^2 + 2ad$$

*Para el problema anterior,  $v_o = 50$  m/s,  $v_f = 0$  m/s y  $d = 100$  m. Sustituyendo estos valores en la ecuación, obtenemos una aceleración de:  $a = -12.5$  m/s<sup>2</sup>. La fórmula coincide también con la intuición al dar un valor negativo para la aceleración.*

*Examinemos otra vez esta situación, pero desde el punto de vista de una persona que mide distancias desde la estación del tren. Cuando empieza el tren a frenar está a una distancia de 100 metros (posición = 100) y cuando llega a la estación su distancia es de cero (posición = 0). De acuerdo con este punto de referencia, su posición estuvo decreciendo con el tiempo y por lo tanto su velocidad es negativa. Para esta persona, la velocidad inicial del tren debe ser de -50 m/s y la final de 0 m/s. Pero ahora, su velocidad pasó de un valor negativo a cero y por lo tanto, ésta se incrementó (el cero es mayor que -50). Cuando la velocidad aumenta como en este caso, la aceleración debe ser positiva !!!*

*¿Quién tiene razón, la intuición y la fórmula o la persona en la estación? La respuesta es que ambas formas de razonamiento son correctas. La diferencia entre ellas es simplemente el sistema de coordenadas empleado. En el primero, al escribir  $v_o = 50$  m/s, estamos definiendo el sentido positivo en la dirección del movimiento del tren. En el segundo análisis, al tomar a la estación como el origen, las coordenadas adquieren una dirección contraria al movimiento del tren.*

---

<sup>\*</sup> *En realidad, existen algunas variaciones en estas ecuaciones. Aquí usaremos una de ellas.*

*Esto nos dice que en realidad no hay intrínsecamente velocidades y aceleraciones positivas o negativas, sino que dependen de la dirección de nuestro sistema de referencia, es decir, el eje de coordenadas que se emplee.*

*Desde luego que siempre que sea posible, debemos escoger un eje que esté en la dirección del movimiento (algo que hacemos intuitivamente), porque así las velocidades serán positivas. Sin embargo, en muchas situaciones esto no sería conveniente, como en el caso de dos objetos que se muevan en direcciones contrarias o el caso de caída libre, en el cual el objeto puede moverse en direcciones diferentes en tiempos diferentes. Esta última situación se analizará con detalle en la siguiente sección.*

### **Caída libre.**

*Empecemos proponiendo un problema de caída libre: “Desde lo alto de un edificio de 30 metros se lanza una piedra. ¿Cuál debe ser su velocidad inicial para que tarde 10 segundos en llegar al suelo?” Inspeccionando las fórmulas de caída libre, podemos concluir que la más apropiada para resolver este problema es la siguiente:*

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

*Tenemos  $d$ ,  $a$  y  $t$  y queremos calcular  $v_0$ . Realmente parece un problema sencillo para un estudiante (“sustituir en la fórmula”), a menos que queramos que lo resuelva correctamente y que entienda lo que está haciendo.*

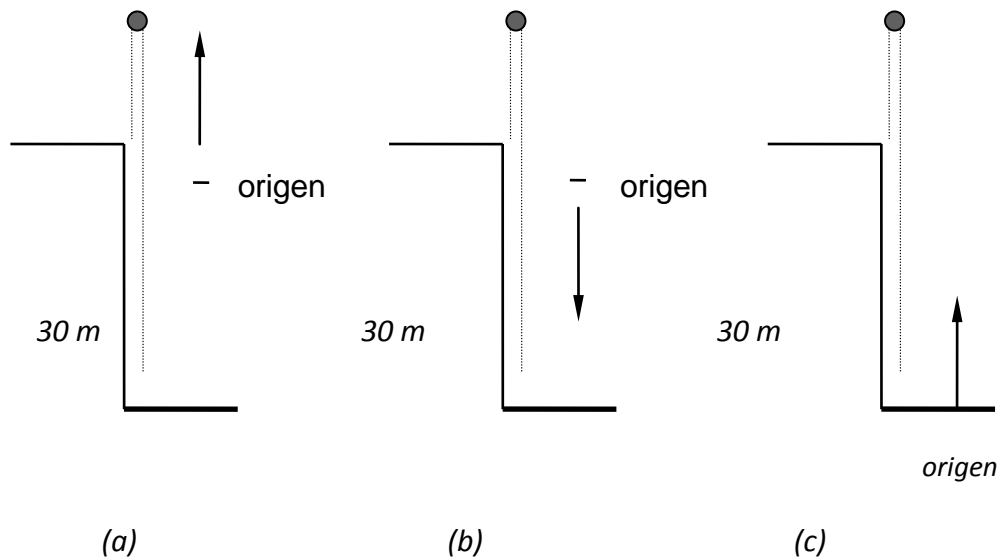
*Las primeras preguntas que habría que contestar para resolver este problema serían: ¿es el valor correcto para la variable  $d$  igual a 30 metros o -30 metros?, ¿se debe tomar la aceleración como  $a = -g^* = -10 \text{ m/s}^2$  o como  $a = g = 10 \text{ m/s}^2$ ?, ¿debo obtener un valor positivo o negativo para  $v_0$ ? Puede parecer sorprendente, pero todas estas posibilidades son correctas como veremos a continuación.*

---

*\* Tomaremos para la aceleración de la gravedad  $g$  el valor de  $10 \text{ m/s}^2$ , en vez de un valor más exacto. Sugerimos se haga esto también en clase para no perderse en cálculos numéricos y así dar prioridad a la resolución y entendimiento del problema.*

La única manera de contestar sin ambigüedad las preguntas anteriores es escogiendo un eje de coordenadas (con su origen, dirección y escala). Como vimos en las secciones anteriores, esto nos permite asignar valores y signos a las variables.

En la figura siguiente damos tres maneras de escoger el eje de coordenadas para el problema anterior (existe una infinidad de posibilidades pero éstas tres son las más idóneas).



Examinemos las consecuencias de cada una de estas elecciones del eje, al cual le asociaremos la coordenada  $z$ . Para el caso (a), el origen está colocado donde se lanza la piedra, el eje apuntando hacia arriba. Esto implica que el valor de la aceleración de la gravedad debe tomarse como negativo ya que actúa en la dirección contraria al eje. Además, en  $t = 0$ ,  $z = 0$  y queremos que en  $t = 10$ ,  $z = -30$ . La ecuación de movimiento sería:

$$z = v_o t + \frac{1}{2}(-10)t^2$$

En base a lo anterior, la solución del problema estaría dada por la ecuación:  $-30 = v_o(10) + \frac{1}{2}(-10)(10)^2$  lo cual da un valor de  $v_o = 47$  m/s. La piedra debe aventarse hacia arriba (dirección positiva) con esta velocidad.



Para el caso (b) en la figura anterior, el eje apunta ahora hacia abajo. La aceleración de la gravedad debe tomarse ahora como positiva (actúa en la dirección del eje). Otra vez, en  $t = 0$ ,  $z = 0$  pero la condición se expresa como:  $t = 10$ ,  $z = 30$ . La ecuación de movimiento sería entonces:

$$z = v_o t + \frac{1}{2}(10)t^2$$

En este caso, la solución del problema estaría dada por:  $30 = v_o(10) + \frac{1}{2}(10)(10)^2$  lo cual da ahora un valor de  $v_o = -47$  m/s. Esta velocidad negativa representa que la piedra debe aventarse hacia arriba (dirección negativa).

El caso (c) es igual que el primero en dirección, pero el suelo se ha escogido como el origen. Por lo tanto, la aceleración de la gravedad debe ser positiva, además en  $t = 0$ ,  $z = 30$  y se requiere que para  $t = 10$ ,  $z = 0$ . La ecuación de movimiento sería ahora:

$$z = 30 + v_o t + \frac{1}{2}(-10)t^2$$

En este caso, la solución del problema estaría dada por:  $0 = 30 + v_o(10) + \frac{1}{2}(-10)(10)^2$  que es la misma ecuación que para el primer caso.

Como se puede notar, la ecuación generalmente usada de distancia:  $d = v_o t + \frac{1}{2}at^2$  no es lo suficientemente general para describir correctamente el movimiento. Una forma más apropiada sería:

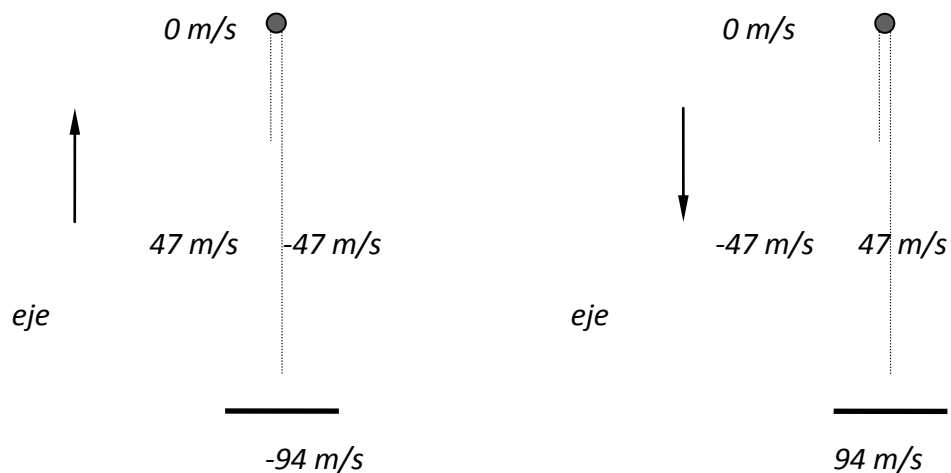
$$p = p_o + v_o t + \frac{1}{2}at^2$$

donde  $p$  representa la posición del objeto en el tiempo  $t$  y  $p_o$  su posición inicial. Esta tiene dos diferencias fundamentales. Utiliza a la posición como variable en vez de la distancia y contiene además su valor inicial (la variable distancia no permite valores negativos, lo cual la hace que sea difícil de representar con una sola ecuación).

Pero la pregunta que todavía quedaría por aclarar sería: ¿tiene sentido usar un solo signo de la constante  $g$  en toda la trayectoria del objeto, cuando intuitivamente se ve que “desacelera” subiendo y “acelera” bajando? La fuerza gravitacional existe y tiene una

*dirección fija independientemente de que el objeto esté o no ahí, así que no tendría sentido que cambiara su signo al capricho del movimiento del objeto. Lo que en realidad está sucediendo es que la idea intuitiva “desacelera subiendo, acelera bajando” es errónea.*

*Reconstruyamos mentalmente el movimiento de la piedra para las dos direcciones posibles del eje. Cuando el eje apunta hacia arriba (diagrama izquierdo de la figura siguiente), la piedra sale hacia arriba con una velocidad de 47 m/s. En el punto máximo de su trayectoria, su velocidad llega a cero. Esto nos indica que la velocidad decrece en esta porción de su movimiento y por lo tanto la aceleración debe ser negativa. Al descender la piedra, su velocidad se vuelve negativa porque va en contra de la dirección del eje. La velocidad en esta segunda porción sigue decreciendo ( 0 m/s . . . -47 m/s . . . -94 m/s . . . ) y por lo cual su aceleración sigue siendo negativa.*



*Aceleración negativa*

*en todo el trayecto*

*Aceleración positiva*

*en todo el trayecto*

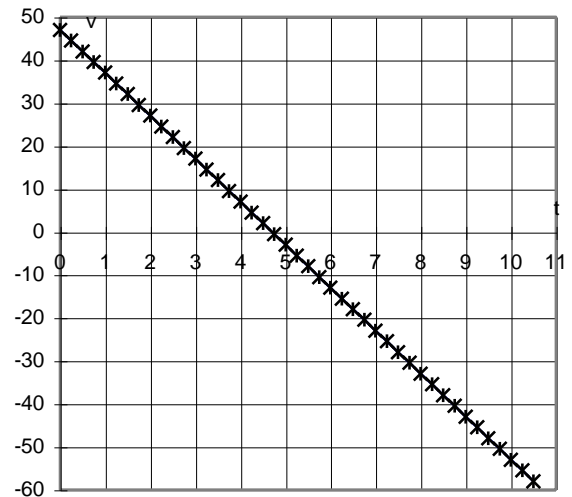
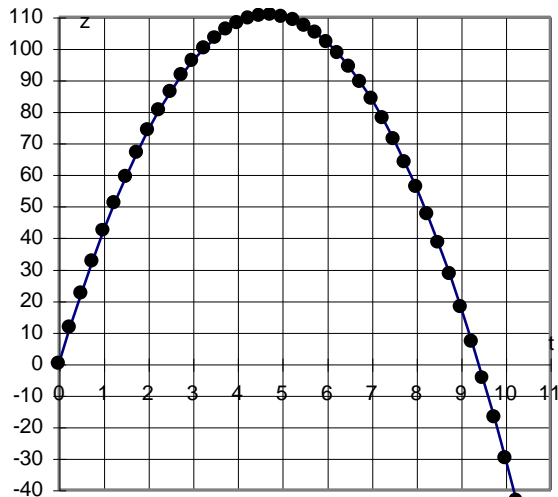
Como podemos ver, con el eje hacia arriba, la piedra al caer desacelera y no acelera como la intuición nos dicta. El problema es que nuestra intuición cuando la piedra cae, pone automáticamente un eje apuntando en la dirección del movimiento, hacia abajo. Este valor negativo de la aceleración en todo el trayecto es congruente con el valor negativo que se usó para el primer y tercer casos ((a) y (c)).

Cuando el eje apunta hacia abajo (diagrama derecho de la figura), la piedra sale hacia arriba con una velocidad de  $-47$  m/s. En el punto máximo de su trayectoria, su velocidad llega a cero. La velocidad crece en esta porción y por lo tanto la aceleración debe ser positiva. Al descender la piedra, su velocidad se vuelve positiva porque va en la dirección del eje. La velocidad en esta segunda parte continua incrementándose y por lo cual su aceleración sigue siendo positiva.

Con el eje apuntando hacia abajo, la piedra al subir acelera contrario a la intuición (nuestra intuición tiende a poner implícitamente un eje en la dirección del movimiento, es decir, a observar el movimiento desde ésta perspectiva). Este valor positivo de la aceleración en todo el trayecto es congruente con el valor que se usó para el segundo caso (b).

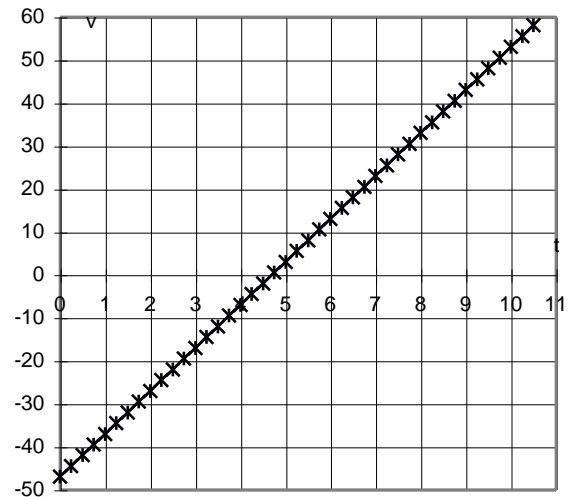
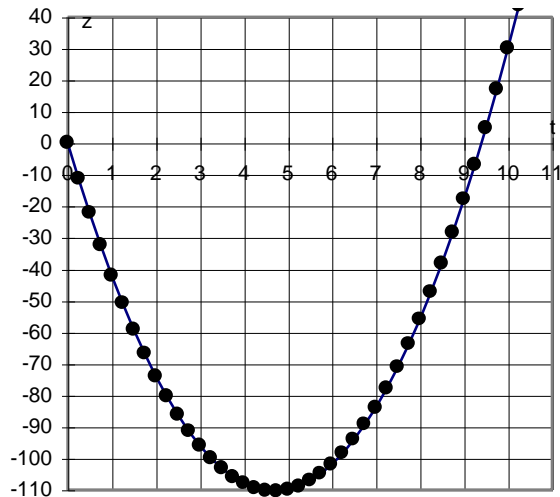
La conclusión más importante entonces es que el signo de la aceleración depende solamente del eje de referencia usado y no de la dirección del movimiento. Desde luego que podemos utilizar siempre un eje en la dirección del movimiento, pero esto en problemas en los que el objeto se mueve en ambas direcciones, rompería artificialmente su movimiento en dos secciones. A nivel secundaria posiblemente sea recomendable estudiar sólo situaciones que impliquen una sola dirección de movimiento, pero a nivel preparatoria y superior, se deben estudiar situaciones completas sin romperlas en dos partes ficticias.

Es ilustrativo examinar las gráficas que corresponden a los tres ejes escogidos antes para resolver el problema. Para el primer caso (el eje hacia arriba con su origen en donde se lanza la piedra), la figura siguiente muestra las gráficas de posición ( $z$ ) y velocidad ( $v$ ) en función del tiempo ( $t$ ).



El estudiante debe poder interpretar estas gráficas dentro de la situación real que describen y de acuerdo al eje de referencia utilizado. Por ejemplo, aquí el nivel cero en  $z$  representa el techo del edificio y el valor  $z = -30$ , el suelo. La altura máxima se alcanza aproximadamente 110 metros por arriba del techo del edificio (140 metros arriba del suelo). Se puede estimar de la gráfica que el tiempo en el que sucede esto es aproximadamente  $4\frac{3}{4}$  segundos después de que la piedra se lanza al aire. La gráfica de velocidad muestra que ésta decrece siempre y se hace negativa a partir de este tiempo, indicando que la piedra está cayendo. La aceleración es siempre igual a  $-10 \text{ m/s}^2$ .

Para el segundo caso (el eje hacia abajo con su origen en donde se lanza la piedra), la figura siguiente muestra las gráficas de posición y velocidad.



*Nótese que el fenómeno físico es exactamente el mismo, lo único que hemos cambiado es su descripción matemática por medio de un eje de referencia diferente pero también válido. La velocidad ahora es creciente indicando una aceleración constante positiva. La posición debe interpretarse desde un punto de vista de alguien en el techo del edificio, mirando hacia abajo.*

*Sugerimos al lector que obtenga las gráficas del tercer caso y las interprete de acuerdo con el eje seleccionado. Conviene mencionar aquí que se debe tener cuidado con una confusión muy común de los estudiantes de pensar a la gráfica como la trayectoria misma del objeto.*

*Propongamos un último problema para mostrar cómo las tres representaciones descritas (la gráfica, la numérica y la simbólica) pueden entrar en juego y ser útiles para su solución.*

*“Un globo aerostático se eleva verticalmente desde el suelo a una velocidad de 20 m/s. Después de 30 segundos, se deja caer un costal de arena. ¿Con qué velocidad y en cuánto tiempo llegará el costal al suelo?”*

*Como dijimos anteriormente lo primero que debemos elegir es el eje de referencia con el cual nos conviene describir el movimiento. Sin éste, no tenemos derecho ni siquiera de asignar los valores iniciales de la posición y la velocidad y por lo tanto no tendría sentido empezar a usar fórmulas.*

*El eje más natural para este problema es el que tiene su origen en el suelo y apunta hacia arriba. Con éste el valor de la aceleración de la gravedad debe tomarse como negativo.*

*La primera etapa del movimiento ocurre a velocidad constante (debemos aclarar aquí que el movimiento del costal en este problema si está compuesto de dos secciones naturales. Una a velocidad constante y la otra como caída libre). La ecuación de esta parte está dada por:*

$$z = 20 t \quad (z \text{ en metros y } t \text{ en segundos})$$

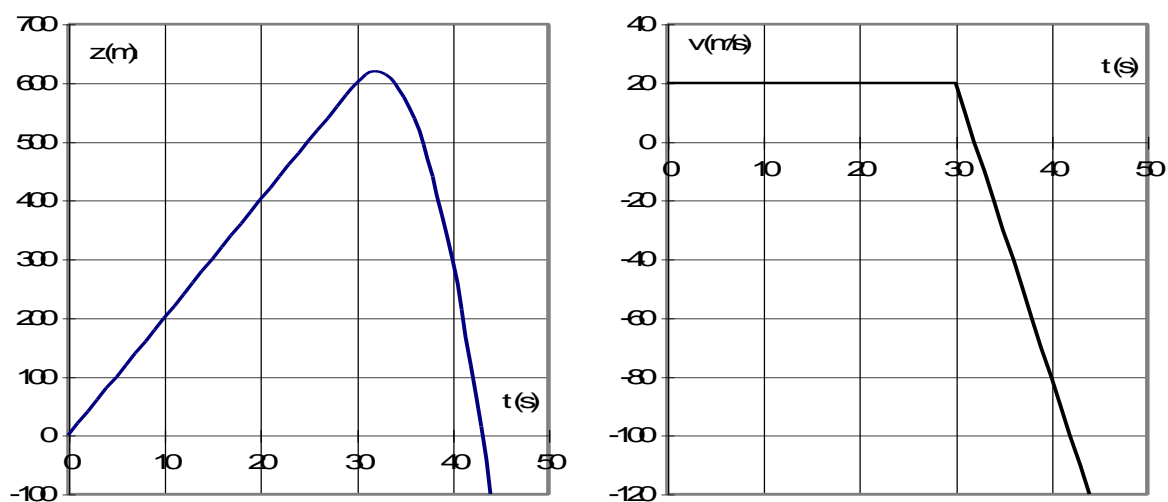
*Después de 30 segundos, el globo se encontrará a 600 metros de altura sobre el suelo. En este punto comienza la segunda etapa del movimiento del costal. ¿Cuáles son las condiciones iniciales del costal de arena? Obviamente para  $t = 30$  segundos,  $z$  debe tener un valor de 600 metros, pero además, su velocidad debe ser igual a la del globo, es decir de 20 m/s. Con esto, la ecuación del costal estará dada por:*

$$z = 600 + 20(t - 30) + \frac{1}{2}(-10)(t - 30)^2$$

*Nótese que ésta tiene una translación de 30 segundos ( $t - 30$ ) para poder usar los valores iniciales en  $t = 30$ . Esta ecuación está referida al tiempo  $t$  que empieza a correr desde que el globo comienza a subir. Otra posible ecuación para el movimiento sería:  $z = 600 + 20t - 5t^2$ . Sin embargo, esta variable  $t$  y la que aparece en la primera etapa serían diferentes. La  $t$  de la ecuación anterior empieza a contar desde que se suelta el costal de arena y por lo tanto tiene otro eje de referencia que la primera ecuación. Esto demuestra nuevamente que los tiempos son relativos y debe uno especificar desde qué evento se está tomando el origen.*

*Las gráficas de la posición y la velocidad en función del tiempo pueden generarse usando una calculadora o una hoja de cálculo electrónica. De la tabla de valores construida para esto, podemos obtener algunos datos aproximados como por ejemplo que a los 32 segundos llegará el costal a su máxima altura de 620 metros y que aproximadamente a los 43 segundos llegará al suelo.*

En contraste, las gráficas, siempre y cuando estemos entrenados para ello, nos ayudan a observar el desarrollo global del movimiento y por lo tanto es importante que se incluyan en la didáctica de la física. Las gráficas correspondientes a este problema se muestran en la figura siguiente. Se puede comprobar en ambas que la velocidad es continua a los 30 segundos, es decir, no sufre un salto en su valor.



Los procedimientos algebraicos se pueden dejar al último para obtener los valores exactos y verificar las estimaciones hechas. Aquí, se debe señalar el valor del cálculo estimativo frente a resultados “exactos”. Por ejemplo, resolviendo la ecuación correspondiente para el tiempo de contacto con el suelo, obtenemos un valor “exacto” con calculadora de 43.135528 segundos. Debemos enseñar que este valor no es realmente exacto y que 6 decimales en una respuesta en segundos es una precisión demasiado exagerada. Valores como 43 o 43.1 segundos serían más que suficientes para la mayoría de las aplicaciones prácticas.

## **Conclusiones.**

*Existen muchas concepciones erróneas en la física que sería importante investigar (ver por ejemplo, Driver, R., 1993). En particular, en este artículo discutimos una de ellas: el signo de la aceleración. La intuición nos lleva a pensar que cuando el objeto aumenta su rapidez, la aceleración debe ser positiva y cuando frena su aceleración debe ser negativa. Esta forma de asignar el signo a la aceleración, define implícitamente un eje en la dirección del movimiento y como ya vimos, causa dificultades en el entendimiento y en la resolución de problemas en los que hay movimiento en ambas direcciones.*

*Como observamos también, lo anterior está íntimamente relacionado con la falta de un tratamiento sistemático en el salón de clase de velocidades negativas y su necesidad para el planteamiento correcto de algunos problemas. Los conceptos de posición y distancia, aún cuando muy diferentes, son tratados como sinónimos. Esto debe evitarse. Una pelota, que sube y baja desde el suelo, ha recorrido dos veces su altura máxima, pero su cambio en posición es cero.*

*Otro obstáculo para un mejor entendimiento de este tipo de situaciones, es el acercamiento basado en fórmulas que se le da a la física en el salón de clase. Este enfoque debe complementarse con representaciones gráficas y numéricas que ayuden al alumno a hacer más fácil la conexión con la situación real. Un enfoque algebraico tiende a descontextualizar el problema, hundiendo al estudiante en un mar de símbolos sin significado. También notamos que hay una falta de precisión en la escritura de muchas fórmulas, lo cual puede causar varias dificultades.*

*En el año escolar de 1994-95 realizamos un estudio sobre las prácticas matemáticas a nivel preparatoria y el efecto que puede tener en ellas una hoja de cálculo electrónica (Rojano, T. et al, 1995). Durante ese año, los estudiantes desarrollaron varios modelos matemáticos de fenómenos en la física, la química y la biología, apoyados por la hoja de cálculo. En lo que se refiere a prácticas matemáticas, esta investigación reveló que los estudiantes mexicanos son enseñados por medio del pizarrón de la clase, casi siempre de lo general a lo particular y con un énfasis en algoritmos.*



*En las clases inglesas, por el contrario, hay mayor interacción entre profesores y estudiantes, empezando los temas primero con ejemplos prácticos para llegar poco a poco a lo general y poniendo el énfasis en la lectura de tablas y gráficas. Se observó que estas diferencias se manifestaban en su comportamiento al resolver problemas. Por ejemplo, mientras que los estudiantes ingleses se sentían a gusto con respuestas aproximadas y estimaciones, los estudiantes mexicanos estaban casi obsesionados por encontrar la respuesta exacta y se centraban en las fórmulas del fenómeno. Esto sugiere que la enseñanza en nuestro país debe dirigirse hacia enfoques más numéricos y gráficos, dándole el valor que se merecen a las estimaciones y las aproximaciones.*

*Uno de los objetivos de la física es el modelaje de situaciones reales por medio de herramientas matemáticas. Sin embargo, no sólo debemos tener a nuestra disposición a las fórmulas como representaciones posibles. Podemos y debemos utilizar otras formas de representación, que hoy en día con el soporte de las computadoras pueden resultar ser más apropiadas.*

*En resumen, proponemos modificar la enseñanza de la física siguiendo las siguientes tres sugerencias como guías:*

- *El desarrollo conceptual del alumno debe ser un objetivo primordial.*
- *Se debe dar énfasis a otras representaciones como la gráfica y la numérica.*
- *En lo posible, se deben mantener presentes las conexiones con la situación real.*

## **Referencias.**

*Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (Eds.), "Children's Ideas in Science", Open University Press, Milton Keynes, Philadelphia, 1993.*

*Rojano, T., Sutherland, R., Jinich, E., Mochon, S. and Molyneux, S., (1996) Las Prácticas Matemáticas en las Materias Científicas de la Enseñanza Media: El Papel de la Modelación, Investigaciones en Matemática Educativa, XX Aniversario del Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV-IPN, 365 - 388.*

## 1.5 DANDO SENTIDO A LA CIENCIA EN SECUNDARIA

### Investigaciones sobre las ideas de los niños.

(Rosalind Driver, Ann Squires, Peter Rushworth & Valerie Wood-Robinson)

2000

Mostramos textos originales del libro, que manifiestan las ideas de los niños en cuanto al movimiento que deberían ser conocidos por los profesores de ciencias, ya que se encontrarán con ellas una y otra vez durante su quehacer docente.

#### Movimiento Horizontal

La experiencia diaria a partir del nacimiento sugiere y refuerza esas ideas respecto a la forma en que se mueven las cosas. Con tal refuerzo constante las ideas llegan a estar firmemente establecidas y se les ha llamado "**dinámica visceral**". Se indica que la "**dinámica visceral**" subyace en la habilidad de la mayoría de la gente para interactuar con objetos en movimiento y para practicar deporte. Además las personas parecen generar por sí mismas una serie de explicaciones y reglas de por qué las cosas se mueven en la forma en que lo hacen. Estas reglas se han llamado "**dinámica ingenua**".

Está claro que entender el movimiento en términos newtonianos (en los que el movimiento a velocidad constante no necesita explicación causal, y en los que la aceleración es el resultado de una fuerza neta) es una tarea importante para los alumnos. Estudiantes de todas las edades, incluidos los estudiantes universitarios de física, no consiguen captar la concepción newtoniana del movimiento<sup>9</sup>. Más que abandonarlas, modifican sus dinámicas "visceral" e "ingenua" y, simplemente, colocan las nuevas etiquetas a sus propias teorías<sup>10</sup>.

Los alumnos en edad escolar no usan habitualmente el término "**aceleración**" antes de su introducción en las clases de ciencias. Términos cotidianos como "ir más deprisa" se usan en forma ambigua, a veces refiriéndose a la magnitud de la velocidad de un objeto y otras veces refiriéndose a que la velocidad aumenta con el tiempo.

Jung<sup>9</sup> informa de que los alumnos prescinden del tiempo en su pensamiento como si estuvieran imaginando que un objeto "alcanza una cierta velocidad" o "se pone en movimiento" en lugar de que acelera durante un periodo de tiempo.

Es habitual que los alumnos piensen que, si la velocidad está aumentando, entonces la aceleración también está aumentando. Jones<sup>12</sup>.

Es importante señalar aquí la necesidad del razonamiento proporcional para desarrollar los conceptos de velocidad y aceleración -un aspecto estudiado por Piaget<sup>13</sup>. A partir de ello Boulanger ha encontrado que el entrenamiento en razonamiento proporcional da como resultado una mejora en la diferenciación de velocidad, distancia y tiempo. Parece haber en ello un mensaje importante para los profesores de ciencias: que los niños necesitan desarrollar herramientas de lenguaje para describir apropiadamente el movimiento antes de desarrollar una comprensión de principios dinámicos (incluyendo el vocabulario, las representaciones gráficas y las formulaciones numéricas, por ejemplo  $v = d/t$ ).

### **Objetos estacionarios**

Los alumnos no tienen la visión de reposo de los físicos como un caso especial de movimiento a velocidad constante en que la velocidad es cero. Generalmente ellos ven el estado de reposo como fundamentalmente diferente del estado de movimiento<sup>2</sup>.

El reposo es generalmente considerado como un estado "natural" en el que no hay fuerzas actuando sobre un objeto<sup>16 17</sup>. Además incluso los alumnos reconocían una fuerza que "sostenía" parecían pensar que esa fuerza es bastante diferente de una que empuja o que tira<sup>18</sup>.

Minstrell<sup>16</sup> recoge las siguientes ideas de los alumnos sobre un libro en reposo: la presión del aire mantiene al libro en reposo; la gravedad mantiene al libro en reposo; la mesa "estorba" para la caída del libro; un objeto en contacto con la tierra, como un libro sobre el suelo, ya no experimenta la fuerza de la gravedad; la fuerza hacia abajo sobre el libro debe ser mayor que la fuerza hacia arriba, si no saldría flotando. La idea de que la mesa "estorba" parece ser la opinión más generalmente sostenida.

Se ha encontrado que al dibujar un gráfico para mostrar el movimiento de un objeto a lo largo del tiempo, los sujetos de 12 y 14 años tienden a no representar el paso del tiempo durante los periodos en que el objeto está en reposo<sup>15</sup>.

## **Fuerzas**

En un estudio con alumnos en edad primaria Osborne<sup>19 20</sup> informa que muchos piensan en la fuerza en términos de enfado o sensación. Con todo al mismo tiempo, encontró otros de 7 y 8 años que tenían la visión de fuerza de los físicos como algo que actúa para causar un cambio en el movimiento. Sin embargo, los alumnos tendían a hablar de que las fuerza hacen andar a las cosas más que pararse.

La investigación muestra una opinión muy ampliamente sostenida según la cual dentro de un objeto que se mueve hay algo, que se llama a menudo "fuerza"<sup>7 17 21 22 23</sup>. Piensan que esta "fuerza" mantiene al objeto en movimiento y parece tener algo en común con la idea de "cantidad de movimiento" de los físicos por cuanto los alumnos la ven relacionada con lo grande y lo rápido que es el objeto. En cuanto a considerar que se "acaba" después de un tiempo cuando un objeto al que se ha empujado disminuye su velocidad y se para, la ven como un tipo de combustible.

### **Fuerzas que causan cambios en el movimiento: aumento y disminución de la velocidad**

La idea de que el movimiento a una velocidad constante, y en línea recta, es, como el reposo, un estado natural que no requiere la aplicación de fuerza, fue propuesta por Newton. Represento una revolución en las ideas a partir de las de los primeros científicos que habían explicado el movimiento uniforme en relación con que debían existir fuerzas en el aire que le rodea, o en el cuerpo que se mueve para mantener el cuerpo en movimiento.

La investigación sobre las ideas previas de los alumnos respecto al movimiento encuentra paralelismos destacables entre las ideas de los alumnos y las de los científicos desde Aristóteles hasta el siglo catorce, aunque nos previenen frente a un etiquetado demasiado ingenua de la ideas de los alumnos como "aristotélica".

Algunos investigadores encuentran alumnos que distinguen entre diferentes clases de objetos en movimiento: los que se mueven "activamente" por su propio impulso, como los balones o los planeadores, y los que son arrastrados o empujados y que se consideren pasivos. Los alumnos parecen pensar que los objetos que se mueven activamente tienen un ímpetu dentro de ellos (que les mantendría moviéndose horizontalmente durante un tiempo si caen de un acantilado, por ejemplo).

Tienden a describir que los objetos "pasivos" en movimiento carecen de ímpetu y por tanto tienden a caer en vertical al alcanzar el borde de un acantilado.

La mayoría de los sujetos de 15 años parecen esperar que un objeto en movimiento se pare incluso cuando no hay rozamiento. Esto indica hasta qué punto llega la resistencia con que se enfrentan los profesores cuando ofrecen la idea newtoniana de que un objeto en movimiento sigue moviéndose a velocidad constante si no hay una fuerza sobre él.

El trabajo de un gran número de investigadores ha identificado que, en general, se mantienen las siguientes ideas:

1.- *"Si hay movimiento, hay una fuerza que actúa".*

2.- *"No puede haber una fuerza sin movimiento" y "Si no hay movimiento entonces no hay ninguna fuerza actuando".*

3.- *"Cuando un objeto se está moviendo hay una fuerza en la dirección de su movimiento".*

4.- *"Un objeto en movimiento tiene dentro de él una fuerza que le mantiene andando".*

5.- *"Un objeto en movimiento se para cuando su fuerza se gasta".*

6.- *"El movimiento es proporcional a la fuerza que actúa" y "A partir de una fuerza constante se produce una velocidad constante".*

Es significativo que los alumnos parecen asociar fuerza, no con aceleración sino con velocidad. Por tanto, la visión de los físicos de que la fuerza causa un cambio en el movimiento no es fácilmente aceptada y los alumnos tienen más tendencia pensar en continuar aplicando una fuerza si quieren mantener un objeto en movimiento a velocidad constante.

### **Rozamiento**

Los alumnos que pensaban que las fuerzas sólo "hacen moverse a las cosas" y no "las paran" no reconocían el rozamiento como fuerza. También, algunos alumnos consideraban el rozamiento como una resistencia al movimiento si dirección, distinta de una fuerza opuesta al movimiento.

## **Métodos de enseñanza**

Claramente existen problemas específicos en la enseñanza de la dinámica de los físicos por cuanto las ideas previas de los alumnos están firmemente establecidas a partir de un largo y continuo refuerzo, y las ideas de los físicos parecen menos inteligibles, menos útiles, e incluso se oponen abiertamente al sentido común<sup>38</sup>. Además, los alumnos normalmente no sienten la necesidad de la teoría unificadora que abarque todo buscada por la ciencia.

Quizá el mensaje más útil de todos a sacar de la investigación es que las dificultades no anuncian ni una mala enseñanza ni unos malos aprendices: las dificultades son inevitables a la vista de la eficacia cotidiana de la "dinámica visceral" y la "dinámica ingenua" al enfrentarse con el mundo de la fuerza y el movimiento<sup>21 39</sup>; y algunas dificultades son una consecuencia de los arraigados métodos tradicionales.

Se han investigado algunos métodos para una enseñanza más efectiva de la dinámica.

## **Uso de analogías**

Se tiene que cambiar sus ideas, se propone que los alumnos deben llegar a darse cuenta de que las ideas que tienen no son satisfactorias<sup>40</sup>. Entonces necesitan ideas utilizables que les sirvan de ancla o analogías intermedias "que tiendan un puente" entre sus ideas previas y las de la dinámica de los físicos.

Se recomiendan concepciones ancla concretas, en vez de abstractas<sup>42</sup>, y se considera que su evaluación por parte de los alumnos tiene una importancia fundamental. El desarrollo de analogías puente exige un análisis cuidadoso de la dinámica a fin de dejar claras las etapas puente útiles como A, B y C:

*Dinámicas de los niños -A - B - C- Dinámica newtoniana*

## **Métodos que ayudan a los niños a cambiar sus ideas**

Las ideas de los niños sobre el movimiento parecen estar firmemente establecidas a los 9 años y ser difíciles de cambiar después de esa edad<sup>33</sup> y además son conocidas las dificultades de los alumnos más pequeños con los métodos cuantitativos.

Por tanto se recomienda que en una etapa más temprana se intente enseñar el movimiento de una forma cualitativa.

Se reconoce una importancia fundamental a la reflexión y la discusión, lo que requiere tiempo y tareas cuidadosamente diseñadas para ese fin<sup>23 45</sup>.

Hewson subraya la necesidad de que se ofrezcan a los alumnos las nuevas ideas de tal forma que parezcan tanto inteligibles como fructíferas<sup>46</sup>. Se remite al fuerte compromiso con que mantienen algunas de sus ideas: a alumnos que simplemente se enfadan y no quieren creer en las pruebas que se oponen a una visión firmemente sostenida. Evidentemente, en esas circunstancias la verosimilitud de la nueva idea y su utilidad para enfrentarse al movimiento será de una importancia fundamental. Además, a menudo puede ser que una idea puente tenga una mayor posibilidad de ser captada como inteligible o verosímil que la idea de los físicos que es la meta final.

### **Secuencia de la enseñanza**

Una propuesta importante con un apoyo considerable<sup>2 19 29 47</sup> es la introducción temprana del concepto de cantidad de movimiento *en términos cualitativos* antes de considerar las fuerzas. Presentar la cantidad de movimiento antes que la fuerza permite tanto que la fuerza se vea como aquello que causa un cambio en la cantidad de movimiento, y evita se incorpore la etiqueta de "fuerza" a la noción de los alumnos de "algo dentro del objeto que lo mantiene en movimiento".

Se han señalado las dificultades de los alumnos para relacionar distancia, tiempo y velocidad. Se recomienda centrarse en ello desde el principio<sup>5 46 48 49</sup>: se sugiere que los alumnos desarrollarían entonces una capacidad descriptiva, y soltura con respecto al tiempo, distancia y las velocidades como base para las explicaciones causales de la física.

Está surgiendo una serie de paquetes de software diseñados para dar a los alumnos experiencia de "primera mano" sobre el movimiento sin rozamiento<sup>48</sup>. Puesto que es el rozamiento lo que hace que los objetos en movimiento disminuyan su velocidad, se puede hacer al rozamiento responsable de ser el apoyo de la mayor parte de la dinámica visceral, y la experiencia con el movimiento sin rozamiento contribuye a hacer más verosímiles las ideas newtonianas. En ausencia de rozamiento, los alumnos son capaces de relacionar fuerza con movimiento de acuerdo con la dinámica de los físicos<sup>49</sup>.

Además, se sugiere que puede ser útil la enseñanza sobre el rozamiento<sup>37</sup> y que este es el concepto que permite enlazar los principios de la física con el mundo real.

Hay un apoyo considerable para permitir a los alumnos que desarrollen su propia dinámica - que aclaren y etiqueten sus propias ideas. Se considera como un proceso que podría empezar pronto y que debería preceder a cualquier intento de enseñar conceptos formales de física, y que es mejor con sujetos de 11 años que con los de 14<sup>8 20 23</sup>.

Junto a esto está la petición de una forma más inteligible de explicar el movimiento<sup>50</sup>, en la que la "dinámica visceral" y la "dinámica ingenua" se perfeccionen para proporcionar un marco conceptual coherente y utilizable. Estos métodos implicarían una experiencia amplia sobre el movimiento que incluyera una variedad de fuerzas y objetos, el trabajo con situaciones sin rozamiento, la diferenciación de las fases del movimiento, la diferenciación de impulsos y fuerzas continuas, la descripción, la discusión y la búsqueda de reglas.

Gilbert y Zylbersztajn<sup>51</sup> llaman la atención sobre las ventajas que se pueden obtener de una perspectiva histórica en la que los alumnos pueden ver semejanzas entre sus propias ideas sobre el movimiento y las de los principales científicos del pasado. En especial, la Teoría del Ímpetu desarrollada durante la Edad Media brinda a la mayoría de los alumnos una conexión con su propio pensamiento y puede proporcionar tanto un método de aprendizaje sobre las fuerzas y el movimiento como una oportunidad para reconocer la naturaleza de la ciencia. (pp 199-208)

**\* Al respecto el programa de estudio (2006) indica que: "En la revisión histórica del estudio del movimiento se debe evitar un recuento anecdótico de hechos personajes y fechas". (p 76) Debido al parecer a la falta de tiempo para ver los demás contenidos del programa.**



## **Bibliografía del artículo en cuanto al Movimiento Horizontal.**

- 1 Claxton, G.L. (1984). «Teaching and acquiring scientific knowledge», en Kenn, T. y Pope, M. (eds), *Kelly in the classroom: educational application of personal construct psychology*, Cyberssystem Inc., Montreal, Canadá.
- 2 Osborne, R. (1984). «Children's dynamics», *The physics Teacher*, 22(8): 504-8.
- 3 McClelland, J.A.G. (1984). «Alternative frameworks: interpretation of evidence», *European Journal of Science Education*, 6(1): 1-6.
- 4 Yates, J., Bessman, M., Dunne, M., Jertson, D., Sly, K y Wendelboe, B (1988). «Are conceptions of motion based on naïve theory or on prototypes?», *Cognition*, 29: 251-75.
- 5 Di Sessa, A. (1982). «Unlearning Aristotelian physics: a study of knowledge based learning», *Cognitive Science*, 6: 37-75.
- 6 Ogborn, J y Bliss, J. (1982). «Steps towards a formalisation of a psychology of motion», en Tiberghien, A. y Mandl, H. (eds.), *Knowledge Acquisition in Physics Learning Environments*, NATO ASI Series Berlin, Springer-Verlag.
- 7 McCloskey, M. (1983). «Intuitive physics», *Scientific American* 248(4): 114-22.
- 8 Clement, J. (1983). «Students' alternative conceptions in mechanics: a coherent system of preconceptions?», en Helm, H. y Novak, J. (eds), *Proceedings of the International Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*, 20-22 junio, Cornell University, Ithaca, N.Y., pp. 310-15.
- 9 Jung, W. (1981). «Some methods of inquiry into knowledge structures in mechanics», en Jung, W., Pfundt, H. y Rhoneck, C. von (eds.) *Proceedings of the International Workshop on Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge*, 14-16 septiembre, Pedagogische Hochschule, Ludwigsburg, pp. 254-67.
- 10 Jira, D. K. y McCloskey, M. (1980). *Students' misconceptions about physical motion*, The Johns Hopkins University.
- 11 Trowbridge, D. E. y McDermott, L. C. (1981). «Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension», *American Journal of Physics*, 49:242.

- 12 Jones, A. T. (1983). «Investigación of students' understanding of speed, velocity and acceleration» *Research in Science Education*, 13: 95-104.
- 13 Piaget, J. (1926) *La représentation du monde chez l'enfant*. París: Alcan. Trad.cast.: *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata, 1973.
- 14 Boulanger, F. D. (1976). «The effects of training in the proportional reasoning associated with the concept of speed», *Journal of Research in Science Teaching*, 13(2): 145-54.
- 15 Bliss, J., Morrison, I. y Ogborn, J. (1988). «A longitudinal study of dynamics concepts», *International Journal of Science Education*, 10(1): 99-110.
- 16 Minstrell, J. (1982). «Explaining the "at rest" condition of an object», *The Physics Teacher* 20: 10-14.
- 17 Sjoberg, S y Lie, S. (1981). *Ideas about force and movement among Norwegian pupils an students*, Institute of Physics Report Series: Report 81-11, University of Oslo.
- 18 Erickson, G y Hoobs, E. (1978). «A developmental study students beliefs about force concepts», trabajo presentado en la 1978 Annual Convention of the Canadian Society for the Study of Education, 2 junio, London, Ontario Canadá.
- 19 Osborne, R. (1980). *Force*, LISP Working Paper 16, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda.
- 20 Osborne, R. (1985). «Building on children's intuitive ideas», en Osborne, R. y Freyberg, P., *Learning in Science*, Heinemann, Auckland, Nueva Zelanda. Trad. cast. de J. de Lorbar: *El aprendizaje de las ciencia. Implicaciones de la ciencia de los alumnos*. Madrid: Narcea, 1991.
- 21 Viennot, L. (1980). «Spontaneous reasoning in elementary dynamics», en Archenhold, W. F., Driver, R., Orton, A. y Wood-Rohinson, C. (eds.) *Cognitive Development Research in Science and Mathematics*, Proceedings of an International Seminar, 17-21 septiembre 1979, University of Leeds, pp. 273-4.
- 22 Watts, D. M. y Zylbersztajn, A. (1981). «A survey of some children's ideas about force», *Physical Education*, 16: 360-5.

- 23 Clement, J. (1982). «Students' preconceptions in introductory mechanics», *American Journal of Physics*, 50(1): 66-71.
- 24 Fischbein, E., Stavy, R. y Ma-Nairn, H. (1988). «The psychological structure of naïve impetus conceptions», *International Journal of Science Education* 11(1): 71-81.
- 25 Lythott, J. (1983). «"Aristotelian" was given as the answer, but what was the question?», en Helm, H. y Novak, J.D. (eds.), *Proceedings of the International Seminar.- Misconceptions in Science and Mathematics*, 20-22 junio, Cornell University, Ithaca, N.Y., pp. 257-65.
- 26 Caramazza, A., McCloskey, M. y Green, B. (1981). «Naïve beliefs in «sophisticated» subjects: misconceptions about trajectories of objects», *Cognition* 9:117-23.
- 27 Watts, D.M. (1983). «A study of schoolchildren's alternative frameworks of the concept of force», *European Journal of Science Education*, 5(2): 217-30.
- 28 Bliss, J., Ogborn, J. y Whitelock, D. (1989). «Secondary school pupils' common sense theories of motion», *International Journal of Science Education*, 11(3): 261-72.
- 29 Champagne, A. B., Klopfer, L. E. y Andreson, J. H. (1980). «Factors influencing the learning of classical mechanics», *American Journal of Physics*, 48(12): 1074-79.
- 30 Lie, S. Sjøberg, S., Eleland, P.R. y Enge, M. (1984). «Ideas in mechanics. A Norwegian study», en Lijnse, P. (ed.), *The Many Faces of Teaching and Learning Mechanics in Secondary and Early Tertiary Education, Proceedings of a Conference on Physics Education*. 20-25 agosto, Utrecht; GIREP/SVO/UNESCO, WCC, Utrecht 1985, pp. 255-76.
- 31 Gunstone, R. y Watts, D. M. (1985). «Force and motion», en Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien. A. (eds.), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, pp. 85-104. Trad. cast. de P. Manzano: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia Madrid: Morata, 1989*.
- 32 Gilbert, J. K., Watts, D. M. y Osborne, R. J. (1982). «Students' conceptions of ideas in mechanics», *Physics Education*. 17: 62-6.
- 33 Eckstein, S. G. y Shemesh, M. (1989). «Developmente of children's ideas on motion: intuition vs logical thinking», *International Journal of Science Eduction*, 11(3): 327-36.

- 34 Langford, J. M. y Zollman, D. (1982). «Conceptions of dynamics held by elementary and high school students», trabajo presentado en el Annual Meeting of the American Association of Physics Teachers, 25-28 enero, San Francisco.
- 35 Hewson, P. (1985). «Epistemological commitments en the learning of science: examples from dynamics», *European Journal of Science Education*, 7(2): 163-72.
- 36 Stead, K. E. y Osborne, R. J. (1981). «What is fricción: some children's ideas», *New Zealand Science Teacher*, 27: 51-7.
- 37 Stead, K. y Osborne, R. (1980). *Friction*, LISP Working Paper 19, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda.
- 38 McDermott, L. C. (1983). «Critical review of research in the domain of mechanics», en *Research on Physics Education*, Proceedings of the First International Workshop. 26 junio-13 julio, La Londe les Maures, Francia, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, París, pp. 139-82.
- 39 McDermott, L. C. (1984). «Research on conceptual understanding in mechanics», *Physics Today*, julio: 2-10.
- 40 Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, G. (1982). «Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change», *Science Education*, 66:21.
- 41 Brown, D. E. y Clement, J. (1989). «Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction», trabajo presentado en el Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
- 42 Clemente, J., Brown, D. E. Zietsmann, A. (1989). «Not all preconceptions are misconceptions: finding "anchoring conceptions" for grounding instruction on students' intuitions», *International Journal of Science Education*, 11 (Special Issue): 554- 65.
- 43 Clement, J. (1988). «Observed methods for generating analysis in scientific problem solving», *Computer Science*, 12(4):563.

- 44 Minstrell, J. y Stimpson, G. (1986). «Students' beliefs in mechanics: cognitive process frameworks», trabajo presentado en la Fifth Conference on Reasoning and Higher Education, Centre for the Study of Thinking, 14-15 marzo, Boise, Idaho.
- 45 Watts, D. M. y Gilbert, J. K. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: 'Force'*, Departamento de Educational Studies, University of Surrey, Guildford.
- 46 Hewson, P. W. (1984). «Microcomputers, conceptual change and the design of science instruction: examples from kinematics and dynamics», *South African Journal of Science* 80, enero: 15-20.
- 47 Schollum, B., Hill, G. y Osborne, R. (1981). *Teaching about force*, LISP Working Paper 34, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda.
- 48 Di Sessa, A. (1989). «A child's science of motion: overview and first results», Borrador, Graduate School of Education, University of California, Berkeley.
- 49 Saltiel, E. y Malgrange, J.L. (1980). «"Spontaneous" ways of reasoning in elementary kinematics», *European Journal of Physics*, 1: 73-80.
- 50 Kilmister, C. W. (1982). «Newton's laws of motion - rules or discoveries?» *Physics Education*, 17(2): 58-61.
- 51 Gilbert, J. K. y Zilbersztajn, A. (1985). «A conceptual framework for science education: the case study of force and movement», *European Journal of Science Education*, 7(2): 107-20.

## **Gravedad**

La percepción más común de la gravedad parecía ser "que mantiene" y esto estaba unido a ideas sobre la gravedad conectada con el aire que empuja hacia abajo y con un escudo atmosférico que evita que las cosas salgan volando. La idea de que debe existir aire para que actúe la gravedad parece muy extendida. El relacionarla con el aire parece ofrecer una explicación de que la gravedad está fuera de los objetos en lugar de ser una propiedad de todos ellos.

Watts<sup>10</sup> encontró que los alumnos en el grupo de 12 - 17 años pensaban que la gravedad depende de la altura, pero parecían confundir gravedad con energía potencial al suponer mayor fuerza de gravedad a mayores alturas.

Stead y Osborne<sup>7</sup> encontraron que algunos sujetos de su muestra pensaban en la gravedad como una fuerza hacia arriba que nos mantiene verticales.

Watts<sup>10</sup> encontró entre alumnos en edad de secundaria la idea de que la gravedad debe ser una fuerza muy grande puesto que afecta a tantas cosas a la vez.

## **Peso**

La idea de los físicos de que el peso de un objeto es una fuerza - la fuerza de gravedad sobre este objeto - no parece ser una idea sostenida con firmeza entre los alumnos de secundaria.

Stead y Osborne encontraron que algunos sujetos de 15 años pensaban que la gravedad sólo afecta a las cosas pesadas: algunos pensaban que es posible tener peso sin gravedad (diciendo que los astronautas llevan botas especiales "para darles peso donde no hay gravedad"), y algunos pensaban que es la gravedad lo que mantiene a los pájaros arriba. Algunos sujetos de 12 y 13 años del estudio de Ruggiero et al. pensaban que la gravedad no actúa sin peso. Encontraron también que en una muestra de alumnos y adultos el peso se consideraba una propiedad del espacio. Sin embargo en su muestra de sujetos de 12 y 13 años, estos investigadores encontraron alumnos que relacionaban gravedad y peso con aire y presión atmosférica, y alumnos que pensaban que el aire es necesario para mantener las cosas sobre el suelo y que el peso está afectado por el aire o depende de él.

Watts<sup>10</sup> encontró alumnos de secundaria que tenían una visión de la gravedad muy flexible según la cual no actúa de la misma forma sobre todas las cosas e incluso sobre una cosa determinada no actúa de la misma forma todas las veces. Consideraban que la gravedad actuaba en unión con el peso para mantener las cosas abajo.

El trabajo de Stead y Osborne<sup>7</sup> incluía un estudio de las ideas de los alumnos al efecto de la gravedad sobre los objetos que están en el agua. Entre los de 13 años, encontraron un 30% que suponía que no hay fuerza de gravedad en el agua y esto explica por qué las cosas flotan. Los alumnos sugerían también que hay menos gravedad en el agua o incluso que la hay pero que actúa hacia arriba. Este estudio descubrió también la idea de que la gravedad sólo actuaría sobre las partes de un cuerpo que están por encima de la superficie del agua - por ejemplo, la cabeza de un nadador.

### **Caída**

Stead y Osborne<sup>7</sup>, y Ruggiero et al.<sup>8</sup>, encontraron que los alumnos no siempre sienten la necesidad de identificar una fuerza para justificar que las cosas caigan: piensan que las cosas "simplemente caen de forma natural" o que la persona que deja escapar el objeto causa la caída.

Vicentini-Missoni<sup>9</sup> encontró, entre treinta y seis sujetos de 9 años, una clara distinción entre "caerse" que implica una pérdida de equilibrio y "caer" en respuesta a la gravedad. Los alumnos no combinan ideas de equilibrio, gravedad y caída en la concepción unificadora de los físicos. Parecía existir una progresión desde la idea de que las cosas caen si nada los sostiene arriba, pasando por la idea de que las cosas caen debido a su peso (sin reconocer que el peso es la fuerza de gravedad sobre un objeto) hasta la idea de que el peso es una fuerza y que todas las cosas caen en ausencia de soporte.

Osborne<sup>11</sup> describe alumnos que piensan que todas las cosas caen, que las más pesadas caen más deprisa y que las barreras detienen la caída de las cosas. La idea de que la caída es causada por el peso, y de que no sólo la Tierra, sino también la pesadez empuja una cosa hacia abajo, fue encontrada por Selman et al.<sup>6</sup> en una muestra de 105 alumnos desde preescolar en adelante.

Watts, en su estudio de alumnos de secundaria, encontró algunos que pensaban que la gravedad empieza a actuar cuando un objeto empieza a caer y que deja de actuar cuando el objeto aterriza sobre el suelo. De hecho su explicación se parecía más una descripción que a una explicación. Los alumnos que reconocían la gravedad como una fuerza constante justificaban el comportamiento de una pelota lanzada al aire en función de que el objeto trataba de contrarrestar la gravedad y caía. Algunos alumnos hablaban de objeto que contenían una fuerza que contrarrestaba la gravedad y que luego se acaba, de forma que el objeto vuelve a caer a la Tierra.

Parece ser realmente muy común que los alumnos (y también los estudiantes universitarios de física) supongan que los objetos más pesados caen a la Tierra más deprisa, teniendo una mayor aceleración debida a la gravedad. Gustone y White<sup>12</sup> estudiaron una muestra de 176 estudiantes de primero de física antes de empezar el curso y encontraron que el 40 por 100 creía que un mayor peso tenía una mayor aceleración al caer. De los setenta y siete sujetos alemanes de 10 años de Nachtigall, el 91 por 100 esperaba que una bola más pesada llegara antes al suelo<sup>13</sup>. En este estudio era notable que el 47 por 100 de la muestra describía que la caída se hacía a velocidad constante porque la fuerza de gravedad es constante. Claramente estos alumnos estaban pensando que la fuerza provoca velocidad en lugar de cambio en la velocidad. Champagne et al.<sup>14</sup>, al estudiar a doce norteamericanos de 12 y 13 años, encontró también alumnos que enlazaban fuerza con velocidad. Los que reconocían una velocidad creciente durante la caída libre decían luego que debe haber un gradiente de gravedad, con un fuerza de gravedad creciente al acercarse a la Tierra. (Estos estudios están resumidos en la revisión crítica de McDermott sobre la investigación en el campo de la mecánica<sup>15</sup>).

Ruggiero et al.<sup>8</sup>, entre su muestra de sujetos de 12 y 13 años, encontraron aproximadamente el mismo número de sujetos justificaba la caída según cada una de las siguientes ideas:

- ❖ la gravedad actúa sobre el peso del objeto para causar su caída;
- ❖ la gravedad y el peso del objeto actúan de forma separada para causar la caída;
- ❖ movimiento natural en ausencia de soporte.



La idea de una aceleración debida a la fuerza de gravedad a menudo es confundida con el campo gravitatorio. Rogers<sup>16</sup> encontró que los alumnos, que reconocían una aceleración negativa (-g) cuando una bola es lanzada hacia arriba y reconocían una aceleración positiva (+g) cuando cae, las reunían para inferir no una aceleración cero, sino ausencia de fuerza gravitatoria en el vértice del movimiento.

### **Gravedad en el espacio**

Stead y Osborne<sup>7</sup> encontraron sujetos de 11 años que pensaban que la gravedad se relacionaba sólo con la Tierra. Esta noción parece estar unida con la creencia común de los alumnos de que la gravedad está asociada con el aire y que donde no hay aire no hay gravedad. Se encontró que esta es una visión que tienen los sujetos de 12 y 13 años y Ruggiero et al.<sup>8</sup>, y Watts y Gilbert<sup>17</sup> encontraron también alumnos de secundaria que pensaban que la gravedad necesita un medio y que no habría gravedad en lugares sin aire. Algunos alumnos de la muestra de Stead y Osborne parecían pensar en términos de "moléculas de gravedad" en el aire.

En la muestra de 258 sujetos de 13 años de Stead y Osborne<sup>7</sup>, el 44 por 100 decía que no hay gravedad en la Luna. La idea de que no todos los planetas tienen gravedad era común entre los de 14 años, y el 81 por 100 de los de 13 y el 75 por 100 de los de 14 decían que no hay gravedad en el espacio. Pude ser que las ideas de la ciencia ficción sobre "ingravidez" hayan contribuido a esta visión. (p. 209-213)

### **Bibliografía del artículo en cuanto a Gravedad.**

- 1 Nussbaum, J.(1985) «The Earth as a cosmic body», en Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (eds.), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Milton Keynes, Capítulo 9. Trad. cast. de P. Manzano: *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata, 1989.
- 2 Baxter, J. (1989). «Children's understanding of familiar astronomical events», *International Journal of Science Education* 11 (Número especial): 502-13.
- 3 Mali, G. B. y Howe, A. (1979). «Development of Earth and gravity concepts among Nepali children», *Science Education*, 63(5): 685-91.

- 4 Sneider, C y Pulos, S. (1983). «Children's cosmographics: understanding the Earth's shape and gravity», *Science Education*, 67(2): 205-22.
- 5 Vosniadou, S. y Brewer, W. F. (1990). «A cross cultural investigation of children's conception about the Earth, the Sun and the Moon: Greek and American data», en Mandl, De Corte, E., Bennett, N. y Friedrid, H. F. (eds.), *Learning and Instruction. European Research in an International Context*, Volume 2.2, Pergamon Press, Oxford.
- 6 Selman, R. L. Krupa, M. P., Stone, C. R. y Jacquette, D. S. (1982). «Concrete operational thought and the emergence of the concept of unseen force in children's theories of electromagnetism and gravity», *Science Education*, 66(2): 181-94.
- 7 Stead, K. y Osborne, R. (1980). *Gravity*, LISP Working Paper 20, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, Nueva Zelanda.
- 8 Ruggiero, S., Cartielli, A., Durpre, F. y Vicentini-Missoni, M. (1985). «Weight, gravity and air pressure: mental representations by Italian middle school pupils», *European Journal of Science Education*, 7(2): 181-94.
- 9 Vicentini-Missoni, M. (1981) «Earth and gravity: comparison between adults' and children's knowledge», en Jung, W., Pfundt, H. y Rhoneck, C. von (eds.), *Proceedings of the International Workshop on Problems Concerning Students' Representation of Physics and Chemistry Knowledge*, 14-16 septiembre, Pedagogische Hochschule, Ludwigsburg, pp. 223-53.
- 10 Watts, D. M. (1982). «Gravity - don't take it for granted!», *Physics Education* 17:116-21-
- 11 Osborne, R. (1984). «Children's dynamics», *The Physics Teacher* 22(8): 504-8.
- 12 Gunstone, R. F. y White, R. T. (1980). «A matter of gravity», trabajo presentado en una reunión de la Australian Science Education Research Association, mayo, Melbourne, Australia.
- 13 Nachtigall, D. «Concepts of fifth-grade students concerning freely falling objects», trabajo inédito, University of Dortmund, Alemania.
- 14 Champagne, A., Klopfer, L., Salomon C. y Cohen, A. (1980). *Interactions of students knowledge with their comprehension and design experiments*, Informe Técnico, University of Pittsburgh.

- 15 McDermott, L.C. (1983). «Critical review of research in the domain of mechanics», en *Research on Physics Education*, Proceedings of the First International Workshop, 26 junio- 13 julio, La Londe les Maures, Francia, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, París, 1984, pp. 139-82.
- 16 Rogers, E. M. (1984), «Gravity, the new Cinderella in elementary mechanics teaching», en Lijnse, P.L. (ed.), *The Many Faces of Teaching and Learning Mechanics in Secondary and Earth Tertiary Education*, Proceedings a Conference on Physics Education. 20-25 agosto, Utrecht; GIREP/SVO/UNESCO, WCC, Utrech 1985, pp. 625-30.
- 17 Watts, D. M. y Gilbert, J. K. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: 'Gravity'*, Departament of Educational Studies, University of Surrey Guildford.

### **Reflexión.**

Este libro contiene un compendio de investigaciones sobre las ideas de los niños al parecer no conocido por todos los docentes de ciencias. Creemos que los profesores de ciencias deberían tenerlo como parte de su biblioteca personal para su consulta oportuna. Actualmente se encuentra disponible en los centros de maestros. Es comprensible que siendo profesores cometamos errores ya que es difícil quitarse ideas tan arraigadas debido quizá, a métodos de enseñanza tradicionalistas consistentes en el uso de formularios que solo permiten la práctica algebraica en sustitución, despejes y búsqueda de las variables. Aún en la actualidad seguimos observando que esta forma de enseñanza continua vigente, al simplemente operar cantidades por medio de fórmulas para encontrar otras desconocidas, sin importar si el alumno comprende o no la situación física involucrada.

Durante la entrevista en el estudio de Caso pudimos observar lo que Driver (2000), define como: "dinámica visceral" y "dinámica ingenua" (p. 199).

## 1.6 Plan y Programas SEP 2006.

### Plan de Estudios (2006).

#### Propósitos de las asignaturas

##### Matemáticas

El estudio de las matemáticas en la educación secundaria se orienta a lograr que los alumnos **aprendan a plantear y resolver problemas en distintos contextos**, así como justificar la validez de los procedimientos y resultados y a utilizar adecuadamente el lenguaje matemático para comunicarlos.

Por ello la escuela debe garantizar que los estudiantes:

- Utilicen el lenguaje algebraico para generalizar propiedades aritméticas y geométricas.
- **Resuelvan problemas mediante la formulación de ecuaciones de distintos tipos.**
- **Expresen algebraicamente reglas de correspondencia entre conjuntos de cantidades que guardan una relación funcional.**
- **Resuelvan problemas que requieren el análisis, la organización, la representación y la interpretación de datos provenientes de diversas fuentes.**
- **Resuelvan problemas que implican realizar cálculos con diferentes magnitudes.**
- Utilicen las propiedades geométricas para realizar trazos, para establecer su viabilidad o para efectuar cálculos geométricos.

- Identifiquen y evalúen experimentos aleatorios con base en la medida de la probabilidad.
- **Utilicen de manera eficiente diversas técnicas aritméticas, algebraicas o geométricas, con o sin el apoyo de tecnología, al resolver problemas. (p. 34)**

### **Ciencias.**

El estudio de las ciencias en la escuela secundaria está orientado a consolidar la formación científica básica, meta iniciada en los niveles educativos anteriores, y que implica potenciar el desarrollo cognitivo, afectivo, valoral y social de los adolescentes, ayudándoles a comprender más, a reflexionar mejor, a ejercer la curiosidad, la crítica y el escepticismo, a investigar, opinar de manera argumentada, decidir y actuar. También contribuye a incrementar la conciencia intercultural reconociendo que el conocimiento científico es producto del trabajo y la reflexión de mujeres y hombres de diferentes culturas.

Los programas de Ciencias pretenden que, al concluir la educación secundaria, los alumnos:

- Amplíen su concepción de la ciencia, de sus procesos e interacciones con otras áreas del conocimiento, así como de sus impactos sociales y ambientales, y valoren de manera crítica sus contribuciones al mejoramiento de la calidad de vida de las personas y al desarrollo de la sociedad.
- Avancen en la comprensión de las explicaciones y los argumentos de la ciencia acerca de la naturaleza y las aprovechen para comprender mejor los fenómenos naturales de su entorno, así como para ubicarse en el contexto del desarrollo científico y tecnológico de su tiempo. Ello implica que los alumnos construyan, enriquezcan o modifiquen sus primeras explicaciones y conceptos, así como que desarrollen habilidades y actitudes que les proporcionen elementos para configurar una visión interdisciplinaria e integrada del conocimiento científico.
- Identifiquen las características y analicen los procesos que distinguen a los seres vivos, relacionándolos con su experiencia personal, familiar y social, para conocer más de sí mismos, de su potencial, de su lugar entre los seres vivos y de su

responsabilidad en la forma en que interactúan con el entorno, de modo que puedan participar en la promoción de la salud y la conservación sustentable del ambiente.

- Desarrollen de manera progresiva conocimientos que favorezcan la comprensión de los conceptos, procesos, principios y lógicas explicativas de la ciencia y su aplicación a diversos fenómenos comunes. Profundicen en las ideas y conceptos científicos básicos y establezcan relaciones entre ellos de modo que puedan construir explicaciones coherentes basadas en el razonamiento lógico, el lenguaje simbólico y las representaciones gráficas.
- Comprendan las características, propiedades y transformaciones de los materiales a partir de su estructura interna, y analicen acciones humanas para su transformación en función de la satisfacción de sus necesidades.
- Potencien sus capacidades para el manejo de la información, la comunicación y la convivencia social. Ello implica aprender a valorar la diversidad de formas de pensar, a discernir entre argumentos fundamentados e ideas falsas y a tomar decisiones responsables e informadas, al mismo tiempo que fortalezcan la confianza en sí mismos y el respeto por su propia persona y por los demás.  
(pp. 35-36)

### **Ciencias. Programas de estudio 2006.**

A continuación se describen, de manera general, los bloques de este estudio de la materia de Ciencias II (Énfasis en Física):

**Bloque I.** Aborda la percepción del mundo físico por medio de los sentidos, la idea del cambio con base en la descripción del movimiento. El estudio de este fenómeno, desde la perspectiva histórica, brinda a los alumnos la oportunidad de identificar el proceso de estructuración del conocimiento científico.

**Bloque II.** Se enfoca en las causas y los efectos de las fuerzas de diversos tipos: mecánica, gravitacional, eléctrica y magnética. El concepto de fuerza se trata como

elemento de análisis del cambio y explicación de sus causas a través de las interacciones entre cuerpos físicos.

La secuencia planteada parte de la comprensión de la fuerza como agente de cambio del estado de movimiento, para luego introducir el análisis de las leyes de Newton orientado a la interpretación de fenómenos en otros contextos.

Se incorpora una primera aproximación al concepto de energía con la finalidad de enriquecer la explicación de los cambios, con base en el análisis de la interacción mecánica y sus transformaciones energéticas.

**Bloque III.** Trata sobre la construcción de un modelo de partículas para apoyar el desarrollo, en los estudiantes, de un esquema interpretativo de diversos fenómenos macroscópicos. Se recurre al uso de este modelo, que considera partículas no perceptibles, para explicar el comportamiento de fenómenos observables mediante la experimentación. Se analiza la construcción de modelos para explicar la materia, así como su importancia en el conocimiento científico.

**Bloque IV.** Se trata la estructura atómica de la materia y los efectos que los procesos básicos relacionados con ella tienen en fenómenos como el electromagnetismo y la luz. El nivel de introducción de los conceptos está determinado por la descripción del modelo atómico y, posteriormente, se procede al análisis de diversos fenómenos no observables directamente asociados a su comportamiento.

Particularmente se analizan las limitaciones de los modelos y su utilidad en términos explicativos y predictivos.

Al final de cada uno de los cuatro primeros bloques se incorpora una sección denominada “Investigar: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar” con la intención de integrar los contenidos revisados en el bloque y dar flexibilidad al currículo. De esta manera, los profesores y los estudiantes podrán elegir y desarrollar alguno de los temas ahí sugeridos.

La forma en la cual se puede llevar a cabo este proceso queda abierta a formas de organización del proceso de enseñanza que el profesor seleccione con base en las necesidades educativas de sus alumnos y del enfoque descrito en la parte introductoria de este programa.

Por ejemplo, se pueden elegir dos temas y dividirlos entre los alumnos del grupo para que los desarrollen y expongan o, en el caso de grupos numerosos, se pueden dividir los temas para que pequeños grupos de alumnos desarrollen y discutan un tema específico cercano a sus intereses. Los profesores y alumnos tendrán, asimismo, flexibilidad en la profundidad del tratamiento de los temas sin perder de vista los aprendizajes esperados del tema, los propósitos del bloque y del curso, así como el tiempo asignado para el desarrollo del mismo. En caso de considerarlo conveniente, podrán seleccionar algún otro tema relacionado con los contenidos del bloque correspondiente.

**Bloque V.** Pretende integrar la física aprendida en los otros bloques. Esto se logra a través del desarrollo de un tema obligatorio y varios opcionales, donde los estudiantes tendrán la oportunidad de utilizar los conceptos analizados en el curso, pero también de vincular con ellos, de manera explícita, aspectos de la tecnología, de la sociedad y de la relación e integración con otras ciencias.

El bloque se ha dividido en dos partes. El primer tema es obligatorio para propiciar la reflexión acerca de uno de los temas que más llama la atención a los jóvenes: la astronomía. Tiene la intención de ayudar a darle sentido a algunos de los resultados de esta rama de la ciencia, superando la visión exclusivamente divulgativa y avanzando en la comprensión básica de las ideas que hay detrás de los principales planteamientos actuales de la astronomía.

Respecto a los demás temas sugeridos como opcionales se propone que se seleccionen por equipos y que, al terminarlos, se realice un intercambio de los productos obtenidos. Es importante enfatizar la necesidad de que se cumplan los aprendizajes esperados de integración, desarrollo tecnológico y vinculación con la sociedad sin descuidar la referencia a los conceptos básicos que se han introducido en el curso.



## **Bloque I.**

### **El movimiento. La descripción de los cambios en la naturaleza.**

#### **Propósitos**

El bloque está orientado a continuar con el desarrollo de habilidades propias del pensamiento científico y el acercamiento a los procesos de construcción de conocimientos de la ciencia, que se iniciaron en cursos anteriores.

Particularmente interesa iniciar a los alumnos en los procesos de construcción y generalización de los conceptos físicos a partir del estudio del movimiento. Los propósitos de este bloque son que los alumnos:

- Analicen y comprendan los conceptos básicos del movimiento y sus relaciones, lo describan e interpreten mediante algunas formas de representación simbólica y gráfica.
- Valoren las repercusiones de los trabajos de Galileo acerca de la caída libre en el desarrollo de la física, en especial en lo que respecta a la forma de analizar los fenómenos físicos.
- Apliquen e integren habilidades, actitudes y valores durante el desarrollo de proyectos, \* enfatizando el diseño y la realización de experimentos que les permitan relacionar los conceptos estudiados con fenómenos del entorno, así como elaborar explicaciones y predicciones.
- Reflexionen acerca de las implicaciones sociales de algunos desarrollos tecnológicos relacionados con la medición de velocidad con que ocurren algunos fenómenos.

Así mismo mostramos el contenido del tema correspondiente a nuestra investigación:

## Tema: 1 LA PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO

### Subtema

#### 1.1 ¿Cómo sabemos que algo se mueve?

- **Nuestra percepción de los fenómenos de la naturaleza por medio del cambio y movimiento.**
- **El papel de los sentidos en la percepción de movimientos rápidos o lentos.**

Aprendizajes esperados	Comentarios y sugerencias didácticas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconoce y compara distintos tipos de movimiento en el entorno en términos de sus características perceptibles.</li><li>• Describe movimientos rápidos y lentos a partir de la información que percibe con los sentidos y valora sus limitaciones.</li><li>• Propone formas de descripción de movimientos rápidos o lentos a partir de los que percibe.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es pertinente favorecer el acercamiento de los estudiantes a los fenómenos físicos a partir de su percepción por medio de los sentidos, sin profundizar en el estudio de la visión y la audición. Bajo esta perspectiva se sugiere recurrir a la observación de situaciones del entorno para analizar el movimiento; por ejemplo, el lanzamiento de una pelota, el desplazamiento de un vehículo.</li></ul>

## Tema: 1 LA PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO

### Subtema

#### 1.2 ¿Cómo describimos el movimiento de los objetos?

- **Experiencias alrededor del movimiento en fenómenos cotidianos y de otras ciencias.**
- **La descripción y medición del movimiento: marco de referencia y trayectoria; unidades y medidas de longitud y tiempo.**

- **Relación desplazamiento-tiempo; conceptos de velocidad y rapidez.**
- **Representación gráfica posición-tiempo.**

Aprendizajes esperados	Comentarios y sugerencias didácticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describe y compara movimientos de personas u objetos utilizando diversos puntos de referencia y la representación de sus trayectorias.</li> <li>• Interpreta el concepto de velocidad como la relación entre desplazamiento, dirección y tiempo, apoyado en información proveniente de experimentos sencillos.</li> <li>• Identifica las diferencias entre los conceptos de velocidad y rapidez.</li> <li>• Construye e interpreta tablas de datos y gráficas de posición-tiempo, generadas a partir de datos experimentales o del uso de programas informáticos.</li> </ul> <p>Predice características de diferentes movimientos a partir de gráficas de posición-tiempo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el estudio del movimiento, los alumnos deberán realizar experimentos sencillos, utilizando tecnologías de información que les permitan adentrarse paulatinamente a los conceptos físicos y sus relaciones, valorar la pertinencia de los conceptos físicos en la interpretación del mundo que les rodea, e integrar este conocimiento con problemas que afectan a la sociedad y que son de interés para otras disciplinas.</li> <li>• Para apoyar el desarrollo de habilidades en la interpretación de gráficas que describen la velocidad se recomienda el uso del programa de simulación de la actividad “Gráficas de posición I y II”, en el cual se analizan gráficas lineales de posición contra tiempo de objetos en movimiento.</li> <li>• Tomar en cuenta que en el primer grado de Matemáticas los alumnos estudiaron la elaboración e interpretación de gráficas sencillas, pero en ellas no se representó el movimiento.</li> </ul>

Aprendizajes esperados	Comentarios y sugerencias didácticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce y compara distintos tipos de movimiento en el entorno en términos de sus características perceptibles.</li> <li>• Describe movimientos rápidos y lentos a partir de la información que percibe con los sentidos y valora sus limitaciones.</li> <li>• Propone formas de descripción de movimientos rápidos o lentos a partir de los que percibe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es pertinente favorecer el acercamiento de los estudiantes a los fenómenos físicos a partir de su percepción por medio de los sentidos, sin profundizar en el estudio de la visión y la audición. Bajo esta perspectiva se sugiere recurrir a la observación de situaciones del entorno para analizar el movimiento; por ejemplo, el lanzamiento de una pelota, el desplazamiento de un vehículo.</li> </ul>

**Tema: 2 EL TRABAJO DE GALILEO UNA APORTACIÓN IMPORTANTE PARA LA CIENCIA.**

**Subtema**

**2.1 ¿Cómo es el movimiento de los cuerpos que caen?**

- **Experiencias alrededor de la caída libre de objetos.**
- **La descripción del movimiento de caída libre según Aristóteles. La hipótesis de Galileo y la representación gráfica posición-tiempo.**
- **Las aportaciones de Galileo: una forma diferente de pensar.**

Aprendizajes esperados	Comentarios y sugerencias didácticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica a través de experimentar y de gráficas las características del movimiento de caída libre.</li> <li>• Aplica las formas de descripción y representación del movimiento analizadas anteriormente para describir el movimiento de caída libre.</li> <li>• Contrasta las explicaciones del movimiento de caída libre propuestas por Aristóteles con las de Galileo.</li> <li>• Valora la aportación de Galileo como uno de los factores que originaron una nueva forma de construir y validar el conocimiento científico, basada en la experimentación y en la reflexión de los resultados.</li> <li>• Analiza la importancia de la sistematización de datos como herramienta para la descripción y predicción del movimiento.</li> <li>• Propone formas de descripción de movimientos rápidos o lentos a partir de los que percibe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomienda favorecer en los alumnos la comprensión de las ideas de caída libre han evolucionado y provocado cambios profundos en la manera de construir conocimiento. En este sentido, se recomienda la investigación de los procedimientos que empleó Galileo en sus experimentos acerca de la caída libre de los cuerpos, con la finalidad de identificar la importancia de las aportaciones de este personaje a la física. El estudio del tema es una oportunidad para fortalecer las habilidades de selección, comparación y registro de información de distintos textos científicos, desarrolladas en la asignatura de español.</li> <li>• Es importante señalar que conviene, al discutir con los alumnos las características del método utilizado por Galileo para describir el movimiento de caída libre, utilizar representaciones gráficas y no directamente la ecuación de caída libre que involucra exponentes de segundo grado. Los alumnos no tendrán sino hasta el siguiente curso, en la asignatura de Matemáticas, elementos para darle sentido a la notación algebraica y a lo que ésta significa. Sin embargo es pertinente discutir con ellos el papel de las matemáticas en el trabajo de Galileo desde la perspectiva de la generalización de los resultados experimentales.</li> <li>• En la revisión histórica del estudio del movimiento se debe <b>evitar</b> un recuento anecdótico de hechos, personajes y fechas.</li> </ul>

## Subtema

### 2.2 ¿Cómo es el movimiento cuando la velocidad cambia? La aceleración

- Experiencias alrededor de movimientos en los que la velocidad cambia.
- Aceleración como razón de cambio de la velocidad en el tiempo.
- Aceleración en gráficas velocidad-tiempo.

Aprendizajes esperados	Comentarios y sugerencias didácticas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplica las formas de descripción del movimiento analizadas anteriormente para describir el movimiento acelerado.</li><li>• Identifica la proporcionalidad en la relación velocidad-tiempo.</li><li>• Establece la diferencia entre velocidad y aceleración.</li><li>• Interpreta las diferencias en la información que proporcionan las gráficas de velocidad-tiempo y las de experimentación o del uso de recursos informáticos y tecnológicos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Los alumnos no utilizan habitualmente, antes de su introducción en las clases de ciencias, el término "aceleración" para referirse a los cambios de velocidad, sino que los describen utilizando la expresión "va más rápido". Los adolescentes necesitan desarrollar las herramientas para describir apropiadamente el movimiento antes de desarrollar una comprensión de los principios cinemáticos, incluyendo las representaciones numéricas, por ejemplo, <math>V = d/t</math>.</li><li>• Es importantes contrastar el significado de los términos velocidad y aceleración en el lenguaje cotidiano, en otras disciplinas y en física, para diferenciarlos. Se recomienda la consulta del libro <i>Dando sentido a la ciencia en secundaria</i>, de Driver y otros, y de la página: <a href="http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048">http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048</a> en la que se señalan algunas concepciones de los alumnos acerca de la descripción del movimiento (pp. 69-77).</li></ul>

**Reflexión:** Aún cuando ya están establecidos los temas por abordar e incluso ejemplos de cómo hacerlo, el responsable de hacerlo al final es el profesor frente a grupo, que debiera dar prioridad a la comprensión física de los movimientos dejando quizá para después la aplicación de fórmulas.

## **1.7 AVANCES Y HALLAZGOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS CIENCIAS.**

Dos años después del estudio anglo-mexicano, se llevo a cabo la implementación de la modelación a nivel secundaria en México descritas en este artículo.

Las principales conclusiones obtenidas es que:

El uso apropiado de herramientas computacionales ayuda a los estudiantes en su formación conceptual, además de desarrollar en ellos otras habilidades y actitudes importantes. Con respecto a los profesores, se observó que el uso de computadoras cambia su práctica al reducir la ejercitación mecánica e incorporar más contenidos conceptuales. Además, se notó énfasis en la interacción y el diálogo con los estudiantes, aun cuando éste es un proceso lento.

En 1997, con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública de México se inició un proyecto educativo nacional con el fin de utilizar diversas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas y la física en la escuela secundaria.

Segunda Fase 2000-2003

El estudio se realizó mediante un seguimiento de un grupo de profesores y sus alumnos durante dos años, vía la aplicación de cuestionario, observaciones de clase y entrevista.

Durante el primer año, los profesores cambiaron su manera de trabajar en el salón de clase. Esto quizá forzado, hasta cierto grado, por la implantación del uso de computadoras y de hojas de trabajo.

Se observó también que los profesores eran más propensos a cuestionar a sus alumnos acerca de su trabajo y las posibles explicaciones del fenómeno que exploraban con el software.

En las entrevistas, los profesores indicaron que percibían cambios positivos en sus alumnos, por ejemplo, mayor participación en el salón de clases, mayor colaboración con sus compañeros y mejor disposición para plantear preguntas y responderlas.

Es interesante notar que, aun con los avances mencionados, los profesores continuaban diseñando exámenes de manera tradicional y ponían énfasis en conceptos memorizados y en problemas de tipo repetitivo mecánico.

Durante el segundo año, se diseñó un cuestionario para obtener información sobre algunas ideas de los profesores. Para esto se les plantearon las tres preguntas siguientes:

i) "Si tuvieras que diseñar un examen final de física con sólo cuatro preguntas, ¿qué preguntarías?"

ii) "¿Cuáles son los tres conceptos que consideras más importantes en un curso de física?"

iii) "Escribe un error común de tus alumnos relacionado con alguno de los conceptos que mencionaste arriba"

Las respuestas dadas a la pregunta i) fueron muy generales. Algunas de ellas son las siguientes: "¿Qué aprendiste del curso?" "¿Por qué se mide y qué herramientas se usan?" "¿Qué tipos de movimientos existen?" "¿Qué es energía y cuántos tipos conoces?"

Con respecto a la pregunta ii), los conceptos mencionados también fueron muy generales "materia", "trabajo", "movimiento", "energía", "óptica",... De nuevo, éstos sugieren más temas que conceptos específicos.

Las respuestas de los profesores a la pregunta iii) fueron muy similares a las concepciones erróneas y errores comunes mostrados en los talleres al inicio del proyecto.

Todos ellos centraron sus respuestas en conceptos confusos como "masa y peso" o "calor y temperatura". Los errores que describieron por lo general se relacionaban con problemas de conversión y el uso incorrecto de unidades.



En otro estudio paralelo de tres años acerca del impacto del uso de las tecnologías en el aprendizaje de los estudiantes, se aplicó un cuestionario diagnóstico a 80 de éstos, el cual contenía algunos conceptos importantes de la física (basados en los reportes de Driver et al. (1985) acerca de las concepciones erróneas de los alumnos en la física). Con este cuestionario se obtuvo una referencia para las ideas de los estudiantes antes de iniciar el proyecto.

El análisis de las respuestas revela que tienen muchas de las concepciones erróneas citadas por Driver. A continuación mencionamos algunos de ellas:

- 92% considera que si la velocidad de un móvil es cero, su aceleración también es cero.
- 70% afirmó que la aceleración debe tener la misma dirección que la velocidad.
- 61% piensa que si la aceleración es constante, la velocidad debe ser también constante.

De lo anterior, observamos en general una gran confusión entre velocidad y aceleración.

- 84% declaró que el peso de un objeto depende de la manera en que se sitúa en una superficie.
- 64% consideró que cuando un objeto está en movimiento, la gravedad no actúa sobre él.

Se observaron también grandes dificultades al leer e interpretar gráficas relacionadas con fenómenos físicos. En las entrevistas, los profesores señalaron que sus alumnos disfrutaban más de la clase y están más motivados a realizar actividades. Asimismo, que, antes del proyecto, enseñaban mediante el uso de fórmulas pero que, ya en el trascurso del mismo, las simulaciones en computadora promueven que los estudiantes razonen y discutan por medio de las tablas y gráficas en pantalla, lo que genera un mejor entendimiento del fenómeno implicado.

Por otro lado, las observaciones de clase --no realizadas con computadora--- mostraron que los profesores mismos cambiaron su estilo de enseñanza imitando más la manera en la que las simulaciones y las hojas de trabajo presentan el material.

En entrevista con estudiantes, dijeron por ejemplo, que "ya no nos aburrimos". También indicaron que las simulaciones les permiten ver qué pasa cuando una cantidad varía, que tienen a la mano los datos numéricos respectivos y que prefieren trabajar en equipos, ya que "se pueden ayudar entre ellos".

Sobre el aspecto del aprendizaje de los estudiantes, las observaciones de clases y las entrevistas muestran que éstos desarrollan mejores conceptualizaciones con este modelo pedagógico.

Por ejemplo, cuando se les proporcionó la posición inicial y la velocidad de un coche, calcularon (sin la fórmula) la posición final mediante la noción de que la velocidad es la distancia por unidad de tiempo.

Después de una simulación llamada "Velocidad como vector" (en la que dirigen una bola de billar dando las coordenadas de su velocidad), explicaron que "la bola perdía velocidad ya que el tamaño del vector indica el tamaño de la velocidad".

Después de trabajar con una simulación sobre aceleración, un estudiante explicó que "un coche con velocidad cero, pero con cierta aceleración, podrá alcanzar a otro coche que viaja a una velocidad constante".

De manera similar, observamos un avance conceptual en otros tópicos después de que los alumnos los trabajaron con simulaciones referentes a esos temas.

## **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS Y LAS NUEVAS HOJAS DE CÁLCULO EXPLORATORIAS.**

Cuando se trabaja en una actividad de modelación matemática o de resolución de problemas, nos movemos una y otra vez entre dos estados: el de la representación matemática abstracta y el de la situación real.

La hoja de cálculo corresponde a un "estado intermedio" entre estos dos y provee un puente entre el modelo matemático abstracto y el mundo concreto". **Quizá este puente coincida con lo que Driver, (2000) sugiere como "idea puente" en el caso de la enseñanza de las ciencias. (p. 206)**

La conclusión que se puede derivar de todos estos estudios es que el uso apropiado de herramientas computacionales ayuda a los estudiantes en su desarrollo conceptual, además de que crea en ellos una serie de habilidades importantes. Con respecto a los profesores puede decirse que en forma gradual, durante periodos largos, logran cambiar su práctica docente al incorporar contenidos más conceptuales y ejercicios menos mecánicos e incrementar el diálogo con sus alumnos y entre ellos.

En todos los estudios descritos en el artículo se observó un avance significativo en el desarrollo conceptual de los estudiantes. Además, adquieren habilidades como un pensamiento independiente y la capacidad de investigación por ellos mismos.

### **Reflexión:**

Descubrimos en este artículo intentos por cambiar el sistema de enseñanza tradicionalista abordando las materias de matemáticas, física, biología y química por medio de la modelación. En particular al referirnos a los problemas de cinemática, es necesario aclarar que, aunque no son mencionados los enteros negativos, en los cuadernillos **ECAMM** (Enseñanza de las Ciencias a través de Modelos Matemáticos, 2002), con los que trabajaron la modelación, éstos incluyen problemas que permiten abordar y dotar de sentido a los mismos.

Las causas que quizá aun no permiten la aplicación total de la modelación en el país, entre otras pueden ser: la falta del equipo necesario, la capacitación de profesores y alumnos para el uso de los programas de cómputo usados para la modelación, manejo de los cuadernillos de trabajo, etc. Aunque actualmente se ha notado una disponibilidad por parte del gobierno en cuanto a la compra de equipo en un primer momento para alumnos de primaria en los grados 5to y 6to. Algunos estados del país y delegaciones del D.F., comienzan a implementar acciones

similares en búsqueda de una mejora educativa, aunque la adquisición de equipos no baste para lograr un cambio total, los profesores también deberían poner su granito de arena para empezar a capacitarse en el conocimiento, uso y aplicación de distintas formas de enseñanza, ya que quizá estén convencidos que la suya es la mejor perdiendo la oportunidad de mejorar su labor docente.

Durante la participación en un congreso de la Asociación Mexicana de Profesores de Matemáticas en el estado de Colima (2011), pude observar que este método de enseñanza sigue vigente en el estado de Hidalgo. La información referente a la enseñanza por medio de modelación se encuentra disponible para su consulta en el portal de la SEP.

## **1.8 PLAN DE ESTUDIOS ACTUAL EDUCACIÓN BASICA (2011).**

Aquí se muestran los programas de estudio SEP (2011) y la forma de abordarse en la actualidad, lo que permitirá, encausar nuestra propuesta para a los docentes.

### **Campo de formación: Pensamiento matemático**

El mundo contemporáneo obliga a construir diversas visiones sobre la realidad y proponer formas diferenciadas para la solución de problemas usando el razonamiento como herramienta fundamental. Representar una solución implica establecer simbolismos y correlaciones mediante el lenguaje matemático. El campo Pensamiento matemático articula y organiza el tránsito de la aritmética y la geometría y de la interpretación de información y procesos de medición, al lenguaje algebraico; del razonamiento intuitivo al deductivo, y de la búsqueda de información a los recursos que se utilizan para presentarla.

El conocimiento de reglas, algoritmos, fórmulas y definiciones sólo es importante en la medida en que los alumnos puedan utilizarlo de manera flexible para solucionar problemas. De ahí que los procesos de estudio van de lo informal a lo convencional, tanto en términos de lenguaje como de representaciones y procedimientos.

La actividad intelectual fundamental en estos procesos se apoya más en el razonamiento que en la memorización.

El énfasis de este campo se plantea con base en la solución de problemas, en la formulación de argumentos para explicar sus resultados y en el diseño de estrategias y sus procesos para la toma de decisiones. En síntesis, se trata de pasar de la aplicación mecánica de un algoritmo a la representación algebraica.

Esta visión curricular del pensamiento matemático busca despertar el interés de los alumnos, desde la escuela y a edades tempranas, hasta las carreras ingenieriles, fenómeno que contribuye a la producción de conocimientos que requieren las nuevas condiciones de intercambio y competencia a nivel mundial. (p. 48)

### **Ciencias Naturales en primaria, y Ciencias en secundaria.**

La asignatura de Ciencias Naturales propicia la formación científica básica de tercero a sexto grados de primaria. Los estudiantes se aproximan al estudio de los fenómenos de la naturaleza y de su vida personal de manera gradual y con explicaciones metódicas y complejas, y buscan construir habilidades y actitudes positivas asociadas a la ciencia.

La cultura de la prevención es uno de sus ejes prioritarios, ya que la asignatura favorece la toma de decisiones responsables e informadas a favor de la salud y el ambiente; prioriza la prevención de quemaduras y otros accidentes mediante la práctica de hábitos, y utiliza el análisis y la inferencia de situaciones de riesgo, sus causas y consecuencias.

Relaciona, a partir de la reflexión, los alcances y límites del conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar las condiciones de vida de las personas. (p. 51)

## **Estándares Curriculares y aprendizajes esperados.**

### **PISA Un referente internacional**

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE (PISA, por sus siglas en inglés) es un marco de referencia internacional que permite conocer el nivel de desempeño de los alumnos que concluyen la Educación Básica, y evalúa algunos de los conocimientos y habilidades necesarios que deben tener para desempeñarse de forma competente en la sociedad del conocimiento.

La prueba PISA se ha convertido en un consenso mundial educativo que perfila las sociedades contemporáneas a partir de tres campos de desarrollo en la persona: la lectura como habilidad superior, el pensamiento abstracto como base del pensamiento complejo, y el conocimiento objetivo del entorno como sustento de la interpretación de la realidad científica y social.

El conjunto del currículo debe establecer en su visión hacia el 2021 generalizar, como promedio en la sociedad mexicana, las competencias que en la actualidad muestra el nivel 3 de PISA; eliminar la brecha de los niños mexicanos ubicados hoy debajo del nivel 2, y apoyar de manera decidida a quienes están en el nivel 2 y por arriba de éste. La razón de esta política debe comprenderse a partir de la necesidad de impulsar con determinación, desde el sector educativo, al país hacia la sociedad del conocimiento.

### **Nivel 3 de desempeño PISA. Comprensión lectora**

- Localizar y, en algunos casos, reconocer la relación entre distintos fragmentos de información que quizá tengan que ajustarse a varios criterios. Manejar información importante en conflicto.
- Integrar distintas partes de un texto para identificar una idea principal, comprender una relación.
- Interpretar el significado de una palabra o frase. Comparar, contrastar o categorizar teniendo en cuenta muchos criterios. Manejar información en conflicto.

- Realizar conexiones o comparaciones, dar explicaciones o valorar una característica del texto. Demostrar un conocimiento detallado del texto en relación con el conocimiento habitual y cotidiano, o hacer uso de conocimientos menos habituales.
- Textos continuos. Utilizar convenciones de organización del texto, cuando las haya, y seguir vínculos lógicos, explícitos o implícitos, como causa y efecto a lo largo de frases o párrafos, para localizar, interpretar o valorar información.
- Textos discontinuos. Tomar en consideración una exposición a la luz de otro documento o exposición distintos, que puede tener otro formato, o combinar varios fragmentos de información espacial, verbal o numérica en un gráfico o en un mapa, para extraer conclusiones sobre la información representada.

### **Nivel 3 de desempeño pisa. Matemáticas**

- Llevar a cabo procedimientos descritos de forma clara, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciadas.
- Seleccionar y aplicar estrategias de solución de problemas simples.
- Interpretar y utilizar representaciones basadas en diferentes fuentes de información.
- Elaborar escritos breves exponiendo sus interpretaciones, resultados y razonamientos.

### **Nivel 3 de desempeño pisa. Ciencias**

- Identificar cuestiones científicas en una variedad de contextos.
- Seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos o estrategias de investigación simples.
- Interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas y aplicarlos directamente.

## **Estándares Curriculares**

Los Estándares Curriculares, como ya se describió, expresan lo que los alumnos deben saber y ser capaces de hacer en los cuatro periodos escolares: al concluir el preescolar; al finalizar el tercer grado de primaria; al término de la primaria (sexto grado), y al concluir la educación secundaria. Cabe mencionar que cada conjunto de estándares, correspondiente a cada periodo, refleja también el currículo de los grados escolares que le preceden.

## **Estándares de Matemáticas**

Los Estándares Curriculares de Matemáticas presentan la visión de una población que sabe utilizar los conocimientos matemáticos. Comprenden el conjunto de aprendizajes que se espera de los alumnos en los cuatro periodos escolares para conducirlos a altos niveles de alfabetización matemática.

Se organizan en:

1. Sentido numérico y pensamiento algebraico.
2. Forma, espacio y medida.
3. Manejo de la información.
4. Actitud hacia el estudio de las matemáticas.

Su progresión debe entenderse como:

- Transitar del lenguaje cotidiano a un lenguaje matemático para explicar procedimientos y resultados.
- Ampliar y profundizar los conocimientos, de manera que se favorezca la comprensión y el uso eficiente de las herramientas matemáticas.
- Avanzar desde el requerimiento de ayuda al resolver problemas hacia el trabajo autónomo.



## **Estándares de Ciencias**

Los Estándares Curriculares de Ciencias presentan la visión de una población que utiliza saberes asociados a la ciencia, que les provea de una formación científica básica al concluir los cuatro periodos escolares. Se presentan en cuatro categorías:

1. Conocimiento científico.
2. Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología.
3. Habilidades asociadas a la ciencia.
4. Actitudes asociadas a la ciencia.

La progresión a través de los estándares de Ciencias debe entenderse como:

- Adquisición de un vocabulario básico para avanzar en la construcción de un lenguaje científico.
- Desarrollo de mayor capacidad para interpretar y representar fenómenos y procesos naturales.
- Vinculación creciente del conocimiento científico con otras disciplinas para explicar los fenómenos y procesos naturales, y su aplicación en diferentes contextos y situaciones de relevancia social y ambiental. (pp. 85-89)

## **Programas Ciencias (2011).**

### **Propósitos para el estudio de las Ciencias en la educación secundaria**

El estudio de las Ciencias en la educación secundaria busca que los adolescentes:

- Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.
- Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de la cultura de la prevención.

- Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.
- Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos.
- Amplíen su conocimiento de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución.
- Expliquen los fenómenos físicos con base en la interacción de los objetos, las relaciones de causalidad y sus perspectivas macroscópica y microscópica.
- Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana. (p. 14)

**Cuarto periodo escolar, al concluir el tercer grado de secundaria, entre 14 y 15 años de edad.**

El periodo fortalece los conocimientos, habilidades y actitudes para la toma de decisiones responsables e informadas relacionadas con la salud y el ambiente, asimismo propicia una autonomía creciente en la participación de los estudiantes en acciones comprometidas y participativas que contribuyan a mejorar la calidad de vida.

Los estándares plantean que los estudiantes identifiquen la unidad y diversidad de la vida con base en el análisis comparativo de las funciones vitales, que les permiten reconocerse como parte de la biodiversidad resultante del proceso de evolución. Se avanza en la comprensión de las propiedades de la materia y sus interacciones con la energía, así como en la identificación de cambios cuantificables y predecibles. Se enfatiza en cómo se aprovechan las transformaciones en actividades humanas, a partir del análisis de sus costos ambientales y beneficios sociales. La búsqueda de explicaciones acerca del origen y evolución del Universo.

En este último periodo los estándares plantean avances en la construcción de explicaciones con lenguaje científico apropiado y en la representación de ideas mediante modelos, que permiten acercarse a conocer la estructura interna de la materia; promueven la planeación y el desarrollo de experimentos e investigaciones; la elaboración de conclusiones, inferencias y predicciones fundamentadas en la evidencia obtenida; la comunicación diversificada de los procesos y los resultados de la investigación, la apertura ante las explicaciones de otros, el análisis crítico, para que los estudiantes fortalezcan su disposición para el trabajo colaborativo con respeto a las diferencias culturales y de género, así como la aplicación del escepticismo informado para poner en duda ideas poco fundamentadas.

Así, se espera que conciban a la ciencia como una actividad en construcción permanente enriquecida por la contribución de mujeres y hombres de diversas culturas. (p. 16)

## **Física**

Los Estándares Curriculares para esta categoría son:

- **Describe diferentes tipos de movimiento con base en su rapidez, velocidad y aceleración.**
- Describe características del movimiento ondulatorio con base en el modelo de ondas.
- Relaciona la fuerza con las interacciones mecánicas, electrostáticas y magnéticas, y explica sus efectos a partir de las Leyes de Newton.
- Explica la relación entre la gravedad y algunos efectos en los cuerpos en la Tierra y en el Sistema Solar.
- Describe algunas propiedades (masa, volumen, densidad y temperatura), así como interacciones relacionadas con el calor, la presión y los cambios de estado, con base en el modelo cinético de partículas.
- Describe la energía a partir de las transformaciones de la energía mecánica y el principio de conservación en términos de la transferencia de calor.

- Explica fenómenos eléctricos y magnéticos con base en las características de los componentes del átomo.
- Identifica algunas características de las ondas electromagnéticas y las relaciona con la energía que transportan.
- Identifica explicaciones acerca del origen y evolución del Universo, así como características de sus componentes principales. (p. 17)

### **Bloques de estudio**

El programa está organizado en cinco bloques; en cada uno se destaca el estudio de un ámbito articular, aunque los diversos aprendizajes esperados y contenidos plantean relaciones de interdependencia con unos u otros ámbitos, las cuales se indican en la descripción de cada bloque.

Este programa se inicia con el ámbito más cercano a los alumnos: Desarrollo humano y cuidado de la salud, para proseguir con el conocimiento del entorno mediante los ámbitos Biodiversidad y protección del ambiente, Propiedades y transformaciones de los materiales, y Cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos. Al final se presenta un bloque en el que se trabaja por proyectos, entonces los alumnos aplican aprendizajes relativos al Conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad. (p. 33)

### **Ciencias II (énfasis en Física)**

#### **Descripción general del curso**

En el curso de Ciencias II el estudio de los fenómenos físicos está orientado a favorecer la construcción y aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida cotidiana, con base en la representación de los fenómenos y procesos naturales, y en el uso de conceptos, modelos y del lenguaje científico. Además, da continuidad a los contenidos abordados en preescolar y primaria, y profundiza en el nivel de estudio, ya que se parte de una perspectiva macroscópica al analizar las interacciones perceptibles a simple vista, para arribar a una interpretación microscópica con el uso de modelos, como se señala a continuación.

Se promueve la elaboración de representaciones, mediante la descripción de los cambios que se observan en los fenómenos; la identificación de las relaciones básicas que permiten reconocer y explicar los procesos en términos causales; la construcción de modelos explicativos y funcionales, así como a través del lenguaje que contribuye al establecimiento de relaciones claras y de razonamiento coherente.

Estos aspectos constituyen algunas herramientas que favorecen la elaboración de analogías, explicaciones y predicciones por parte de los alumnos, para que desarrollen una manera personal de interpretar e interaccionar con los fenómenos que observan y analizan; además, facilitan la comprensión del proceso de construcción del conocimiento científico y fortalecen las competencias de Ciencias Naturales.

En cada bloque del programa se enfatiza uno de los aspectos señalados anteriormente, aunque están presentes los demás, y tienen estrecha relación con los conceptos del ámbito Cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos, relativos al movimiento, las fuerzas y la explicación de algunas manifestaciones e interacciones de la materia. Asimismo, los contenidos se vinculan con temáticas de los ámbitos: Propiedades y transformaciones de los materiales, y Conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad.

## **Bloques de estudio**

### **Bloque I. La descripción del movimiento y la fuerza**

**Se describe el movimiento de los objetos con base en la velocidad y la aceleración, para lo cual se utilizan representaciones gráficas; estas herramientas permitirán a los alumnos definir y organizar las variables, así como interpretar los distintos movimientos que observan.** Se estudian, además, las características del movimiento ondulatorio como un antecedente necesario para el bloque IV.

**También se analiza la forma en que Galileo concluyó sus estudios sobre la caída libre y la aceleración, lo que favorece la reflexión acerca del proceso de construcción del conocimiento científico.**

Desde la educación preescolar y primaria, los alumnos se han acercado a la idea de fuerza, mediante la interacción entre los objetos y su relación con el movimiento. Aquí, se profundiza en los efectos de estas interacciones y las condiciones bajo las cuales ocurren.

Además, en este bloque se incorpora la suma de fuerzas, por lo que es importante que se realicen experimentos para identificar y representar las características vectoriales.

En relación con el trabajo por proyectos, se sugieren algunas preguntas para orientar la selección del tema e integrar lo aprendido por medio del desarrollo de actividades experimentales que permitan a los alumnos describir, explicar y predecir algunos fenómenos de su entorno relacionados con el movimiento, las ondas y la fuerza, así como su aplicación y aprovechamiento en productos técnicos.

### Bloque I. La descripción del movimiento y la fuerza

<p><b>Competencias que se favorecen:</b> Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica • Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos • Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención</p>	
Aprendizajes Esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpreta la velocidad como la relación entre desplazamiento y tiempo, y la diferencia de la rapidez, a partir de datos obtenidos de situaciones cotidianas.</li> <li>• Interpreta tablas de datos y gráficas de posición-tiempo, en las que describe y predice diferentes movimientos a partir de datos que obtiene en experimentos y/o de situaciones del entorno.</li> </ul>	<p><b>El movimiento de los objetos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco de referencia y trayectoria; diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida.</li> <li>• Velocidad: desplazamiento, dirección y tiempo.</li> <li>• Interpretación y representación de gráficas posición-tiempo.</li> <li>• Movimiento ondulatorio, modelo de ondas, y explicación de características del sonido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica las explicaciones de Aristóteles y las de Galileo respecto al movimiento de caída libre, así como el contexto y las formas de proceder que las sustentaron.</li> <li>• Argumenta la importancia de la aportación de Galileo en la ciencia como una nueva forma de construir y validar el conocimiento científico, con base en la experimentación y el análisis de los resultados.</li> </ul>	<p><b>El trabajo de galileo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicaciones de Aristóteles y Galileo acerca de la caída libre.</li> <li>• Aportación de Galileo en la construcción del conocimiento científico.</li> <li>• La aceleración; diferencia con la velocidad.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciona la aceleración con la variación de la velocidad en situaciones del entorno y/o actividades experimentales.</li> <li>• Elabora e interpreta tablas de datos y gráficas de velocidad-tiempo y aceleración-tiempo para describir y predecir características de diferentes movimientos, a partir de datos que obtiene en experimentos y/o situaciones del entorno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación y representación de gráficas: velocidad-tiempo y aceleración-tiempo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabaja colaborativamente con responsabilidad, solidaridad y respeto en la organización y desarrollo del proyecto.</li> <li>• Selecciona y sistematiza la información que es relevante para la investigación planteada en su proyecto.</li> <li>• Describe algunos fenómenos y procesos naturales relacionados con el movimiento, las ondas o la fuerza, a partir de gráficas, experimentos y modelos físicos.</li> <li>• Comparte los resultados de su proyecto mediante diversos medios (textos, modelos, gráficos, interactivos, entre otros).</li> </ul>	<p><b>Proyecto: imaginar, diseñar y experimentar para explicar o innovar (opciones)*</b>  <b>Integración y aplicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo es el movimiento de los terremotos o <i>tsunamis</i>, y de qué manera se aprovecha esta información para prevenir y reducir riesgos ante estos desastres naturales?</li> <li>• ¿Cómo se puede medir la rapidez de personas y objetos en algunos deportes; por ejemplo, beisbol, atletismo y natación?</li> </ul>

\* El proyecto estudiantil deberá permitir el desarrollo, integración y aplicación de aprendizajes esperados y de competencias. Es necesario destacar la importancia de desarrollarlo en cada cierre de bloque; para ello debe partirse de las inquietudes de los alumnos, con el fin de que elijan una de las opciones de preguntas para orientarlo o, bien, planteen otras. También es importante realizar, junto con los alumnos, la planeación del proyecto en el transcurso del bloque, para desarrollarlo y comunicarlo durante las dos últimas semanas del bimestre. Asimismo, es fundamental aprovechar la tabla de habilidades, actitudes y valores de la formación científica básica, que se localiza en el Enfoque, con la intención de identificar la gama de posibilidades que se pueden promover y evaluar. (pp. 49-56)

**Reflexión:** El docente no debe conformarse con dar sus clases de acuerdo a los aprendizajes esperados por los alumnos, considero importante que el alumno no solo resuelva problemas a partir de la aplicación directa de fórmulas parece relevante la identificación del movimiento pero aun más la elección de un punto de referencia y sentido de movimiento que permita visualizar e interpretar la solución dada.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### **2.1 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

En el Plan y Programas SEP en la materia de Ciencias de segundo grado de secundaria (Física) en el Bloque I, Tema 1 y 2 se abordan temas relacionados con la Cinemática tema de nuestra investigación, cuyo objetivo es el análisis de los movimientos mediante la resolución de problemas en particular de: movimiento rectilíneo, movimiento uniformemente acelerado, caída libre y tiro vertical. Estos programas también piden que los alumnos describan los diferentes tipos de movimiento con base en su rapidez, velocidad y aceleración.

Se hizo una revisión curricular de la asignatura de Ciencia II (Física) del Plan y Programa de Estudios (SEP, 2006) impartida a estudiantes de segundo grado de secundaria. En el primer bloque de este nivel se aborda el tema "**El trabajo de Galileo: una aportación importante para la ciencia**" donde se analizan problemas relacionados con la cinemática. Así mismo se realizó una selección de ejercicios de los libros de texto de distintas editoriales autorizadas por la SEP, encontrando que la mayoría de éstos, sólo abarcan problemas que arrojan respuestas positivas lo que al parecer limita la comprensión de conceptos físicos como son: velocidad, aceleración y en particular el de la fuerza de gravedad y el



valor de la misma al operarla. Elegimos de esta selección, problemas que permiten encontrar resultados con números enteros y no solo "positivos", buscando dar respuesta a las siguientes preguntas:

### **Preguntas de la investigación.**

- 1. ¿Cómo aplican el lenguaje algebraico los alumnos de secundaria al resolver problemas de cinemática?**
- 2. ¿Cuál es la interpretación que dan los estudiantes de secundaria a los números enteros en problemas de cinemática?**

### **2.2 Modelos Teóricos Locales (MTL).**

La perspectiva semiótica elegida para esta investigación en Matemática Educativa es la de los Modelos Teóricos Locales (MTL), Filloy, E. y colaboradores: Rojano T., y Puig L. Rubio G. (1999). "El Carácter local se debe al hecho de que este modelo teórico se elabora para explicar los textos académicos producidos en los procesos de enseñanza aprendizaje de unos contenidos matemáticos concretos y sólo se pretende que el modelo sea adecuado para los fenómenos observados". Es importante señalar que el MTL tiene carácter descriptivo, explicativo y predictivo, pero no excluye que los mismos fenómenos puedan describirse, explicarse y predecirse de otra manera, es decir vía otro modelo". Filloy, introduce un término esencial: Sistema Matemático de Signos (SMS) que utiliza para analizar los textos creados por los estudiantes que constituyen procesos de producción de sentido.

### **2.2.1 Sistema Matemático de Signos.**

Como estamos tratando, con la observación de procesos de pensamiento matemático, tendremos que estar preparados para estudiar esos sistemas de signos e interpretar los códigos personales del aprendiz para descubrir las obstrucciones que se producen por la tensión de tratar con diferentes SMS disponibles para el usuario mientras que él o ella tratan de ser competentes en el uso de un nuevo SMS y llegar a tener una buena actuación en términos del significado pragmático socialmente determinado.

Tendremos, al menos, cuatro tipos de fuentes de significado:

1. De transformaciones dentro de un SMS sin referencia a otro SMS.
2. De traducciones a través de SMS distintos.
3. De traducciones entre Sistemas Matemáticos de Signos, tales como el lenguaje natural, textos producidos con imágenes visuales y los sistemas de señales que utilizan los sujetos durante los procesos de enseñanza/aprendizaje que nos permiten observar los procesos cognitivos del aprendiz y desde esos resultados psicológicos proponer nuevas hipótesis para un análisis matemático educativo de los modelos de enseñanza involucrados en el diseño experimental del modelo teórico local bajo estudio.
4. Con la consolidación, simplificación, generalización y rectificación de acciones, procedimientos y conceptos de los SMS intermedios creados durante el desarrollo de las secuencias de enseñanza/aprendizaje propuestas por el componente de enseñanza del modelo teórico local bajo estudio, estos SMS intermedios evolucionan hacia un SMS nuevo más "abstracto", SMS en el que habrá nuevas acciones, procedimientos y conceptos que tendrán como referentes todas las acciones pertinentes, procedimientos y conceptos de los SMS intermedios para su

uso en nuevos procesos de significación. Si se logran los objetivos del modelo de enseñanza, el nuevo estadio tendrá un nivel de organización más elevado y representará un correspondiente estadio nuevo en el desarrollo cognitivo del aprendiz.

El MTL está constituido por cuatro componentes interrelacionadas que se describen a continuación:

**2.2.2 Componente de Competencia Formal:** Explica y predice la conducta del sujeto ideal, que conoce el conjunto de las matemáticas socialmente establecidas en un momento histórico determinado.

En Matías & Gallardo (2012) se analiza esta componente en problemas de cinemática como sigue:

En nuestra investigación analizamos el desempeño físico-matemático puesto en juego en el proceso de enseñanza-aprendizaje por la población elegida (alumnos y profesores), a la luz del modelo de competencia formal. Filloy, afirma (...) “en el caso de la competencia formal, su necesidad parte de poder contar con una descripción de las situaciones observadas por medio de un sistema matemático de signos (SMS) más abstracto que permita descodificar todos los textos que se producen en un intercambio de mensajes en que los actores tienen diversos grados de competencia”. (...) (p. 7, obra citada).

Puig (2006) analiza el sentido atribuido por Filloy al término “competencia formal” y lo relaciona con los componentes de los modelos de los procesos cognitivos y los modelos de enseñanza. Parafraseando a Filloy, Puig menciona (...)”la competencia explica y predice la conducta del sujeto epistémico, el sujeto ideal que conoce el conjunto de las matemáticas socialmente establecidas en un momento histórico determinado”. (p. 109, obra citada).

Nosotros decidimos designar como sujeto competente, no al sujeto epistémico, sino al profesor de educación básica que posee un grado mayor de competencia formal que la adquirida por sus estudiantes. Esta consideración está de acuerdo con lo manifestado por Filloy: “(...) Basta afortunadamente, con que el observador cuente con el modelo formal descrito en un sistema matemático de signos más abstracto que el utilizado por todos los sujetos observados, cuando se ve involucrado en el intercambio de mensajes, por ejemplo, en la entrevista clínica (...)” (p. 8, obra citada).

Cabe señalar además, lo reconocido por Poblete (2006) al respecto: “La competencia viene a ser un concepto integrador, cuya aplicación supone un cambio coperniquiano en la docencia (...). La adquisición de competencias es clave en el nuevo paradigma educativo, con el fin de lograr una transferencia de los mismas” (p. 83, obra citada).

Este autor, como Ledford (1995) caracteriza las competencias: (...) “Transferibles de un puesto a otro, de una actividad a otra” (...). (p. 94, obra citada).

Esta característica de la transferencia, permite en nuestra investigación considerar la competencia formal “transferida” al contexto de problemas de cinemática.

En la etapa inicial de esta investigación hemos detectado que profesores y alumnos de secundaria, resuelven problemas de cinemática usando mecánicamente el lenguaje algebraico, posponiendo la interpretación del movimiento y sentido del mismo. Este hecho, parece evitar la comprensión del fenómeno físico.

Además los alumnos están acostumbrados a manipular datos y respuestas positivas sin dotar de sentido a los enteros, evitando su uso e interpretación. Por otra parte, no utilizan ningún tipo de representación que les permita asignar algún eje de coordenadas que advierta la situación física y el dominio numérico real de la misma.

El planteamiento del problema conduce a la siguiente pregunta de investigación:

- **¿Cómo influye el nivel de competencia en la resolución de problemas de cinemática?**

Compartimos la visión de Torigoe, Gladding (2010) en el sentido de que “hay mayor dificultad en la comprensión del fenómeno físico que en el lenguaje algebraico que modela la situación problemática real”. En la escuela tradicional sólo se enseñan fórmulas sin explicar a fondo los conceptos y los principios físicos (p. 138, obra citada).

Para considerar, por ejemplo, velocidades positivas y negativas hay que definir un sistema de coordenadas, Mochón, S. (1997) afirma (...) “en un fenómeno físico se puede cambiar su descripción matemática por medio del uso de un eje de referencia diferente pero también válido”. (p.73, obra citada).

Además, hay que admitir que en la enseñanza de las matemáticas y la física existen entre otras, concepciones erróneas vinculadas a la no comprensión de la negatividad. Este hecho pudiera evitarse en parte si se tiene siempre presente la situación física real. Además en la resolución de un problema físico ayuda el no perder de vista durante el proceso de resolución el análisis dimensional.

Así al obtener finalmente, por ejemplo, la velocidad de un móvil, ésta debe tener unidades de m/s. Si esto no sucede, es necesario revisar el procedimiento realizado, Encalada & Gallardo (2001). (p. 7, obra citada).

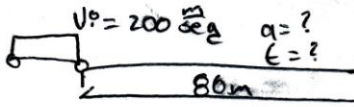
A continuación únicamente mostramos las producciones escritas de dos estudiantes y dos profesores con el fin de evidenciar sus niveles de competencia en la resolución de problemas de cinemática. Estos alumnos son de los pocos que explicitan el proceso de resolución y concluyen con respuestas incorrectas pero interesantes para su análisis. Respecto a los dos profesores, podemos afirmar que muestran distintas maneras de procesar la información dada. Analizamos dos problemas característicos de movimiento uniformemente acelerado que involucran números enteros.

Problema 1.

Un automóvil viaja a 200 m/s, se aplican los frenos y se detiene después de recorrer 80 metros. Calcular la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.

Solución Correcta

Profesor 1.



DATOS

$$d = 80 \text{ metros} = 80 \text{ m}$$

$$a = ?$$

$$t = ?$$

$$v_f = 0$$

$$v_i = 200 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Movimiento Uniformemente

$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

Como  $v_f = 0$  entonces

$$a = \frac{0 - v_i}{t} = -\frac{v_i}{t}$$

$$d = v_i t + \frac{1}{2} a t^2 \text{ SUSTITUYENDO}$$

$$80 \text{ m} = (200 \frac{\text{m}}{\text{seg}}) t + \frac{1}{2} (-)$$

$$80 \text{ m} = (200 \frac{\text{m}}{\text{seg}}) t - \frac{1}{2} t^2$$

$$80 \text{ m} = (200 \frac{\text{m}}{\text{seg}}) t - (100) t^2$$

$$80 \text{ m} = (100 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}) t^2$$

$$t = \frac{80 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} = 0.8 \frac{\text{seg}^2 \text{ m}}{\text{m}} = 0.8 \text{ seg}$$

SUSTITUYENDO  $t = 0.8 \text{ seg}$

$$a = \frac{-200 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{0.8 \text{ seg}} = -250 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

LA ACCELERACION ES NEGATIVA PORQUE EL MOVIL VA FRENANDO.

Resuelto correctamente.

Inicia con un esquema y escribe los datos del problema. Asigna a cada uno su valor con la unidad de medida correspondiente. Usa la fórmula  $a = (v_f - v_i) / t$  obteniendo al sustituir  $a = -v_i/t \dots (1)$ . Continúa con la fórmula  $d = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$  sustituye los datos y en "a" coloca el valor  $-v_i/t$  de  $\dots(1)$  quedando  $80 \text{ m} = (200 \text{ m/s})t + \frac{1}{2} (-v_i/t)t^2$  con sus unidades respectivas. Encuentra el valor del tiempo  $t = 0.8 \text{ seg}$ . Haciendo uso de  $a = -v_i/t \dots(1)$  sustituye el tiempo y encuentra  $a = -250 \text{ m/seg}^2$ . Concluye de forma textual que la aceleración es negativa pues el móvil va frenando.

El profesor muestra tener la competencia formal necesaria para dar solución al problema. El esquema usado no permite interpretar el movimiento, porque si se analiza con cuidado se observa una discrepancia por la distancia correspondiente a la longitud del móvil, que no es tomada en cuenta de acuerdo a la posición mostrada. Es decir, al inicio considera como referencia la llanta delantera y al concluir el movimiento, toma la llanta trasera.

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{0 - 200 \text{ m/s}}{t} = -\frac{200 \text{ m/s}}{t} \dots \textcircled{1}$$

$$X_f = \frac{1}{2} a t^2 + v_i t + x_i$$

$$80 \text{ m} = \frac{1}{2} a t^2 + 200 \text{ m/s} t + 0 \dots \textcircled{2} \quad \text{Sust } t \text{ en } \textcircled{1}$$

$$80 \text{ m} = \frac{1}{2} \left( -\frac{200 \text{ m/s}}{t} \right) t^2 + 200 \text{ m/s} t$$

$$a = \frac{-200 \text{ m/s}}{0.8 \text{ s}}$$

$$80 \text{ m} = -100 \text{ m/s} t + 200 \text{ m/s} t = 100 \text{ m/s} t$$

$$a = -250 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{80 \text{ m}}{100 \text{ m/s}} = 0.8 \text{ seg}$$

**Profesor 2.**

**Resuelve Correctamente.**

Inicia con  $a = (v_f - v_i)/t = -200/t \dots (1)$ . Ocupa una fórmula que toma en cuenta las posiciones inicial y final del móvil:  $X_f = \frac{1}{2} a t^2 + v_i t + X_i$  considerando  $X_f = 80 \text{ m}$  como la distancia recorrida por el móvil para detenerse y  $X_i = 0$  como inicio de frenado. Sustituye valores  $80 \text{ m} = \frac{1}{2} a t^2 + 200 \text{ m/s} t + 0 \dots (2)$ . Inserta (1) en (2) ya que desconoce el valor de la aceleración. Obtiene  $t = 0.8 \text{ seg}$ . Sustituye en  $\dots (1)$  el valor del tiempo obteniendo  $a = -250 \text{ m/s}^2$ .

Tiene la competencia necesaria para solucionar el problema. No esquematiza. Es importante señalar que, la fórmula  $X_f = \frac{1}{2} a t^2 + v_i t + X_i$  no es usada comúnmente al resolver problemas de cinemática en secundaria, incluso no aparece en los libros de texto actuales. Sin embargo es pertinente, mostrarla como un recurso más en la resolución de problemas de este tipo.

Alumno 1.

**Resuelto incorrectamente.**

Escribe los datos, utiliza la fórmula para movimiento rectilíneo uniforme  $V = d/t$ . Despeja  $t = d/V$  donde  $t = .4$  seg. Continúa con la fórmula  $a = (V_f - V_i) / t$  colocando los valores, resuelve y encuentra  $a = -500 \text{ m/s}^2$ .

**Utilizando este mismo método pudo haberlo resuelto de la siguiente manera:**

Iniciar con la fórmula  $V_f^2 = V_i^2 + 2ad$ . Como  $V_f = 0$  tenemos:  $0 = (200 \text{ m/seg})^2 + 2a(80\text{m})$ . Hacer los despeje y encontrar el valor de  $a = -250 \text{ m/s}$ . Para terminar ocupar la fórmula  $a = (V_f - V_i) / t$ , y sustituir los datos con sus unidades respectivas. Despejar "t" encontrando su valor  $t = 0.8$  seg.

Datos:

$$V_i = 200 \text{ m/s}$$

$$V_f = 0$$

$$V = \frac{d}{t}$$

$$t = \frac{d}{V} = \frac{80}{200} = 0.4 \text{ seg}$$

$$a = \frac{(V_f - V_i)}{t}$$

$$a = \frac{(0 - 200 \text{ m/s})}{.4 \text{ seg}}$$

$$a = \frac{-200}{.4 \text{ seg}}$$

$$a = -500 \text{ m/s}^2$$

Alumno 2.

**Resuelto Incorrectamente.**

Indica los datos  $V = 200 \text{ m/s}$  y  $d = 80 \text{ m}$ . Escribe  $V_i = 200 \text{ m/s}$  y  $V_f = 0 \text{ m/s}$ . Dibuja una recta acotada que indica la distancia del frenado  $80 \text{ m}$ . Usa la fórmula  $d = \frac{1}{2} gt^2$  para caída libre. Sustituye los datos y encuentra  $t = 4.0385$  seg. Ocupa la fórmula  $a = (V_f - V_i)/t$  sustituye valores y obtiene:  $a = -49.52 \text{ m/s}^2$ .

**Utilizando este mismo método pudo haberlo resuelto de la siguiente manera:**

Iniciar con la fórmula  $V_f^2 = V_i^2 + 2ad$ , dado que  $V_f = 0$  tenemos:  $0 = (200 \text{ m/seg})^2 + 2a(80\text{m})$ . Hacer los despeje y encontrar el valor de  $a = -250 \text{ m/s}$ . Terminar con la fórmula  $a = (V_f - V_i) / t$ , sustituir los datos con sus unidades respectivas, despejar "t" encontrando su valor  $t = 0.8$  seg.



$$V = 200 \text{ m/s}$$

$$d = 80 \text{ m}$$

$$V_i = 200 \text{ m/s}$$

$$V_f = 0 \text{ m/s}$$

$$V = d/t$$

$$V =$$

$$d = \frac{1}{2} gt^2$$

$$80 \text{ m} = \frac{1}{2} 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$t = \sqrt{16.30}$$

$$t = 4.0385 \text{ Seg.}$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

$$a = \frac{0 - 200 \text{ m/s}}{4.0385}$$

$$a = -49.52 \text{ m/s}^2$$



Este resultado ( $t = 4.0385$ ) muestra lo que manifiesta Mochón (1997). (...) “sobre la obsesión de los estudiantes mexicanos por encontrar respuestas exactas y no conformarse con soluciones aproximadas o estimaciones” (...). (p. 76, obra citada).

## **Problema 2.**

**Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando éste se encuentra a 30 metros del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuántos segundos caerá la piedra al piso?**

Para este problema estamos de acuerdo con Peduzzi & Zilberztajn (1997) que afirman: “Muchos estudiantes, incluso universitarios, al plantearse este problema consideran que el saco de arena inmediatamente después de dejar el globo tiene un movimiento descendiente en relación con el suelo. (...) el error, como se sabe, está en la no consideración de la velocidad que el objeto posee cuando abandona el respectivo sistema en movimiento: por compartir la misma velocidad del globo después de dejarse caer, el costal de arena sube un poco hasta que su velocidad se hace nula para después caer” (...). (p. 351, obra citada). Debemos aclarar que en nuestro problema es una piedra lo que se deja caer en lugar de un saco de arena.

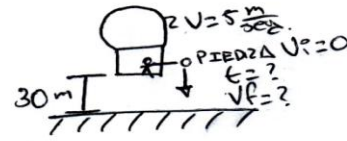
Profesor 1.

### Solución incorrecta.

Inicia con un esquema del movimiento, colocando los datos en el mismo, asignando a cada variable su valor, y a las desconocidas el signo de interrogación. Indica que la  $V_i$  piedra = 0 m/seg y para la gravedad  $g = 9.81 \text{ m/seg}^2$ , después coloca la fórmula  $V_f^2 = 2gh$ , sustituye valores, opera y obtiene  $V_f = 24.26 \text{ m/seg}$ . Continúa con la fórmula  $V_f = gt$ , despeja el tiempo y encuentra  $t = 2.47 \text{ seg}$ .

Olvida que por compartir la misma velocidad del globo, después de dejarse caer, la piedra sube un poco hasta que su velocidad se hace nula para después caer. Lo resuelve como si a los 30 m. de altura el globo se hubiese detenido, solo así:  $V_i = 0 \text{ m/s}$ .

El profesor muestra una competencia suficiente para dar solución al problema. Sin embargo no tiene la interpretación total del movimiento, hecho que origina el error mostrado. Elabora un esquema que no corresponde a ejes de coordenadas del movimiento.



$$V_{\text{piedra}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$t = ?$$

$$V_f = ?$$

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

$$V_f^2 = 2gh$$

$$V_f^2 = 2(9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2})(30\text{m})$$

$$V_f^2 = 588.60 \frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2}$$

$$V_f = \sqrt{588.60 \frac{\text{m}^2}{\text{seg}^2}} = 24.26 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$\boxed{V_f = 24.26 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}$$

$$V_f = gt$$

$$t = \frac{V_f}{g} = \frac{24.26 \frac{\text{m}}{\text{seg}}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}}$$

$$t = 2.47 \frac{\text{mseg}^2}{\text{mseg}}$$

$$\boxed{t = 2.47 \text{ seg}}$$

Convención  
 ↓ -  
 ↑ +

$$X_f = \frac{1}{2}at^2 + v_i t + X_i$$

$$0 = \frac{1}{2}(-10 \frac{m}{s^2})t^2 + 5 \frac{m}{s} t + 30m$$

$$0 = -5 \frac{m}{s^2} t^2 + 5 \frac{m}{s} t + 30m$$

Resolviendo la ec. cuadrática  
 Por fórmula genl.  
 $-5t^2 + 5t + 30 = 0$   
 $t^2 - t - 6 = 0$   
 para factorizar.

físicamente posible  
 $t_1 = 3 \text{ seg}$     $t_2 = -2 \text{ seg}$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} = \frac{v_f - 5 \frac{m}{s}}{3 \text{ seg}} = -10 \frac{m}{s^2}$$

$$v_f = (-10 \frac{m}{s^2}) 3 \text{ seg} + 5 \frac{m}{s} = -30 \frac{m}{s} + 5 \frac{m}{s} = -25 \frac{m}{s}$$

**Profesor 2.**

**Solución correcta.**

Comienza indicando una convención de signos para el sentido del movimiento: abajo negativo, arriba positivo. Trabaja la fórmula con las posiciones inicial y final del movimiento  $X_f = \frac{1}{2}at^2 + v_i t + X_i$ , tomando  $X_f = 0$ , aceleración  $g = -10 \text{ m/s}^2$   $v_i = 5 \text{ m/s}$  y  $X_i = 30 \text{ m}$ . Sustituye, opera y obtiene:  $0 = -5 \text{ m/s}^2 t^2 + 5 \text{ m/s} t + 30 \text{ m}$ . Sugiere resolver la ecuación por fórmula general ó usando el (-5) como factor común  $t^2 - t - 6 = 0$  para factorizar por binomios con término común y obtiene  $t_1 = 3 \text{ seg}$  escribiendo que es físicamente posible. También obtiene  $t_2 = -2 \text{ seg}$  pero este dato no lo ocupa. Con  $t_1$  usa la fórmula  $a = (v_f - v_i) / t$ , sustituye y despeja  $v_f = (-10 \text{ m/s}^2) 3 \text{ seg} + 5 \text{ m/s} = -30 \text{ m/s} + 5 \text{ m/s} = -25 \text{ m/s}$ . El profesor muestra competencia formal utilizando el álgebra fluidamente. Es el único que obtiene una solución negativa a causa de la convención tomada inicialmente.

Datos:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2gh$$

$$v = \text{cte.}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$v_f = \sqrt{2(9.81 \text{ m/s})(30 \text{ m})}$$

$$v_f = \sqrt{588.6 \frac{m^2}{s^2}}$$

$$v_f = 24.26 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{g}$$

$$t = \frac{24.26 \text{ m/s} - 0}{9.81 \text{ m/s}}$$

$$t = 2.472 \text{ seg.}$$

$v_i = 0$

**Alumno 1**

**Respuesta incorrecta.**

Inicia con  $v_f^2 = 2gh$  usando como valor de la gravedad  $9.81 \text{ m/s}$ . (Debió escribir  $\text{m/s}^2$ ). Resuelve y obtiene  $v_f = 24.26 \text{ m/s}$ . Su proceder indica que toma  $v_i = 0$  y usa la fórmula  $t = (v_f - v_i) / g$  arribando al valor del tiempo  $t = 2.472 \text{ seg}$ .

**Utilizando este mismo método pudo haberlo resuelto de la siguiente manera:**

Indicar que la  $v_i = 5 \text{ m/seg}$  y para la gravedad el valor de  $g = 10 \text{ m/seg}^2$ . (Se redondea la aceleración para facilitar los cálculos numéricos). Usar la formula  $v_f^2 = 2gh$ , sustituir, operar y obtener  $v_f = 25 \text{ m/seg}$ . Seguir con la fórmula  $v_f = gt$ , despejar el tiempo, sustituir los valores y encontrar  $t = 3 \text{ seg}$ .

Alumno 2.

**Solución Incorrecta.**

Inicia con  $h = 30$  m.  $V_i = 5$  m/s.  $V_f = 0$   $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Usa equivocadamente  $t = (V_f - V_i) / g$ . Toma el dato de  $h = 30$  m como  $V_f = 30$  m/s obteniendo  $t = 2.5$  seg. Considera de forma errónea el movimiento uniforme. Ocupa la fórmula  $V = d/t$  en la cual retoma  $h = d = 30$ m y obtiene  $V = 12$  m/s.

**Utilizando el mismo método pudo haberlo resuelto de la siguiente manera:**

Indicar que la  $V_i = 5$  m/seg y para la gravedad el valor de  $g = 10$  m/seg<sup>2</sup>, usar la fórmula  $V_f^2 = 2gh$ , sustituir, operar y obtener  $V_f = 25$  m/seg. Seguir con la fórmula  $V_f = gt$ , despejar el tiempo, sustituir los valores y encontrar  $t = 3$  seg.

Datos:

$$h = 30 \text{ m.}$$

$$V_i = 5 \text{ m/s}$$

$$V_f = 0$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$t = \frac{(V_f - V_i)}{g}$$

$$t = \frac{(30 \text{ m} - 5 \text{ m/s})}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$t = \frac{25 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2}$$

$$t = 2.5 \text{ seg.}$$

$$V = \frac{d}{t}$$

$$V = \frac{30 \text{ m}}{2.5 \text{ seg}}$$

$$V = 12 \text{ m/s}$$

**REFLEXIONES FINALES.**

De la primera etapa de nuestra investigación, referente al desempeño académico de dos estudiantes y dos profesores reportados en este artículo, se desprenden las siguientes conclusiones:

El nivel mayor de competencia formal en los problemas de cinemática propuestos, lo obtuvo el profesor 2, pues transfirió este nivel de competencia a la comprensión correcta del movimiento del segundo problema ya que consideró que la piedra inicia su trayectoria con una Velocidad Inicial de 5 m/s.

Ambos profesores manifestaron tener un grado mayor de competencia formal que la adquirida por los estudiantes pues sus procesos de resolución fueron matemáticamente correctos, a diferencia de los estudiantes que arribaron a respuestas fallidas.

Ninguno de los sujetos utiliza representación gráfica para describir el movimiento del problema que le permitiría reconocer y manipular correctamente los datos involucrados, así como la elección adecuada de la fórmula algebraica. Los únicos lenguajes usados por los estudiantes son el aritmético y el algebraico. Los profesores recurren al uso de los signos en lugar de referirse a magnitudes signadas que en el nivel superior serían consideradas como magnitudes vectoriales. Dado el hecho de que las dificultades en estos problemas se encuentran en la relatividad del tiempo y el espacio donde los fenómenos físicos ocurren, es necesario definir los objetos dados y los puntos de referencia de su movimiento o el intervalo del tiempo en que tienen lugar.

Nótese que es importante advertir el sistema de referencia utilizado. Otro problema surgido en la enseñanza es la omisión del análisis dimensional.

Las unidades de medidas asociadas a las magnitudes deben tenerse en mente durante el proceso de resolución. Esta consideración ayudaría a verificar si la respuesta es correcta y arrojaría luz sobre los posibles errores en la asignación de fórmulas y en las operaciones llevadas a cabo con las magnitudes correspondientes. Como afirman Saavedra & Gallardo (2011). (...) “Los alumnos no resuelven problemas de cinemática utilizando álgebra porque no entienden entre otros los conceptos de velocidad y aceleración como razones de cambio ni como cantidades relativas a los número positivos y negativos. Afrontan los problemas que describen el movimiento generalmente con acercamientos aritméticos o gráficos”. (p. 368, obra citada).

Del análisis anterior se desprendió la necesidad de realizar entrevistas video grabadas individuales con fase de enseñanza, en la segunda etapa de la investigación, a fin que los estudiantes puedan identificar los paradigmas físicos y los sistemas de referencia involucrados en problemas.

Apoyándonos en las idea de Freudenthal (1983), el modelo de enseñanza utilizado en esta segunda etapa, pretenderá que los alumnos logren mayor competencia al concebir los conceptos físicos como medio de organización de los fenómenos del mundo real. Dentro del marco de los modelos teóricos locales (MTL), un modelo de enseñanza se define como una secuencia de textos donde el intercambio de mensajes entre profesores y alumnos, produce conceptos nuevos a través de la producción de nuevos sentidos.

Este punto de vista semiótico precisa tener presente a sus tres personajes fundamentales, al profesor, al alumno y al contenido físico-matemático en cuestión.

Esperamos que la enseñanza durante la entrevista, les permita en la mayoría de los casos arribar a la solución correcta del fenómeno involucrado, haciendo ver el hecho de usar primero tablas y gráficas así como posteriormente introducir el lenguaje algebraico. Ello conducirá a la identificación desde un principio de los distintos sistemas de referencia y a concebir una visión inercial del movimiento. En algunos casos será necesaria una reformulación de conceptos tanto físicos como matemáticos, indispensables ambos para comprender la situación real. Además, la enseñanza que toma en consideración los procesos cognitivos de los estudiantes y sus niveles de competencia mostrados en situación de entrevista, conlleva al desarrollo de rutas didácticas para la enseñanza en el aula de las matemáticas y la física escolares. Profesores y alumnos, deben aprender el uso correcto de unidades en las distintas variables involucradas en el proceso y solución del problema. Es importante señalar que la convención de los signos más y menos en fórmulas, implícitamente contiene un sistema de referencia cartesiano que no siempre es mencionado a los estudiantes.

**2.2.2 Componente de los Procesos Cognitivos:** Existen tendencias debido a las estructuras cognitivas del sujeto, que den preferencia a distintos mecanismos de proceder, diferentes maneras de codificar y decodificar mensajes matemáticos.

En breve, estas tendencias cognitivas (TC) son “hechos” que siempre se presentan cuando en una situación de enseñanza se está tratando de pasar de un estrato de lenguaje SMS más concreto a uno más abstracto.

### **Tendencias Cognitivas.**

**UNO.-**La presencia de un proceso de abreviación de los textos concretos para poder producir reglas sintácticas nuevas.

**DOS.-** La dotación de sentidos intermedios.

**TRES.-** El retorno a situaciones más concretas, cuando se presenta una situación de análisis.

**CUATRO.-** La imposibilidad de desencadenar operaciones que podían hacerse antes.

**CINCO.-** Centración en lecturas hechas en estratos de lenguaje que no permitirán resolver la situación problemática.

**SEIS.-** La articulación de generalizaciones erróneas.

**SIETE.-** La presencia de mecanismos apelativos que centran el desencadenamiento de procesos erróneos de resolución.

**OCHO.-** La presencia de mecanismos inhibitorios.

**NUEVE.-** La presencia de obstrucciones provenientes de la semántica sobre la sintaxis y viceversa.

**DIEZ.-** La generación de errores sintácticos debido a la producción de códigos personales intermedios, para dotar de sentidos a las acciones concretas intermedias.

**ONCE.-** La necesidad de dotar de sentidos a las redes de acciones cada vez más abstractas hasta convertirlas en operaciones.

Filloy, también introduce el termino semiótico Sistema Matemático de Signos (SMS) utilizado para el análisis de textos producidos por los estudiantes que representan procesos de producción de sentido.

El autor diferencia entre el campo semántico del objeto matemático, esto es, " el significado, conformado por un sistema estable de generalizaciones donde cada palabra será igual para todas las personas de un grupo social determinado de una época histórica específica y el campo semántico particular del sujeto que produce "sentidos" que se convertirán en significados vía una interpretación afortunada del estudiante, respecto a la situación problemática planteada.

Gallardo advirtió que los estudiantes de secundaria dotaban de sentidos intermedios (TC2 para Filloy) a los números negativos en la resolución de tareas aritmético - algebraicas antes de lograr la extensión del los números naturales a los enteros:

Los cuatro sentidos intermedios, antecedentes al significado de entero, encontrados por la autora, se describen a continuación:

- **Número sustractivo.** Donde la noción de número está subordinada a la magnitud. En la resta de dos cantidades  $a - b$ , siempre  $b$  será menor que  $a$ , donde  $a, b$  son números naturales, es decir, el signo menos sólo tiene un carácter binario en el nivel de la operación de sustracción.
- **Número signado.** Es el número natural al que se le asigna un signo más o un signo menos. Surge la dualidad del signo: binario (signo de la operación de adición o sustracción) y unario (signo asociado al número natural).
- **Número relativo.** Se hace presente cuando se puede concebir la idea de opuestos en situaciones discretas, así como la idea de simetría en situaciones continuas.
- **Número aislado.** Surge cuando se acepta un número negativo como la solución de una operación, un problema o una ecuación.



**2.2.4 Componente de Enseñanza:** Pone en cuadro a los modelos de enseñanza. “Un modelo de enseñanza” está conformado por una secuencia de textos matemáticos cuya elaboración y decodificación por el estudiante le permite al fin, interpretar todos estos textos en un SMS más abstracto socialmente establecido y propuesto por los sistemas educativos.

A continuación se muestra el formulario, cuyos textos contienen las expresiones que describen los fenómenos de cinemática estudiados en el curso de Ciencias II de las escuelas pertenecientes al Sistema Educativo Nacional.

## FORMULARIO

### Movimiento Rectilíneo Uniforme

$$v = d / t$$

$$r = d / t$$

### Movimiento Uniformemente Acelerado

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

$$t = \frac{V_f - V_i}{a}$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2 a d$$

### Caída Libre y Tiro Vertical

$$d = 1/2 g t^2$$

$$t = \frac{V_f - V_i}{g}$$

$$V = g t$$

$$V_f = V_i + g t$$

$$h = V_i t + (1/2) g t^2$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2 g h$$

<b>Rapidez</b>	r	<b>Fuerza de</b>
<b>Distancia</b>	d	<b>Gravedad</b> $g = (10 \text{ m/s}^2)$
<b>Aceleración</b>	a	
<b>Tiempo</b>	t	
<b>Velocidad final</b>	$V_f$	La "v" (velocidad) no se toma como vector a este nivel ya que se trata como rapidez, de ahí que el programa pide que se diferencien estos conceptos.
<b>Velocidad Inicial</b>	$V_i$	
<b>Altura</b>	h	

**2.2.5 Componente de Comunicación:** Analiza el intercambio de mensajes de sujetos que poseen distintos grados de competencia en el uso de SMS diferentes. En este trabajo el entrevistador presenta al estudiante textos escritos pertenecientes a ítems del diseño experimental del cuestionario y la entrevista propuestos. El estudiante produce entonces un nuevo texto escrito.

El entrevistador en este caso, fue el profesor Ciencias, que interpreta lo que comunica el estudiante en entrevista. Los diálogos conforman episodios, que a su vez permiten la identificación de las tendencias cognitivas del estudiante. En el capítulo V se muestra el desempeño de este Estudio de Caso.

## **CAPÍTULO III**

### **Aspectos Metodológicos de la Investigación.**

#### **3.1 Elección de la muestra.**

Para iniciar nuestra investigación, fue necesario conseguir los permisos oficiales por parte de la SEP, para la aplicación del cuestionario en el grupo elegido y en un segundo momento realizar la entrevista video-grabada del Estudio de Caso.

Esta investigación se llevó a cabo en una secundaria pública urbana en México, D.F. con 27 alumnos estudiantes del segundo grado entre 13 y 15 años de edad. en la que también se analizó el desempeño académico de 5 profesores que impartían la asignatura de física, específicamente en el tema de cinemática.

#### **3.2 Selección y clasificación de problemas.**

Iniciamos con un cuestionario piloto para obtener el definitivo que contiene problemas de Cinemática, en particular del Movimiento Rectilíneo Uniforme, Movimiento Uniformemente Acelerado, Caída Libre y Tiro Vertical que se tomaron de libros autorizados por la SEP para su uso de las distintas editoriales, encontrando que la mayoría de éstos, sólo abarcan problemas que arrojan respuestas positivas limitando la comprensión de conceptos físicos como son: velocidad, aceleración y en particular el de la fuerza de gravedad y el signo de la misma al operarla. Se hizo una selección de problemas que permitieran encontrar resultados con número enteros negativos y no solo “positivos” para indagar sobre los conocimientos que tienen los alumnos de la interpretación de los mismos y el significado que dan a este tipo de soluciones.

### **3.3 Conocimientos previos.**

Partimos del supuesto sobre los conocimientos previos que deben tener los estudiantes para poder resolver el cuestionario:

- Identificación e interpretación de los movimientos.
- Diferencia entre rapidez y velocidad, magnitud escalar y vectorial, caída libre y tiro vertical.
- Interpretación de aceleración, vacío, fuerza de gravedad y respuestas negativas.
- Rapidez de un cuerpo inmóvil o en reposo.
- Representación gráfica de la problemática.
- Identificación de los valores involucrados en los problemas y datos que sirvan o no, para resolver el problema.
- Uso y despeje de las fórmulas adecuadas en cada problema.
- Solución e interpretación correcta de los mismos.
- Uso y manejo del lenguaje algebraico así como de unidades durante el desarrollo del problema y en el resultado.
- Caída de los cuerpos en distintas condiciones y forma de los mismos.

### **3.4 CUESTIONARIO DEFINITIVO**

**1.- Un móvil viaja a 200 m/s, se aplican los frenos y se detiene después de recorrer 80 metros. Calcular la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.**

**2.- Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando éste se encuentra a 30 metros del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuántos segundos caerá la piedra al piso?**

**3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.**

**4- Los automóviles apasionan a Roberto y a Benito, y siempre consultan las ventajas de los nuevos modelos que salen cada año. En un anuncio, los fabricantes de un automóvil anuncian que éste acelera de 0 a 50 m/s en 10 s. ¿Cuál es su aceleración?. El automóvil anterior frena de repente y tarda 2 s en detenerse. ¿Cuál es su aceleración?**

**5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?.**

**6.- Si corres a 15 km/h durante 20 minutos y después caminas a 4 km/h durante media hora ¿Qué distancia recorriste en total?**

**7.- Un tren viaja en línea recta y cambia su velocidad de 60 km/h a 20 km/h en 8 segundos. ¿Cuál es su aceleración?**

**8.- Un auto se encuentra en reposo en la línea de arranque de una pista recta, después el conductor pisa a fondo el acelerador hasta alcanzar una velocidad de 72 km/h. El tiempo que tardó el auto en alcanzar esta velocidad fue de 10 segundos. ¿Cuál es la aceleración del auto?.**

**9.- Un automóvil se desplaza en línea recta y cambia su velocidad de 2 m/s a 8 m/s en 4 segundos; después cambia nuevamente de 8 km/h a 16 m/s en 11 segundos. ¿Cuál es la aceleración en cada caso?**

## CAPÍTULO IV

### 4.1 Resultados generales.

Se aplicó el cuestionario y se analizaron las producciones escritas de los alumnos encontrando los siguientes resultados generales que muestran las debilidades y fortalezas de los estudiantes<sup>2</sup>:

1. Ningún alumno utiliza representación gráfica al describir el movimiento del problema que le permita reconocer y manipular correctamente los datos involucrados, así como elección adecuada de la fórmula. Los únicos Sistemas Matemáticos de Signos usados por los estudiantes son el aritmético y el algebraico.
2. Por lo general el uso del lenguaje algebraico es incorrecto en los ámbitos: matemático y físico. Por ejemplo, la expresión  $ab$  lo consideran como  $a+b$  y  $gt^2$  lo interpretan como  $g + t^2$ .
3. No todos extienden el dominio numérico de los naturales a los enteros, es decir sólo el 11% de los alumnos opera con negativos y acepta resultados negativos.
4. Gran parte de la población tiende a manipular incorrectamente los datos con el fin de que la respuesta sea positiva.
5. En los problemas que requieren llevar a cabo la conversión de unidades para trabajar en un solo sistema las unidades involucradas, solo un alumno convierte y resuelve correctamente los problemas. Los demás presentan las siguientes dificultades:

- a) No reconocen la necesidad de realizar una conversión de unidades para la solución correcta del problema.
  - b) Cuando detectan que debe hacerse la conversión lo hacen parcialmente, por ejemplo, si se trata de una velocidad (25 km/h) solo modifican una de las dos magnitudes involucradas ya sea distancia o tiempo dejando la otra sin modificar lo que lleva a resultados incorrectos.
6. Tienden a usar todos los datos aunque no sean necesarios para encontrar la solución.
  7. En los problemas que no se requiere el uso forzoso de fórmulas, el 89% de alumnos se empeña en usar alguna aunque no sirva para ese problema sin analizar otra forma de solución.
  8. En los problemas de caída libre y tiro vertical el alumno no identifica la Velocidad final o inicial según sea el caso, igual a 0 m/s en el momento que el objeto se encuentra en reposo o inmóvil, o cuando llega al punto más alto y cambia de dirección.
  9. En problemas de Movimiento Uniformemente acelerado ocupan la fórmula de para Caída Libre para encontrar el tiempo, ignorando incluso el valor de la aceleración dado en dicho problema, usando el de la gravedad.
  10. No utilizan el valor negativo de la gravedad, es decir no comprenden el sentido del movimiento o no detectan el punto de referencia del mismo.

2. Estos resultados generales fueron presentados durante el **XXIV Congreso Nacional de la Enseñanza de las Matemáticas** con el artículo "**Resolución de problemas de cinemática por alumnos de enseñanza básica**" celebrado del 9 al 12 de noviembre de 2011 en la Universidad de Colima, Col.



## CAPÍTULO V.

### ESTUDIO DE CASO.

Para llevar a cabo el análisis de los procesos cognitivos en el alumno entrevistado, se anexan los diálogos en los que **E** se refiere al **Entrevistador** y **A** al **Alumno**. Los diálogos son numerados para una mayor precisión en el análisis. En la primera columna encontraremos el problema a tratar resuelto correctamente por el entrevistador. En la segunda columna aparece la numeración y la letra que describe al participante. En la tercera columna se muestran los diálogos en los que se anexarán imágenes de lo realizado por el alumno, con el fin de visualizar paso a paso las soluciones del cuestionario resuelto. Por último, en la cuarta columna se hace el análisis de los procesos cognitivos de los diálogos.

**Conocimientos Previos.-** Estos son algunos de los conocimientos que el alumno debería tener para poder resolver el cuestionario aplicado: Interpretación del Movimiento Uniformemente Acelerado, Diferencia entre Velocidad y Rapidez, Magnitud escalar y vectorial, Concepto de aceleración, Identificación de los datos involucrados en el problema, Uso de unidades durante y al final del problema, Interpretación del resultado, Identificación y despeje de la fórmula a utilizar (de ser necesario), Interpretación de vacío, Concepto de Gravedad, Valor de la Fuerza de Gravedad, Caída Libre, así como la consideración del uso de ejes de referencia.

**Supuestos del investigador.-** Dado que vieron el tema antes de aplicar el cuestionario, puedo afirmar que los alumnos ya habían resuelto problemas similares como parte de las actividades en clase, así como la elaboración de gráficas en las que se representan los tipos de movimiento. También ya han manejado fórmulas y unidades de medición que se requieren para cada movimiento, es deseable que conozcan la importancia del uso de ejes de referencia al analizar un movimiento.

## CAPITULO V.

### EPISODIOS DE LA ENTREVISTA<sup>3</sup>.

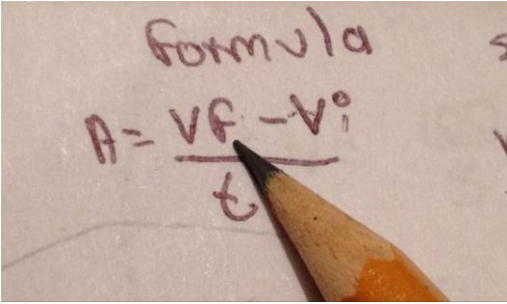
- **"ME ESTÁS CONFUNDIENDO"** . . . . . **107**  
(P.1 27E)(P3. 22A)
- **"NO SIEMPRE DICE LO QUE PIENSA"** . . . . . **114**  
( P.4 14A)(P.57 3A y 27A)
- **"DEBEMOS CAMBIAR"** . . . . . **118**
- **"POR LÓGICA"** . . . . . **123**  
(P.1 14A), (P.5 13A y 17A), (P.7 4A) y (P.8 2A)
- **"FRENAR SIN DETENERSE"** . . . . . **125**
- **"ARRASTRÁNDOLAS SIEMPRE"** . . . . . **129**
- **"AL MEJOR CAZADOR SE LE VA LA LIEBRE"** . . . . . **132**
- **"CUANDO DEJE DE CAER, SERÉ LA MISMA"** . . . . . **138**
- **"ABUSANDO DEL TIEMPO"** . . . . . **146**

(3) Algunas características de los problemas se encuentran inmersos en otros. Estos hechos se indican colocando el Número de Problema y la parte del dialogo en que se encuentra. Por ejemplo (P.1 14A), quiere decir Problema 1, diálogo 14 del alumno.

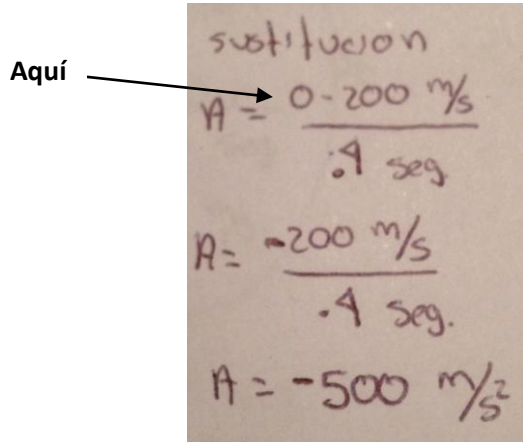
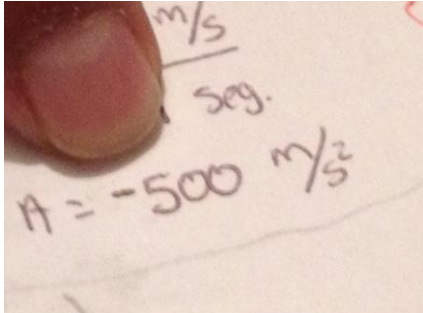
## "ME ESTÁS CONFUNDIENDO"

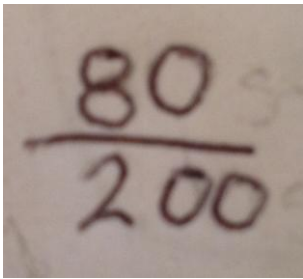
### Problema Uno.

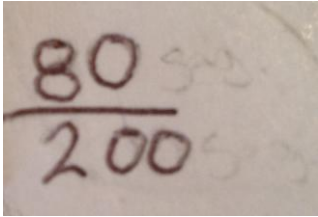
- Buena tarde, vamos a empezar a analizar tus respuestas.

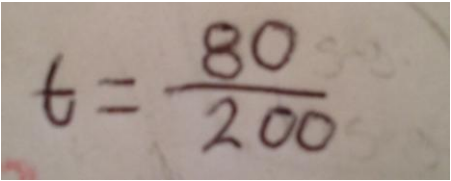
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><math>t = 0.8\text{s}</math></p>	<p><b>1E.</b> Los problemas que viste en esta hoja se refieren a movimiento uniformemente acelerado, caída libre y tiro vertical. De los 27 alumnos que hicieron el cuestionario fuiste la persona que más aciertos tuvo. Voy hacerte unas preguntas para ver qué sabes tú, que ellos no saben.</p> <p>Trata de ser muy claro en tus respuestas y escribir lo que tú creas que me sirva como evidencia de lo que contestaste.</p> <p>Vamos a empezar por el movimiento uniformemente acelerado. Toma tu cuestionario ¿Qué pasó en este problema?</p>	<p><i>Es necesario aclarar que al A, se le permitió usar un formulario dado por su profesor en clase, el cual ocupan cuando van a resolver problemas.</i></p>	
	<p><b>2A.</b> Como dice la fórmula, aceleración es igual a velocidad final pero como frenó, su velocidad final fue cero [señalando <math>V_f</math> en la fórmula para calcular aceleración]</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Continúa...</p>	<p><i>El A, identifica con facilidad la Velocidad final igual a 0 m/s.</i></p>	

Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><b><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></b></p>	<p><b>2A.</b> La fórmula dice que es menos la velocidad inicial. Su velocidad inicial fue 200m/s [señalando <math>V_i</math> en la fórmula para calcular aceleración <math>a = (V_f - V_i)/ t</math>] y sobre tiempo, el 200 m/s y recorrió 80 metros entonces, 200 m se va a dividir entre [hace una pausa]</p> <div data-bbox="898 553 1293 854" data-label="Image"> <p>A photograph of a piece of paper with handwritten text. At the top, it says 'eleración y el tiempo'. Below that, 'Formula' is written in red. The formula <math>A = \frac{V_f - V_i}{t}</math> is written in black ink, with a pencil tip pointing to the denominator 't'.</p> </div> <p>Se va a dividir 80 metros entre 200 metros sobre segundo. [Haciendo uso de la calculadora, digita 80/200 y obtiene .4]</p>	<p><i>El A, busca encontrar el tiempo relacionando la velocidad inicial con la distancia recorrida al frenar como si se tratara de un movimiento rectilíneo uniforme.</i></p>
<p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><b><math>t = 0.8\text{s}</math></b></p>	<p><b>3E.</b> ¿Por qué?</p>	<p><i>El E, quiere que el A, muestre como llegó al resultado erróneo ya que no hay evidencia de ello.</i></p>

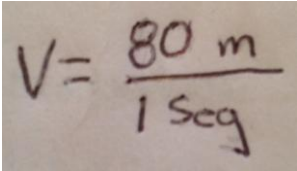
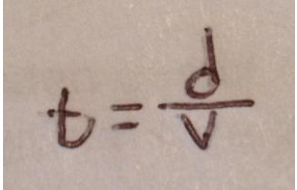
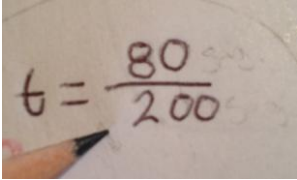
Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><b><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></b></p>	<p><b>4A.</b> Porque lo que recorrió en un segundo era 200, nada más recorrió 80 que sería una parte de ese segundo sería .4 de segundo. Aquí está sustituido serian 200 metros que fue la inicial, la velocidad final fue cero y el tiempo. Se va a resolver <math>-200 \text{ m/s}</math> sobre .4 segundos y esto da aceleración es igual <math>a = -500 \text{ m/s}^2</math>.</p> 	<p><i>El A, obtiene .4 s de dividir <math>80\text{m}/200\text{m/s} = 0.4</math> como si se tratara de un movimiento rectilíneo uniforme. Pero no deja evidencia de la operación.</i></p> <p><i>El A, asigna correctamente las unidades para la aceleración.</i></p>
<p><b><math>t = (V_f - V_i) / a</math></b>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><b><math>t = 0.8\text{s}</math></b></p>	<p><b>5E.</b> Y este signo ¿Qué representa para ti, que significa?</p> 	<p><i>El E, busca que el A, de su interpretación del valor encontrado para la aceleración:</i></p> <p><i><math>a = -500 \text{ m/s}^2</math>.</i></p> <p><i>El E, debió decir: ¿Qué significa el valor negativo, en lugar de signo?</i></p>

Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><math>t = 0.8\text{s}</math></p>	<p><b>6A.</b> ¿Cuál signo?</p>	<p><i>La pregunta del A, tiene sentido porque hay un signo y símbolos.</i></p> <p><i>Seguramente no es claro para el A, a lo que se refiere el E.</i></p>
	<p><b>7E.</b> El negativo</p>	
	<p><b>8A.</b> Que en vez de acelerar mas la disminuyó y frenó.</p>	<p><i>El A, interpreta de forma correcta el resultado negativo.</i></p>
	<p><b>9E.</b> Perfecto. Yo tengo una fórmula ¿quieres apuntarla?, dice <math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>, y para el tiempo tengo <math>t = (V_f - V_i) / a</math>, porque tú no me has puesto aquí la operación, me dijiste que era <math>80/200</math>. Ponlo por favor.</p>	<p><i>El E, le proporciona la fórmula que le permitiría llegar a la solución correcta.</i></p>
	<p><b>10A.</b> [El alumno escribe:]</p> <div data-bbox="976 1071 1276 1347" style="text-align: center;">  <p>80 — 200</p> </div>	

Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><b><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></b></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><b><math>t = 0.8\text{s}</math></b></p>	<p><b>11E.</b> ¿Y eso qué te representa? ¿Qué magnitudes son y que vas a obtener? ¿Qué fórmulas estás ocupando aquí?</p>	<p><i>El E, busca que el A, se dé cuenta de que no se trata de un Movimiento Rectilíneo Uniforme y que el tiempo obtenido no es el correcto.</i></p> <p><math>V = d/t</math>  <math>t = d/V</math>  <math>t = 80\text{m}/200\text{m/s}</math>  <math>t = .4 \text{ s}</math></p>
	<p><b>12A.</b> Velocidad, ¿no?, para el tiempo.</p>	
	<p><b>13E.</b> ¿El tiempo es igual a?</p>	
	<p><b>14A.</b> Segundos es que fueron aquí [ <b>80 seg/200seg</b> ] son metros y aquí también son metros y el tiempo que tardo en:</p> <div data-bbox="934 959 1249 1174" style="text-align: center;">  <p>Handwritten calculation: <math>\frac{80}{200}</math></p> </div>	<p><i>Obsérvese que el A, escribe la palabra segundos pero verbaliza metros, ya que al parecer tiene en mente 80m sobre 200m/s y al eliminar metros quedaría segundos.</i></p>
	<p><b>15E.</b> Vas a eliminar metros</p>	<p><i>El E, se percata de esto y valida lo que el alumno va hacer.</i></p>
	<p><b>16A.</b> Sí.</p>	

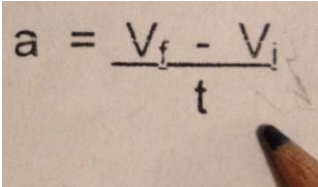
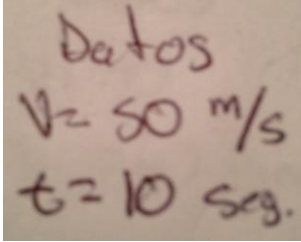
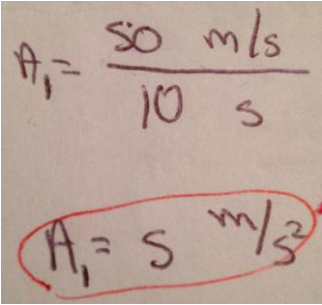
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><math>t = 0.8\text{s}</math></p>	17E.	Entonces, que iría aquí [ ? = 80/200 ] tiempo, tiempo igual a ¿qué?	<i>El A, aún no coloca la letra t = que indique que lo que busca, es el tiempo.</i>
	18A.	A .4	
	19E.	<p>Bien, pero ponle tiempo igual a, si da .4 la pregunta es ¿Qué fórmula estas ocupando aquí para sacar este dato?</p> <p>[agrega t = quedando t = 80/200]</p>  <p>Acuérdate que tenemos una hojita de formulario. [le entrega la hoja con las fórmulas con el fin de que reconozca cuál ocupó]</p> <p>Aquí señala [V = d / t ] dice velocidad igual a distancia entre tiempo, podemos despejar al tiempo ¿que te quedaría?</p>	<i>El alumno reconoce que la fórmula que ocupó fue la de V = d / t con la variable tiempo despejada.</i>
	20A.	Este metros ¿no?	
	21E.	Trata de despejar esta fórmula tenemos V = d/t ponle d/t, ahora aquí si ya haz lo que tengas que hacer.	
22A.	V= d 80 m sobre el tiempo que fue 1segundo	<i>El 1 seg. al parecer lo toma de 200 m/s.</i>	

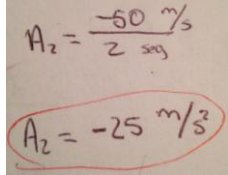


Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos.	Análisis.
<p>1.- Un móvil viaja a 200 m/s aplica los frenos y se detiene después de recorrer 80 m. Calcula la aceleración y el tiempo que demora en detenerse.</p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 200 \text{ m/s}</math>  <math>d = 80 \text{ m}</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2ad</math>  <math>0 = (200 \text{ m/s})^2 + 2a(80\text{m})</math>  <math>0 = 40000 + 160a</math>  <math>-40000/160 = a</math></p> <p><math>a = -250 \text{ m/s}^2</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math>  <math>t = (0 - 200\text{m/s}) / -250\text{m/s}^2</math></p> <p><math>t = 0.8\text{s}</math></p>	<p>23E. Quedaría igual ¿no?</p> 	<p><i>El E, trata de que el A se de cuenta que no están buscando Velocidad.</i></p>
	<p>24A. Sí</p>	
	<p>25E. Pero si vamos a sacar el tiempo.</p>	
	<p>26A. Tiempo es igual a [realiza el despeje] quedando:</p> 	<p><i>El A, realiza el despeje correctamente recordando que fue lo que hizo para encontrar <math>t = .4 \text{ s}</math></i></p>
	<p>27E. Así es, aquí [ <math>t = d/v</math> ] Pero <math>t = d/v</math>, lo pusiste así: <math>t = 80/200</math>, 80m es la distancia que ocupó para frenarse y la Velocidad a la que iba era 200 m/s y de esta forma sacaste el tiempo. ¿Te quedó claro lo que te explique?</p> 	<p><i>El E, intenta que el A, se percate de que el error está precisamente al usar una fórmula para calcular el tiempo que no es para este tipo de problema porque la velocidad no es constante durante el frenado, ya que va acelerando.</i></p>
<p>28A. Sí.</p>		

## "NO SIEMPRE DICE LO QUE PIENSA"

### Problema Cuatro.

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>4.- Los automóviles apasionan a Roberto y a Benito, y siempre consultan las ventajas de los nuevos modelos que salen cada año. En un anuncio, los fabricantes de un automóvil anuncian que éste acelera de 0 a 50 m/s en 10 s. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>- El automóvil anterior frena de repente y tarda 2 s en detenerse. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos 1:</b> <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <b>Datos 2:</b> <math>V_i = 50 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 50 \text{ m/s}</math> <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math> <math>t = 2 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p>1.- <math>a = (50 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math>  <math>a = 5 \text{ m/s}^2</math></p> <p>2.- <math>a = (0 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}) / 2 \text{ s}</math>  <math>a = -25 \text{ m/s}^2</math></p>	1E.	Aquí usaste las fórmulas pero no me pusiste cuál ocupaste para cada caso. Me gustaría saber cuál fue la que ocupaste.	<i>El E, solicita que le indique la fórmula que ocupó para resolver este problema.</i>
	2A.	Sí, fue la de ¡es ésta! [señalando en el formulario $a = (V_f - V_i) / t$ ] <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	
	3E.	Entonces. ¿Qué hiciste para el primer caso?	
	4A.	La aceleración, la velocidad final es de 50 m/s la velocidad inicial era de cero entonces queda como 50 metros sobre segundo sobre el tiempo que son 10 s. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	<i>El A, toma como datos <math>V = 50 \text{ m/s}</math> y <math>t = 10 \text{ seg}</math>. Pero durante el desarrollo de problema, la velocidad la trabaja como <math>V_f</math> o <math>V_i</math> según lo requiera.</i>
	5E.	Bien	

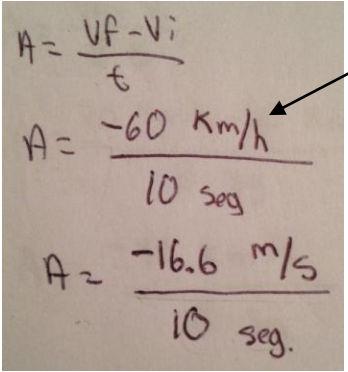
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>4.- Los automóviles apasionan a Roberto y a Benito, y siempre consultan las ventajas de los nuevos modelos que salen cada año. En un anuncio, los fabricantes de un automóvil anuncian que éste acelera de 0 a 50 m/s en 10 s. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>- El automóvil anterior frena de repente y tarda 2 s en detenerse. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos 1:</b> <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <b>Datos 2:</b> <math>V_i = 50 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 50 \text{ m/s}</math> <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math> <math>t = 2 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p>1.- <math>a = (50 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math>  <math>a = 5 \text{ m/s}^2</math></p> <p>2.- <math>a = (0 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}) / 2 \text{ s}</math>  <math>a = -25 \text{ m/s}^2</math></p>	6A.	50 m/s se divide entre 10 s y da $5 \text{ m/s}^2$ .	
	7E.	Esa es la aceleración para el primer caso cuando pasa de 0 a 50 m/s ¿Y en el siguiente caso?	
	8A.	Este... Aquí va a una velocidad de 50 m/s	
	9E.	Sí	
	10A.	Entonces la velocidad inicial era de 50	
	11E.	La inicial	
	12A.	Sí	
	13E.	¿Y la final?	
	14A.	Y la velocidad final fue de cero, entonces como fue cero y era menos velocidad inicial que fue menos 50 metros cuadrados esto se dividiría entre el tiempo	<p><i>El A, dice erróneamente metros cuadrados en lugar de metros sobre segundo.</i></p>
	15E.	Metros cuadrados o metros sobre segundo	
	16A.	<p>Metros sobre segundos, se dividiría sobre el tiempo que dice que tarda 2 s en detenerse sería <math>-50 \text{ m/s}</math> sobre 2 s que da igual a <math>-25 \text{ m/s}^2</math>.</p> 	<p><i>El A, trabaja las operaciones de números con signo sin problemas.</i></p>

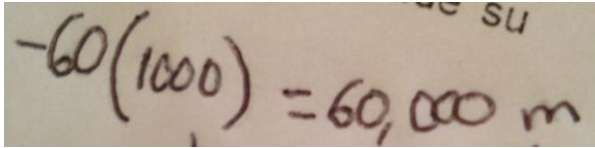
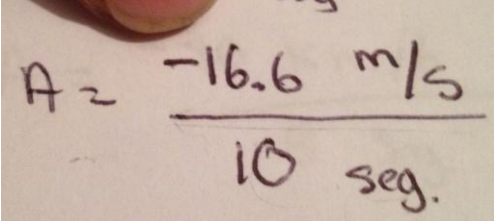
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>4.- Los automóviles apasionan a Roberto y a Benito, y siempre consultan las ventajas de los nuevos modelos que salen cada año. En un anuncio, los fabricantes de un automóvil anuncian que éste acelera de 0 a 50 m/s en 10 s. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>- El automóvil anterior frena de repente y tarda 2 s en detenerse. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos 1:</b> <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <b>Datos 2:</b> <math>V_i = 50 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 50 \text{ m/s}</math> <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math> <math>t = 2 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p>1.- <math>a = (50 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math>  <math>a = 5 \text{ m/s}^2</math></p> <p>2.- <math>a = (0 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}) / 2 \text{ s}</math>  <math>a = -25 \text{ m/s}^2</math></p>	17E.	Nuevamente obtuvimos un signo negativo. ¿Qué significa el signo negativo?	
	18A.	Que en vez de acelerar frenó y se detuvo.	<i>El A, interpreta correctamente el valor obtenido de la aceleración. Sin considerar ejes de referencia</i>
	19.	¿Qué entiendes por aceleración?	
	20A.	Cuando un automóvil va a una cierta velocidad constante y hace que en menos tiempo recorre más distancia	<i>El A, busca definir con un ejemplo aceleración.</i>
	21E.	¿Cambia la velocidad?	
	22A.	Ajá	
	23E.	Esa es la aceleración un cambio en la velocidad ¿Qué entiendes por rapidez y velocidad? ¿Es lo mismo? ¿Son cosas diferentes? ¿Qué pasa ahí?	<i>* Faltó agregar que este cambio en la velocidad es con respecto al tiempo.</i>
	24A.	Yo creo que es igual. La rapidez [hace una pausa] es diferente porque pues la velocidad va [otra pausa] va a una distancia pero, pero [otra pausa].	<i>El A, muestra no tener clara la diferencia entre rapidez y velocidad que es uno de los objetivos del programa.</i>
25E.	¿Cómo le explicarías a alguien más en que se diferencia rapidez y velocidad?		

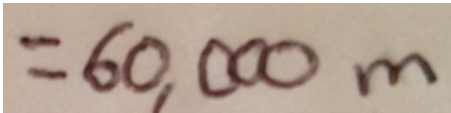
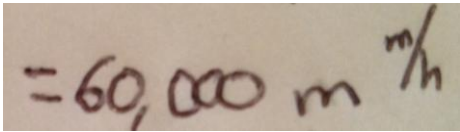
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>4.- Los automóviles apasionan a Roberto y a Benito, y siempre consultan las ventajas de los nuevos modelos que salen cada año. En un anuncio, los fabricantes de un automóvil anuncian que éste acelera de 0 a 50 m/s en 10 s. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>- El automóvil anterior frena de repente y tarda 2 s en detenerse. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos 1:</b>            <b>Datos 2:</b>  <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>        <math>V_i = 50 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 50 \text{ m/s}</math>      <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math>            <math>t = 2 \text{ s}</math></p> <p><b><math>a = (V_f - V_i) / t</math></b></p> <p><b>1.- <math>a = (50 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></b>  <b><math>a = 5 \text{ m/s}^2</math></b></p> <p><b>2.- <math>a = (0 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}) / 2 \text{ s}</math></b>  <b><math>a = -25 \text{ m/s}^2</math></b></p>	26A.	Pues que. . . [continúa pensando]	<i>El A, no puede explicar la diferencia entre rapidez y velocidad.</i>
	27E.	Todavía, todo no lo tienes claro.	<i>Al no obtener una respuesta clara el E, continúa con la entrevista dejando esta pregunta para después.</i>

## "DEBEMOS CAMBIAR"

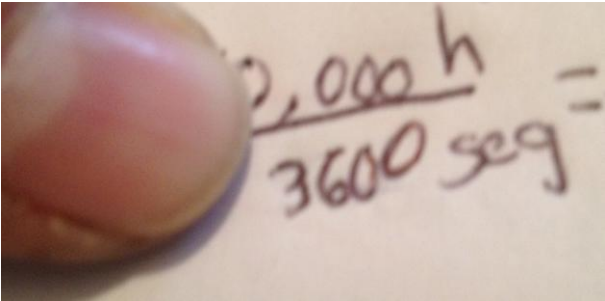
### Problema Cinco.

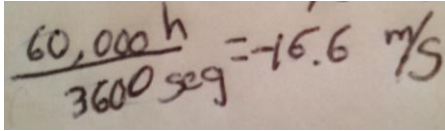
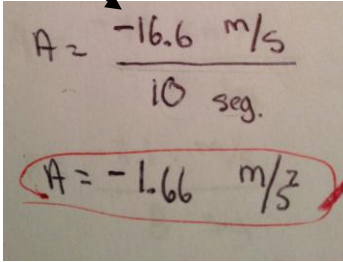
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p><b>Conversión de km/h a m/s.</b></p> $60 \text{ km/h} [1000 \text{ m/1km}] [1\text{h}/3600]$ <p><b><math>V_i = 16.6 \text{ m/s}</math></b></p> $a = (V_f - V_i) / t$ $a = (0 \text{ m/s} - 16.6 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}$ <p><b><math>a = -1.6 \text{ m/s}^2</math></b></p>	1A.	Aquí [señalando los datos] tenía una velocidad inicial de 60 km/h aquí se, se va a sustituir 60 km/h y la velocidad final fue de cero	<i>El A, ya familiarizado con el orden de la entrevista comienza a explicar lo que hizo para resolver el problema.</i>
	2E.	¡Ajá!	
	3A.	<p>El tiempo en que tarda en detenerse fue de 10 segundos. Aquí la aceleración va a ser <math>-60 \text{ km/h}/10 \text{ s}</math> pero como km se maneja con minutos yo manejé m/s</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">Aquí</p> </div>	<p><i>El A, por error verbaliza minutos en lugar de horas.</i></p> <p><i>Reconoce la necesidad de llevar a cabo la conversión de los datos originales para trabajar en un mismo sistema de unidades.</i></p>
	4E.	¿Cómo hiciste la conversión?	
	5A.	Este...	
	6E.	Podrías ponerlo aquí por favor	<i>El E, le indica que escriba como realizó la conversión de unidades.</i>

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p><b>Conversión de km/h a m/s.</b>  <math>60 \text{ km/h} [1000 \text{ m/1km}] [1\text{h}/3600]</math></p> <p><math>V_i = 16.6 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (0 \text{ m/s} - 16.6 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.6 \text{ m/s}^2</math></p>	7A.	¡Ah! sí, eran.. cada km tiene un metro, que diga cada km tiene mil metros y se lo iba a convertir a	<i>El A, intenta explicar de forma verbal y el E, lo interrumpe.</i>
	8E.	Ponlo velo escribiendo por favor, para que yo vea cómo le hiciste	
	9A.	Seria, -60 como son km se tiene que convertir a metros entonces se multiplicarían por mil	
	10E.	Si	
	11A.	Esto da igual a metros que seria [usa la calculadora] 60 000 metros 	<i>El A, no coloca el signo negativo en el resultado del producto de:</i>  $(-60)(1000) = 60,000 \text{ m}$
12E.	Pero tu pusiste -16.6 [Señalando el dato] 	<i>El E, interrumpe para que el alumno observe que le falta hacer.</i>	

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p><b>Conversión de km/h a m/s.</b>  <math>60 \text{ km/h} [1000 \text{ m/1km}] [1\text{h}/3600]</math></p> <p><math>V_i = 16.6 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (0 \text{ m/s} - 16.6 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.6 \text{ m/s}^2</math></p>	13A.	No, sería 60 sobre mil [usando la calculadora realiza la operación <b>60/1000</b> ] espéreme eran horas es que también se tiene que convertir horas.	<i>El A, al observar que la operación realizada no da 16.6, analiza y recuerda que también habrá que convertir horas a segundos.</i>
	14E.	¿Cómo le hiciste?	
	15A.	Eran 60000 metros.	
	16E.	Si	
	17A.	Y convertidos en segundos cada hora tiene 60 segundos, entonces los 60000 se va a dividir como eran 60000 horas y lo voy a convertir en segundos, esto se dividiría entre 60 (y lo borra)	<i>El A, verbaliza erróneamente que una hora tiene 60 segundos en lugar de decir 60 minutos o 3600 segundos.</i>
	18E.	Esos eran metros ¿no? 	
	19A.	¡Ajá! m/h 	<i>El alumno agrega a un lado de 60,000 m las unidades m/h porque solo ha hecho una conversión parcial.</i>
20E.	Ahora, ¿vas a convertir?		



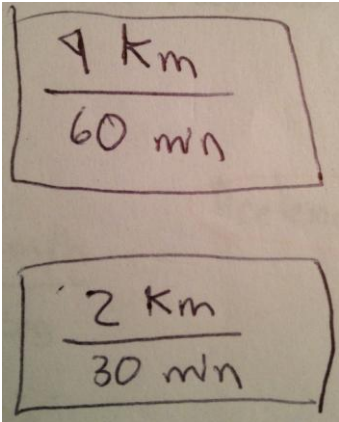
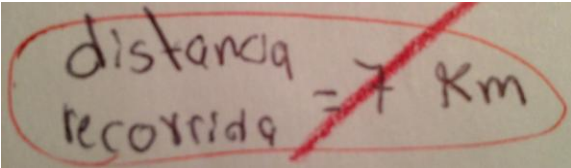
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p><b>Conversión de km/h a m/s.</b>  <math>60 \text{ km/h} [1000 \text{ m/1km}] [1\text{h}/3600]</math></p> <p><math>V_i = 16.6 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (0 \text{ m/s} - 16.6 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.6 \text{ m/s}^2</math></p>	21A.	Horas en segundos	
	22E.	¿Cómo sería?	
	23A.	Entonces sería 60000 sobre 3600 segundos	<i>El A, acierta que una hora tiene 3600 segundos.</i>
	24E.	¿Te acuerdas o te lo sabes de memoria?	
	25A.	¿Cuál?	
	26E.	El valor éste [señalando 3600] 	

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos.	Análisis.
<p><b>5.- Un camión que iba a 60 km/h se detuvo frente a un semáforo en 10 s. ¿Cuál fue su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 0 \text{ m/s}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p><b>Conversión de km/h a m/s.</b>  <math>60 \text{ km/h} [1000 \text{ m/1km}] [1\text{h}/3600]</math></p> <p><b><math>V_i = 16.6 \text{ m/s}</math></b></p>	<p><b>27A.</b></p>	<p>Este... no es que primero se tiene que multiplicar 60 x 60 que son los minutos que luego se multiplican otra vez por 60 que da ¡1300 s! esto sería igual a [haciendo la operación en la calculadora] 16.6 m/s y esto va a ser el valor con negativo y “aquí está” y esto se va a dividir sobre el tiempo y da <math>-1.66 \text{ m/s}^2</math>.</p> <p style="text-align: center;">Aquí está</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	<p><i>El A, verbaliza 1300 segundos pero al operar con la calculadora digita 3600.</i></p> <p><i>En ambas imágenes se observa el manejo de valores negativos y de las unidades correctamente.</i></p>
<p><b><math>a = (V_f - V_i) / t</math></b></p>	<p><b>28E.</b></p>	<p>Igual nuevamente sale negativo</p>	
<p><b><math>a = (0 \text{ m/s} - 16.6 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></b></p>	<p><b>29A.</b></p>	<p>Si porque se detuvo</p>	
<p><b><math>a = -1.6 \text{ m/s}^2</math></b></p>	<p><b>30.</b></p>	<p>Si</p>	

## "POR LÓGICA!"

### Problema Seis.

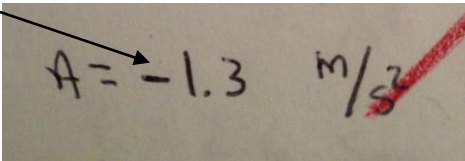
Movimiento Rectilíneo Uniforme.		Diálogos	Análisis.
<p>6.- Si corres a 15 km/h durante 20 minutos y después caminas a 4 km/h durante media hora ¿Qué distancia recorriste en total?</p> <p><b>Datos:</b>  <math>d = ?</math>  <math>V = 15 \text{ km/h}</math>  <math>t = 20 \text{ min} = 1/3 \text{ hora}</math></p> <p><math>d = Vt</math>  <math>d = (15 \text{ km/h})(1/3 \text{ h})</math>  <b><math>d = 5 \text{ km}</math></b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>d = ?</math>  <math>V = 4 \text{ km/h}</math>  <math>t = 1/2 \text{ h}</math></p> <p><math>d = Vt</math>  <math>d = (4 \text{ km/h})(1/2 \text{ h})</math>  <b><math>d = 2 \text{ km}</math></b></p> <p>Distancia total recorrida:  <math>5 \text{ km} + 2 \text{ km} = 7 \text{ km}</math></p>	1E.	¿Cómo hiciste éste?	<p><i>En este problema el A, no ocupa literalmente ninguna fórmula para resolver el problema por lo que el entrevistador le pide que explique cómo lo hizo.</i></p>
	2A.	Lo hice como por lógica por que si recorrió 15 km sobre hora y la hora tiene 60 minutos nada más corrió sobre 20 minutos nomas tuvo que haber corrido 5 km sobre en 20 minutos	
	3E.	¿Cómo lo sacaste?	
	4A.	<p>Pues como esos 20 minutos ocupan una tercera parte de la hora, 15 km se va a dividir entre 3 que serían 5 km en 20 minutos</p> <div data-bbox="947 1037 1251 1411" style="text-align: center;"> <p>The image shows three separate handwritten calculations on a piece of paper. The first calculation is <math>15 \text{ km} / 3 = 5 \text{ km}</math> with '60 min' written below the 3. The second calculation is <math>10 \text{ km} / 2 = 5 \text{ km}</math> with '40 min' written below the 2. The third calculation is <math>5 \text{ km} / 1 = 5 \text{ km}</math> with '20 min' written below the 1. The calculations are written in a simple, clear style.</p> </div>	<p><i>El A, muestra facilidad al observar fracciones de hora, en este caso tercios.</i></p> <p><i>Elabora una secuencia del comportamiento para cada recorrido de distancia - tiempo, realizado en tercios de hora.</i></p>

Movimiento Rectilíneo Uniforme.		Diálogos	Análisis.
<p><b>6.- Si corres a 15 km/h durante 20 minutos y después caminas a 4 km/h durante media hora ¿Qué distancia recorriste en total?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>d = ?</math>  <math>V = 15 \text{ km/h}</math>  <math>t = 20 \text{ min} = 1/3 \text{ hora}</math></p> <p><math>d = Vt</math>  <math>d = (15 \text{ km/h})(1/3 \text{ h})</math>  <b><math>d = 5 \text{ km}</math></b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>d = ?</math>  <math>V = 4 \text{ km/h}</math>  <math>t = 1/2 \text{ h}</math></p> <p><math>d = Vt</math>  <math>d = (4 \text{ km/h})(1/2 \text{ h})</math>  <b><math>d = 2 \text{ km}</math></b></p> <p>Distancia total recorrida:  <math>5 \text{ km} + 2 \text{ km} = 7 \text{ km}</math></p>	<p><b>5E.</b></p>	<p>Bien, ¿y después?</p>	
	<p><b>6A.</b></p>	<p>Este igual nada más ocupa una segunda parte de la hora y entonces sería en vez de 4 km sería 2 km en media hora.</p> 	<p><i>El A, nuevamente fracciona la hora para este caso en dos.</i></p> <p><i>También muestra como se comportaría la distancia con respecto al tiempo en cada media hora.</i></p>
	<p><b>7E.</b></p>	<p>Muy bien y después ¿Qué hiciste al final?</p>	
	<p><b>8A.</b></p>	<p>Sumé las cantidades que sería si camino esta distancia 5 y 2 kilómetros se suman y son 7 kilómetros que recorrió en 50 minutos</p> 	<p><i>El A, justifica su respuesta correctamente.</i></p>

## "FRENAR SIN DETENERSE"

### Problema Siete.

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>7.-Un tren viaja en línea recta y cambia su velocidad de 60 km/h a 20 km/h en 8 segundos. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 20 \text{ km/h}</math>  <math>t = 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (-40 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.</p> <p><math>40 \text{ km/h} [1000 \text{ m} / 1 \text{ km}] [1 \text{ h} / 3600 \text{ s}]</math></p> <p><math>= 11.11 \text{ m/s}</math>.</p> <p><math>a = (-11.11 \text{ m/s}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.38 \text{ m/s}^2</math></p>	1E.	¿Qué significa para ti que la velocidad sea cero?	
	2A.	Que frenó que no esta moviéndose el móvil	
	3E.	Está quieto eso sería cero para ti perfecto. Dice que aquí lleva un movimiento que es 60 km/h y la cambia a 20 km/h en 8 segundos y en este problema ¿Cómo le hiciste?	
	4A.	<p>La Velocidad final fue de 20 km/h y la Velocidad inicial que iba fue de 60 km/h el tiempo que tardó en hacer ese cambio fue de 8 segundos. Dice la fórmula que la <math>V_f</math> 20 km/h – la <math>V_i</math> que fue 60 km/h sobre el tiempo entonces la aceleración va a ser <math>-40 \text{ km/h} / 8</math> aceleración sería aquí también...</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="802 1094 1087 1390" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Datos</p> <p><math>V_f = 20 \text{ km/h}</math></p> <p><math>V_i = 60 \text{ km/h}</math></p> <p><math>t = 8 \text{ seg}</math></p> </div> <div data-bbox="1115 922 1440 1390" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><math>A = \frac{V_f - V_i}{t}</math></p> <p><math>A = \frac{20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}}{8 \text{ seg}}</math></p> <p><math>A = \frac{-40 \text{ km/h}}{8 \text{ seg}}</math></p> <p><math>A = \frac{-11.1 \text{ m/s}}{8 \text{ seg}}</math></p> <p><math>A = -1.3 \text{ m/s}^2</math></p> </div> </div>	<p><i>El A, sabe que también fue necesario convertir km/h a m/s, pero no deja evidencia de cómo lo hizo.</i></p>

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>7.-Un tren viaja en línea recta y cambia su velocidad de 60 km/h a 20 km/h en 8 segundos. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 20 \text{ km/h}</math>  <math>t = 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (-40 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.</p> <p><math>40 \text{ km/h} [1000 \text{ m} / 1 \text{ km}] [1 \text{ h} / 3600 \text{ s}]</math></p> <p><math>= 11.11 \text{ m/s}</math>.</p> <p><math>a = (-11.11 \text{ m/s}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.38 \text{ m/s}^2</math></p>	5E.	<p>¿Por qué cuando haces esos problemas no pones la conversión del dato? ¿Por qué no la pones como parte de la solución del problema? Ponte en el lugar del maestro. El maestro agarra dos exámenes muy similares de un cuate que se sienta a lado tuyo, los compara y ve que los dos tienen lo mismo y a lo mejor él puso como le hizo y tú no. Entonces el maestro ve el examen y se le pone bien a él y te dice a ti ¡tu lo copiaste! ¿Crees que pueda pasar eso?</p>	<p><i>El E, intenta mostrar la importancia de dejar toda evidencia de cómo resuelve el problema para evitar que su profesor pueda pensar que en algún momento lo copió de otro compañero.</i></p>
	6A.	Sí	
	7E.	<p>Entonces una buena sugerencia es que pongas todo lo que demuestre que sabes lo que estás haciendo. Una buena recomendación es siempre dejar evidencia de todo lo que haces y aquí nuevamente ¿Qué pasó con el signo negativo? ¿Que pasa ahí?</p> <p>Ahí </p>	<p><i>El E, insiste que A, debe dejar evidencia de todo lo que realice para resolver el problema.</i></p>
	8A.	En vez de acelerar fue bajando la velocidad por eso sale el signo negativo	<p><i>El A, interpreta correctamente el valor negativo. Sin considerar ejes de referencia.</i></p>
	9E.	¿Crees que la gente o tus compañeros entiendan este resultado?	
	10A.	Pues yo creo que algunos sí	
11E.	¿Han manejado ustedes problemas en la escuela de este tipo?		

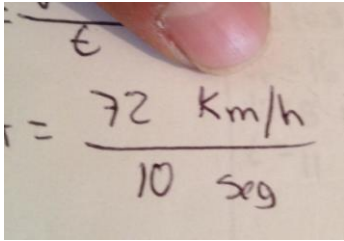
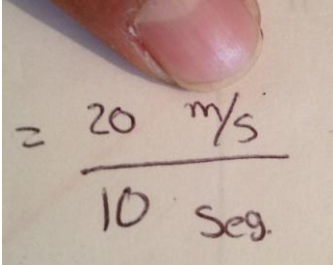
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>7.-Un tren viaja en línea recta y cambia su velocidad de 60 km/h a 20 km/h en 8 segundos. ¿Cuál es su aceleración?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 20 \text{ km/h}</math>  <math>t = 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (-40 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.  <math>40 \text{ km/h} [1000 \text{ m} / 1 \text{ km}] [1 \text{ h} / 3600 \text{ s}]</math></p> <p><math>= 11.11 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (-11.11 \text{ m/s}) / 8 \text{ s}</math></p> <p><math>a = -1.38 \text{ m/s}^2</math></p>	12A.	Este... sí pocos.	
	13E.	Donde salen negativos y les han explicado ¿porqué? ¿Cómo lo toman ustedes?	
	14A.	Para mí esto si es correcto, porque se que va bajando la velocidad pero este uno de mis compañeros o alguien más se preguntarían ¿porqué?	
	15E.	¿Crees poderles explicar a ellos porqué y que ellos te entiendan?	
	16A.	Si	
	17E.	¿Cómo le harías para explicarles?	
	18A.	La aceleración va a constar de que en este caso si tienen el signo negativo en ves de acelerar de 60 a 100 km por ejemplo, éste disminuyo y por eso da una cantidad negativa, si sigue una constante pues la aceleración sería cero.	<p><i>A, comprende claramente que cuando la velocidad es constante la aceleración sería igual a cero.</i></p>
	19E.	¿No cambiaría? ¿No llevaría signo? ¿Cómo identificas el movimiento? ¿Crees que si este problema no tuviera esta fórmula habría forma de resolverlo lógicamente?	
	20A.	Pues no	
	21E.	¿No crees poder hacer este problema sin la fórmula, crees depender únicamente de ella o crees que por entender la física puedas llegar a la fórmula de alguna manera?	<p><i>El E, busca que el alumno no se limite al uso de fórmulas.</i></p>
22A.	Pues este...		

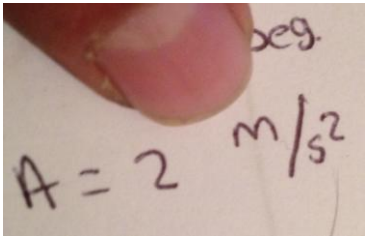
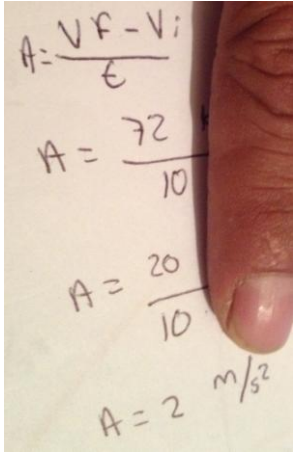
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	<i>Análisis.</i>
7.-Un tren viaja en línea recta y cambia su velocidad de 60 km/h a 20 km/h en 8 segundos. ¿Cuál es su aceleración?	23E.	¿Es más cómodo trabajar con la fórmula?	
<p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 60 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 20 \text{ km/h}</math>  <math>t = 8 \text{ s}</math></p> $a = (V_f - V_i) / t$ $a = (20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}$ $a = (- 40 \text{ km/h}) / 8 \text{ s}$ <p>Conversión de km/h a m/s.</p> $40 \text{ km/h} [1000 \text{ m} / 1 \text{ km}] [1 \text{ h} / 3600 \text{ s}]$ $= 11.11 \text{ m/s.}$ $a = (- 11.11 \text{ m/s}) / 8 \text{ s}$ $a = - 1.38 \text{ m/s}^2$	24A.	Pues sí, se vuelve más fácil el problema	<i>El A, acepta que es más fácil usar fórmulas al resolver un problema.</i>

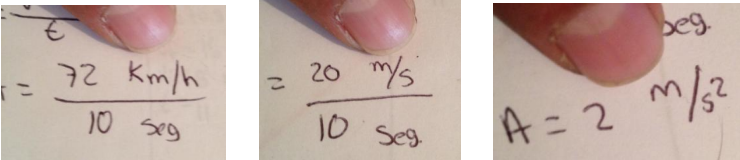


## "ARRASTRÁNDOLAS SIEMPRE"

### Problema Ocho.

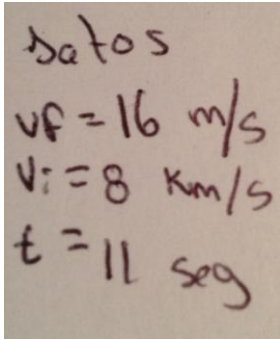
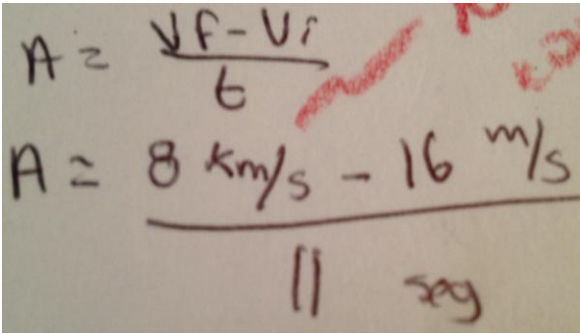
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	<i>Análisis.</i>
<p><b>8.- Un auto se encuentra en reposo en la línea de arranque de una pista recta, después el conductor pisa a fondo el acelerador hasta alcanzar una velocidad de 72 km/h. El tiempo que tardó en alcanzar esta velocidad fue de 10 s. ¿Cuál es la aceleración del auto?</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 72 \text{ km/h}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.  <math>72 \text{ km/h} [1000 \text{ m}/1 \text{ km}] [1 \text{ h}/3600 \text{ s}]</math>  <math>= 20 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math>  <math>a = (20 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math>  <math>a = 2 \text{ m/s}^2</math></p>	1E.	Para este problema ¿Ocupaste la misma fórmula? ¿Convertiste también o no se convierte?	
	2A.	Si se convierte en m/s.	
	3E.	<p>Ya que lo manejas nada más ponla en el resultado. A ver mira aquí [señalando las unidades de km/h] pones kilómetros sobre hora.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Después cuando cambias pones [señalando las unidades de m/s] metros sobre segundo.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Continúa....</b></p>	<p><i>El E, trata de convencer al alumno de poner solo las unidades, en el resultado ya que el alumno ha demostrado manejarlas con facilidad.</i></p>

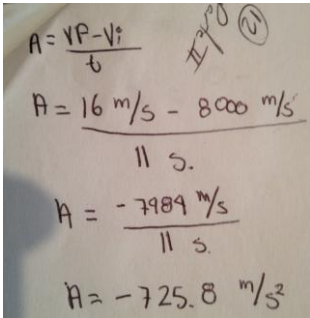
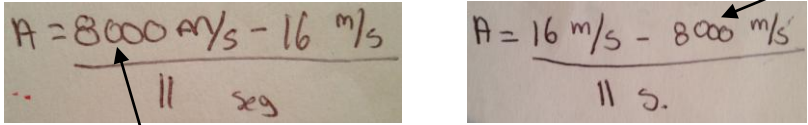
Movimiento Uniformemente Acelerado.	Diálogos	Análisis.
<p><b>8.- Un auto se encuentra en reposo en la línea de arranque de una pista recta, después el conductor pisa a fondo el acelerador hasta alcanzar una velocidad de 72 km/h. El tiempo que tardó en alcanzar esta velocidad fue de 10 s. ¿Cuál es la aceleración del auto?</b></p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 72 \text{ km/h}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.</p> <p><math>72 \text{ km/h} [1000 \text{ m}/1 \text{ km}] [1 \text{ h}/3600 \text{ s}]</math></p> <p><math>= 20 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (20 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 2 \text{ m/s}^2</math></p>	<p>Es decir vas arrastrando las unidades siempre. ¿Qué tanto afectaría o beneficiaría no llevarte todo esto siempre sino, nada más llegar y ponerlo aquí [<b>refiriéndose al resultado</b>] al último.</p>  <p>O sea ya sabes que la aceleración te va a dar, en esto [<b>señalando las unidades de aceleración</b>] entonces que pasaría si quitáramos esto [<b>E, tapa las unidades de los pasos anteriores</b>] ¿Te perderías? ¿Sería lo mismo?</p> 	

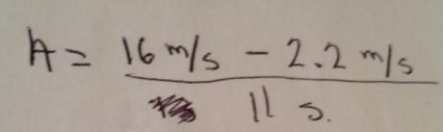
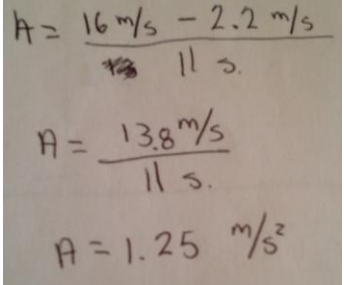
Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p>8.- Un auto se encuentra en reposo en la línea de arranque de una pista recta, después el conductor pisa a fondo el acelerador hasta alcanzar una velocidad de 72 km/h. El tiempo que tardó en alcanzar esta velocidad fue de 10 s. ¿Cuál es la aceleración del auto?</p> <p><b>Datos:</b></p> <p><math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 72 \text{ km/h}</math>  <math>t = 10 \text{ s}</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.</p> <p><math>72 \text{ km/h} [1000 \text{ m} / 1 \text{ km}] [1 \text{ h} / 3600 \text{ s}]</math></p> <p><math>= 20 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (20 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}) / 10 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 2 \text{ m/s}^2</math></p>	4A.	El problema, el problema es decir	<i>El A, pierde el contexto y se refiere al texto del problema.</i>
	5E.	¿Crees qué sea muy necesario ir arrastrando las unidades o nada mas colocarla al último?  	<i>El E, retoma indicando lo que quiere decir.</i>  <i>Es deseable que los alumnos que ya manejan las unidades con facilidad, las coloquen al final las unidades del resultado que ha de obtenerse.</i>
	6A.	Pues yo creo que si es necesario ir con las unidades	
	7E.	¿Para no perderse?	<i>El E, encuentra la causa de escribirlas paso a paso.</i>
	8A.	Sí	

## "AL MEJOR CAZADOR SE LE VA LA LIEBRE"

### Problema Nueve.

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>9.- Un automóvil se desplaza en línea recta y cambia su velocidad de 2 m/s a 8 m/s en 4 segundos; después cambia nuevamente de 8 km/h a 16 m/s en 11 segundos. ¿Cuál es su aceleración en cada caso?</b></p> <p><b>Datos 1.</b>            <b>Datos 2.</b>  <math>V_i = 2 \text{ m/s}</math>        <math>V_i = 8 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 8 \text{ m/s}</math>        <math>V_f = 16 \text{ m/s}</math>  <math>t = 4 \text{ s}</math>              <math>t = 11 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (8 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) / 4 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 1.5 \text{ m/s}^2</math>                      Conversión de km/h a m/s.  <math>8 \text{ km/h} [1000\text{m}/1\text{km}] [1\text{h}/3600\text{s}]</math>  <math>= 2.22 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (16 \text{ m/s} - 2.22 \text{ m/s}) / 11 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 1.25 \text{ m/s}^2</math></p>	1E.	En éste problema hubo un pequeño error. ¿En donde está el error?	
	2A.	Que en vez de... Que la velocidad final era 16 m/s y lo puse como velocidad inicial. <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;">   </div>	<i>El A, se percata de un primer error al colocar la <math>V_f = 16 \text{ m/s}</math> en el lugar de la velocidad inicial al sustituir en la fórmula.</i>
	3E.	¿La inicial es qué?	
	4A.	8	
	5E.	¿Y la final es?	
	6A.	16	
	7E.	¿Está bien y luego que pasó?	
	8A.	Me confundí velocidad final tendría que ser 16 m/s y yo lo coloque en velocidad inicial	

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>9.- Un automóvil se desplaza en línea recta y cambia su velocidad de 2 m/s a 8 m/s en 4 segundos; después cambia nuevamente de 8 km/h a 16 m/s en 11 segundos. ¿Cuál es su aceleración en cada caso?</b></p> <p><b>Datos 1.</b>            <b>Datos 2.</b>  <math>V_i = 2 \text{ m/s}</math>        <math>V_i = 8 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 8 \text{ m/s}</math>        <math>V_f = 16 \text{ m/s}</math>  <math>t = 4 \text{ s}</math>            <math>t = 11 \text{ s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (8 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) / 4 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 1.5 \text{ m/s}^2</math></p> <p>Conversión de km/h a m/s.</p>	<p><b>9E.</b></p> <p><b>10A.</b></p> <p><b>11E.</b></p> <p><b>12A.</b></p>	<p>¿Crees que halla otro error?</p> <p>¿Lo resuelvo aquí? [Refiriéndose a una hoja que le proporcionó el E].</p> <p>¿Qué te dio?</p> <p>-725.8 metros sobre segundo al cuadrado</p> 	<p><i>El A, que había demostrado tener dominada las conversiones de unidades no lo hace correctamente.</i></p>
<p><math>8 \text{ km/h} [1000\text{m}/1\text{km}] [1\text{h}/3600\text{s}]</math></p> <p><math>= 2.22 \text{ m/s}</math></p> <p><math>a = (V_f - V_i) / t</math></p> <p><math>a = (16 \text{ m/s} - 2.22 \text{ m/s}) / 11 \text{ s}</math></p> <p><math>a = 1.25 \text{ m/s}^2</math></p>	<p><b>13E.</b></p>	<p>En problemas anteriores cambiabas km/h a m/s. Aquí ya convertiste de km a m pero no has convertido todavía el tiempo.</p>  <p>Solución del Cuestionario                      Durante la entrevista</p>	<p><i>El A, convierte parcialmente km/h, al solo convertir los km a metros.</i></p> <p><i>Este error lo comete dos veces, durante la solución del cuestionario y durante la entrevista.</i></p>

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>9.- Un automóvil se desplaza en línea recta y cambia su velocidad de 2 m/s a 8 m/s en 4 segundos; después cambia nuevamente de 8 km/h a 16 m/s en 11 segundos. ¿Cuál es su aceleración en cada caso?</b></p>	<p><b>14A.</b></p>	<p>Pero el tiempo. Es cierto coloque el tiempo</p>	<p><i>El A, reconoce su error y corrige la conversión de unidades para después corregir el problema.</i></p>
<p><b>Datos 1.</b>            <b>Datos 2.</b>  <math>V_i = 2 \text{ m/s}</math>        <math>V_i = 8 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 8 \text{ m/s}</math>        <math>V_f = 16 \text{ m/s}</math>  <math>t = 4 \text{ s}</math>              <math>t = 11 \text{ s}</math></p>	<p><b>15E.</b></p>	<p>Ese es un segundo error. Trata de corregirlo aquí [Refiriéndose a la misma hoja en la que esta trabajando A durante la entrevista]</p>	
<p><math>a = (V_f - V_i) / t</math>  <math>a = (8 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) / 4 \text{ s}</math>  <math>a = 1.5 \text{ m/s}^2</math>            Conversión de km/h a m/s.</p>	<p><b>16A.</b></p>	<p>[Mientras teclea en la calculadora verbaliza] Ocho por mil entre tres mil seiscientos serían 2.2 metros sobre segundo.</p>	<p><i>* Obsérvese que el A, no deja evidencia escrita de la conversión de unidades, aunque la realiza correctamente.</i></p>
<p><math>8 \text{ km/h} [1000\text{m}/1\text{km}][1\text{h}/3600\text{s}]</math>  <math>= 2.22 \text{ m/s}</math>  <math>a = (V_f - V_i) / t</math>  <math>a = (16 \text{ m/s} - 2.22 \text{ m/s}) / 11 \text{ s}</math>  <math>a = 1.25 \text{ m/s}^2</math></p>	<p><b>17E.</b></p>	<p>¿Qué haces? ¿Por qué trece ?</p> 	<p><i>El A, tacha el 13 que había puesto a un lado del tiempo y continúa. Ya que también estaba a punto de omitir la evidencia de la resta de velocidades.</i></p>
	<p><b>20A.</b></p>	<p>Si A es a 13.8 m/s sobre 11s y esto sería igual a:</p> 	<p><i>El A, Concluye el problema correctamente.</i></p>

Movimiento Uniformemente Acelerado.		Diálogos	Análisis.
<p><b>9.- Un automóvil se desplaza en línea recta y cambia su velocidad de 2 m/s a 8 m/s en 4 segundos; después cambia nuevamente de 8 km/h a 16 m/s en 11 segundos. ¿Cuál es su aceleración en cada caso?</b></p>	<p><b>21E.</b></p>	<p>¿Qué piensas de este tipo de problemas? ¿Crees que sea bueno jugar con las velocidades diferentes? ¿O crees que en vez de ayudar confunda?</p>	
	<p><b>22A.</b></p>	<p>Sería bueno para tratar de analizar mejor el problema pero si suena un poco confuso</p>	
<p><b>Datos 1.</b>                      <b>Datos 2.</b>  <math>V_i = 2 \text{ m/s}</math>                      <math>V_i = 8 \text{ km/h}</math>  <math>V_f = 8 \text{ m/s}</math>                      <math>V_f = 16 \text{ m/s}</math>  <math>t = 4 \text{ s}</math>                              <math>t = 11 \text{ s}</math></p>	<p><b>23E.</b></p>	<p>¿Crees que fue mas error por no haber leído bien? ó ¿Que pasó?</p>	
<p><math>a = (V_f - V_i) / t</math>  <math>a = (8 \text{ m/s} - 2 \text{ m/s}) / 4 \text{ s}</math>  <math>a = 1.5 \text{ m/s}^2</math>            Conversión de km/h a m/s.  <math>8 \text{ km/h} [1000\text{m}/1\text{km}] [1\text{h}/3600\text{s}]</math>  <math>= 2.22 \text{ m/s}</math></p>	<p><b>24A.</b></p>	<p>Si por no leer y por no fijarme bien, porque aquí en vez de colocar horas, coloque segundos</p> <div data-bbox="974 740 1285 1097" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">datos</p> <p><math>v_f = 16 \text{ m/s}</math></p> <p><math>v_i = 8 \text{ km/s}</math></p> <p><math>t = 11 \text{ seg}</math></p> </div> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">Aquí</p>	<p><i>El A, indica con esto que no fue tanto el error de convertir parcialmente, si no que al copiar el dato de la velocidad 8km/h el copia 8km/s que lo lleva al error.</i></p> <p><i>* Quizá el manejar como datos del problema valores numéricos iguales 8 m/s para el primer caso y 8 km/h en el segundo caso, haya causado la confusión al copiarlo.</i></p>
<p><math>a = (V_f - V_i) / t</math>  <math>a = (16 \text{ m/s} - 2.22 \text{ m/s}) / 11 \text{ s}</math>  <math>a = 1.25 \text{ m/s}^2</math></p>	<p><b>25E.</b></p>	<p>Perfecto.</p>	

## Dialogo previo a revisar problemas de Caída Libre y Tiro Vertical

Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
	<b>1E.</b> Ahora vamos a pasar a caída libre y tiro vertical ¿Qué entiendes por caída libre?	<i>El E, trata de hacer una introducción de caída libre antes de continuar.</i>
	<b>2A.</b> Es un cuerpo que, que de una cierta altura cae con una cierta velocidad	
	<b>3E.</b> Suponiendo que el cuerpo está o alguien lo tiene agarrado ejemplo ¿Qué piensas de ese cuerpo? Antes de que inicie su caída, antes de que yo lo suelte ¿Qué velocidad tiene?	
	<b>4A.</b> Cero	<i>El A, interpreta correctamente el valor de la velocidad durante el reposo, aunque falto m/s.</i>
	<b>5E.</b> ¿Qué es lo que modifica la caída del cuerpo?	
	<b>6A.</b> ¿La gravedad?	
	<b>7E.</b> ¿Crees que la gravedad sea la misma en todas partes?	<i>El E, quiere saber si el A, sabe que el valor de la gravedad puede variar de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar.</i>
	<b>8A.</b> Si	
	<b>9E.</b> Hablando del planeta tierra	
	<b>10A.</b> Si	

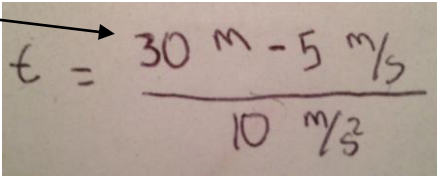
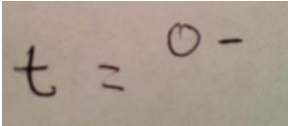


Caída Libre.		Diálogos	<i>Análisis.</i>
	11E.	¿No crees que varíe?	
	12A.	No	
	13E.	Muy bien. ¿Sabes el valor de la gravedad? ¿Te la sabes de memoria?	
	14A.	¿Cuál?	
	15E.	El valor de la gravedad	
	16A.	9.81	<i>El A, omite las unidades de aceleración.</i>
	17E.	¿Crees que varíe mucho si tomamos el 10 como su valor?	<i>*El entrevistador también las omite.</i>
	18A.	No	

## "CUANDO DEJE DE CAER, SERÉ LA MISMA"

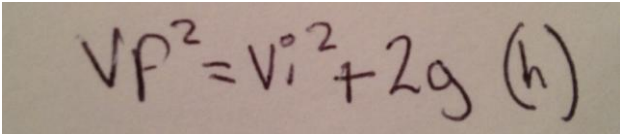
### Problema Dos.

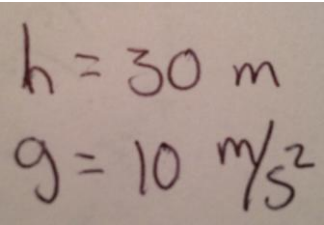
Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	<p><b>1E.</b> Me inquieta saber, ¿Por qué no acostumbras usar esquemas o hacer dibujos que te manifiesten el movimiento? ¿No te es necesario?</p>	<p><i>El E, considera un obstáculo el uso del formulario como herramienta única para resolver problemas.</i></p>
	<p><b>2A.</b> No, pues como tengo los datos, no.</p>	
	<p><b>3E.</b> No lo requieres. Perfecto, entonces tú tomaste el tiempo como... a ver datos: Altura 30 m [<b>h= 30 m</b>] que es de donde se deja caer la piedra.</p> <div data-bbox="997 812 1249 901" style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>h = 30 \text{ m.}</math> </div>	
	<p><b>4A.</b> Si</p>	
	<p><b>5E.</b> Después la velocidad inicial dices que inicia con 5 m/s, la velocidad final 0 y la gravedad 10 m/s<sup>2</sup>. ¿De donde sacaste el tiempo igual a 2.5 segundos?</p> <div data-bbox="1024 1120 1207 1396" style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Datos  <math>h = 30 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>  <math>V_f = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 2.5 \text{ seg}</math></p> </div>	<p><i>El E, analiza lo que el A, puso como datos.</i></p>

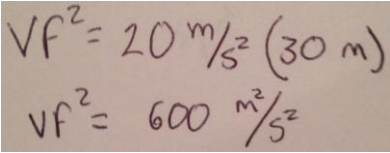
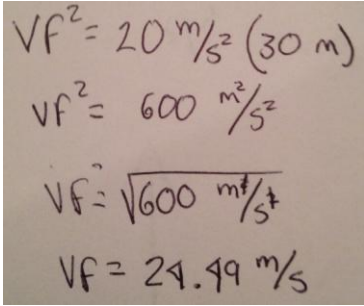
Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	<p><b>6A.</b> En la caída libre y el tiro vertical, la fórmula dice que tiempo es igual a la Velocidad final menos velocidad inicial sobre gravedad.</p>	<p><i>El A, lee la fórmula que sirve para caída libre y tiro vertical según su formulario.</i></p>
	<p><b>7E.</b> Bien.</p>	
	<p><b>8A.</b> Y la Velocidad final [señalando el dato correspondiente a la <math>V_f</math>] me equivoqué, aquí en vez de colocar cero.</p> <p>Aquí </p>	<p><i>El E, da por hecho que el A, al detectar su error, ha comprendido la situación problemática.</i></p> <p><i>El A, observa que la piedra al llegar al suelo se detiene y entonces al parecer cree que la Vf es cero, olvidando que la piedra antes de tocar el suelo lleva cierta velocidad.</i></p>
	<p><b>9E.</b> Bien ¿Te parece que lo vuelvas a hacer?</p>	
	<p><b>10A.</b> Pero el tiempo es igual a, velocidad final fue de cero [<b>Escribe <math>t = 0</math> - y se detiene diciendo</b>]. Menos, menos la velocidad inicial que era de... pues creo que la velocidad inicial también era de cero, porque dice que el globo se eleva.</p> <p></p>	<p><i>Parece que el A, supone que cuando el globo se eleva, este movimiento no afecta a la piedra al no iniciar su caída.</i></p>

Tiro Vertical y Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	11E.	Bien.	
	12A.	Pero la piedra se deja caer hacia abajo después de 30m [relee el problema ensimismado] pero también sería de cero y entonces el tiempo quedaría así. Pero ¡no puedo!... pero si la piedra cae a la misma velocidad que el globo aerostático elevándose sería 5m/s. <div data-bbox="993 521 1245 630" style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div>	<i>El A, al parecer recuerda que al lanzar un objeto verticalmente con cierta velocidad, éste regresará con la misma velocidad con la que fue lanzado al punto de partida.</i>
	13E.	¿Influye para el problema, que el globo se eleve a esa velocidad?	<i>El E, no se percató de lo observado por el A.</i>
	14A.	Pues no.	<i>*Respuesta incorrecta.</i>
	15E.	¿Entonces que hacemos en este caso?	
	16A.	Sería que cayera la piedra a la misma velocidad, pero aquí afectaría la gravedad, sería más rápida su velocidad ¿no?	<i>El A, recuerda que la gravedad afecta la caída de los cuerpos.</i>
	17E.	Sí.	
	18A.	Entonces sí, sí está bien 5m/s.	
	19E.	Pero ¿Para quién?. ¿Para la velocidad inicial, para la velocidad final ó para qué?	

Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	<p><b>20A.</b> Para la velocidad inicial</p>	
	<p><b>21E.</b> Tú dices que inicia con un movimiento de 5m/s.</p>	
	<p><b>22A.</b> Pero se supone que al inicio está en velocidad cero porque todavía no se mueve</p>	<p><i>El A, no comprende que la piedra al compartir el movimiento del globo se elevará un poco, para después caer.</i></p>
	<p><b>23E.</b> Entonces ¿Qué hacemos? Intenta dibujar la situación y ver si podemos sacar de ahí los datos. Trata de dibujar, un bosquejo de lo que habla el problema.</p>	
	<p><b>24A.</b> <b>[Dibuja y va diciendo]</b> Se supone que aquí está el piso y se eleva el globo aerostático. Y de aquí a aquí son 30m. <b>[Acotando la altura desde el piso hasta la base de globo aerostático].</b></p> <div data-bbox="714 925 1260 1218" style="text-align: center;"> </div>	
	<p><b>27E.</b> Perfecto</p>	
<p><b>28A.</b> Y éste se va elevando a 5metros sobre segundo <b>[Señalando el globo aerostático en el dibujo].</b></p>		

Tiro Vertical y Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	29E.	Se supone que cuando llegue a 30 metros	
	30A.	[Interrumpe al E, y agrega] Se deja arrojar una piedra.	
	31E.	¿Qué pasaría? Entonces ¿Cuál es la Velocidad inicial?	
	32A.	[A, hace las operaciones en la calculadora] Al inicio, pues sería una, que pues todavía no se mueve, pero después el tiempo ya afectaría la gravedad y ya la velocidad, es la gravedad.	<i>El A, reconoce que la gravedad influye en la velocidad de la piedra.</i>
	33E.	Entonces, ¿Cómo estaría la jugada? Puedes usar esta fórmula [Señalando en el formulario] apuntala, es: Velocidad final al cuadrado es igual a la Velocidad inicial al cuadrado más dos veces la gravedad por la altura.	<i>El E, al notar que no avanza en la solución, indica al alumno qué fórmula puede usar, dejando en segundo plano la descripción del movimiento.</i>
34A.	Sí [A, escribe lo que se le indica]. 	<i>*Obsérvese la necesidad del A, de colocar el paréntesis en (h) para indicar la multiplicación.</i>	
35E.	Ahora hay que identificar los datos.	<i>El E, regresa a la enseñanza tradicional de sólo aplicar la fórmula para resolver el problema ya que al alumno se le facilita.</i>	

Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Dice un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></p> <p><math>V_f^2 = (-5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></p> <p><math>t = (V_f - V_i) / a</math></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>t = 3 \text{ s}</math></p>	<p><b>36A.</b> Es... Altura sería 30metros, la gravedad sería de 10 metros sobre segundo al cuadrado [Escribe estos datos en la hoja].</p> 	
	<p><b>37E.</b> Está bien.</p>	
	<p><b>38A.</b> Si la Velocidad inicial fuera cero, la velocidad final también sería cero.</p>	<p><i>El A, reconoce que la piedra al tocar el suelo tendrá que dejar de caer y en ese momento su velocidad sería cero al estar en reposo.</i></p> <p><i>Olvida que cuando la piedra toca el suelo lleva cierta velocidad que es la que se pide buscar.</i></p>
	<p><b>39E.</b> ¿Por qué?</p>	
	<p><b>40A.</b> Porque la Velocidad final es cuando la piedra toca el piso</p>	
	<p><b>41E.</b> Sí, cuando llega al piso pierde su velocidad, pero antes de detenerse llevaba una velocidad y es la que estamos buscando. Usa la fórmula, trata de hacerlo.</p>	<p><i>El E, le indica que la <math>V_f</math>, no puede ser cero ya que antes de tocar el suelo la piedra lleva cierta velocidad.</i></p>

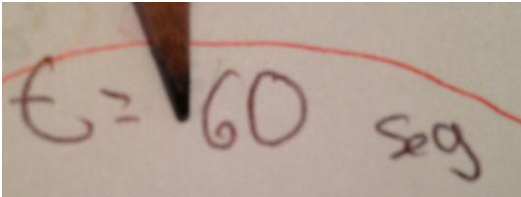
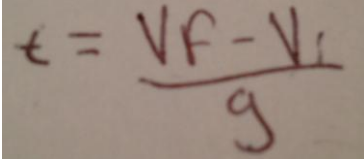
Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><b><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></b></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <b><math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></b></p> <p><b><math>t = (V_f - V_i) / a</math></b></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <b><math>t = 3 \text{ s}</math></b></p>	<p><b>42A.</b> Entonces sería Velocidad final al cuadrado es igual a: Velocidad inicial sería 0, y luego dos veces la gravedad sería 20 metros sobre segundo al cuadrado y por 30 metros. <b>[Escribiéndolo de la siguiente manera].</b></p> 	<p><i>El A, anula la <math>V_i</math> ya que es cero y hace mentalmente el producto de dos veces el valor de la gravedad.</i></p>
	<p><b>43E.</b> ¿Y cómo sería la Velocidad final sin el cuadrado?</p>	<p><i>El E, pregunta con el fin de que el A realice el despeje necesario.</i></p>
	<p><b>44A.</b> Sería raíz cuadrada, sería Velocidad final es igual a raíz cuadrada de 600 metros cuadrados sobre segundos al cuadrado y entonces la Velocidad final quedaría de veinticuatro punto cuarenta y nueve metros sobre segundo. <b>[Mientras resuelve va verbalizando la solución]</b></p> 	<p><i>*Nótese que el A, maneja con facilidad los despejes necesarios y las unidades implícitas al resolver el problema.</i></p>
	<p><b>45E.</b> Muy bien ¿Crees poder encontrar el tiempo?</p>	
	<p><b>46A.</b> Sí.</p>	

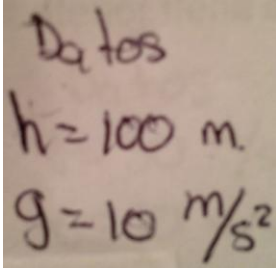


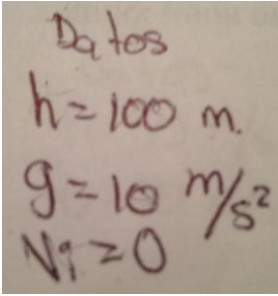
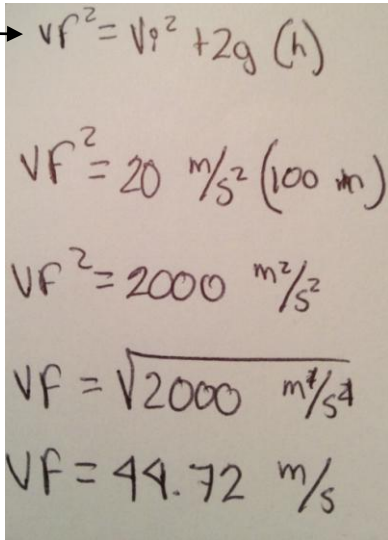
Tiro Vertical y Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p>2. Un globo aerostático se eleva verticalmente con una velocidad constante de 5 m/s. Cuando este se encuentra a 30 m del piso se deja caer una piedra. ¿Con qué velocidad y después de cuantos segundos caerá la piedra al piso?.</p> <p><b>Datos:</b>  <math>V_i = 5 \text{ m/s}</math>.  <math>h = 30 \text{ m}</math>.  <math>g = 10 \text{ m/s}^2</math>  <math>V_f = ?</math>  <math>t = ?</math></p> <p><b><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gd</math></b></p> <p><math>V_f^2 = (5 \text{ m/s})^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(30\text{m})</math>  <math>V_f^2 = 25 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 600 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f^2 = 625 \text{ m}^2/\text{s}^2</math>  <math>V_f = \sqrt{625 \text{ m}^2/\text{s}^2}</math>  <b><math>V_f = 25 \text{ m/s}</math></b></p> <p><b><math>t = (V_f - V_i) / a</math></b></p> <p><math>t = (25 \text{ m/s} - (-5 \text{ m/s})) / 10 \text{ m/s}^2</math>  <b><math>t = 3 \text{ s}</math></b></p>	<p>47A. Es igual a [Usando la fórmula correcta <math>t = (V_f - V_i) / g</math> sustituyendo y operando, encuentra que <math>t = 2.44 \text{ s}</math>].</p> <div data-bbox="932 375 1335 837" data-label="Equation-Block"> <p style="text-align: center;"> <math display="block">t = \frac{V_f - V_i}{g}</math> <math display="block">t = \frac{24.49 \text{ m/s}}{10 \text{ m/s}^2}</math> <math display="block">t = 2.44 \text{ s}</math> </p> </div> <p>48E. Muy bien. ¿Tienes alguna duda respecto a éste problema?</p> <p>49A. No.</p>	<p><i>El A, muestra habilidad para el manejo de las unidades en cuestión para llegar a la solución.</i></p>

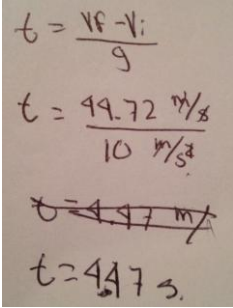
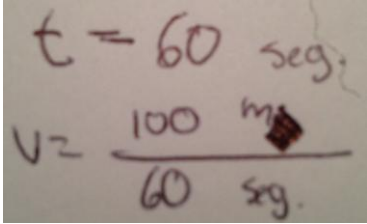
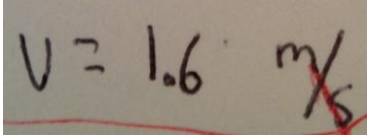
## "ABUSANDO DEL TIEMPO"

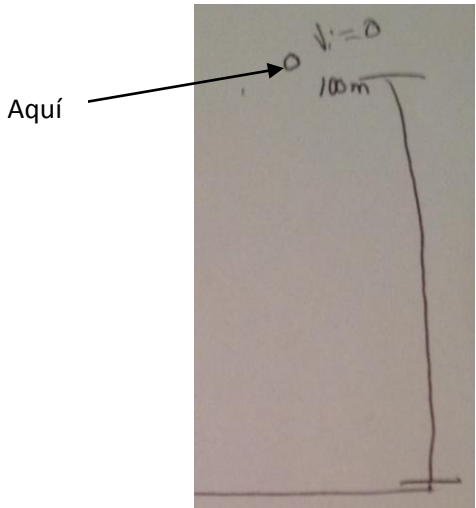
### Problema 3.

Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p>	<p><b>1E.</b> Tú tomaste el tiempo como 60s entonces ¿Qué pasó con este problema? ¿Qué fórmulas te pueden servir?</p> 	<p><i>*El problema fue resuelto incorrectamente al asignar el tiempo como 60 segundos, lo que indica que A, no eligió la fórmula adecuada al no comprender el movimiento.</i></p> <p><i>El E, le pide que busque la fórmula que le pueda servir.</i></p>
<p><b><math>h = gt^2 / 2</math></b></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <b><math>t = 4.47 \text{ s}</math></b></p> <p><b><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math></b>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <b><math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></b></p>	<p><b>2A.</b> El problema pide el tiempo, se tomaría la fórmula del tiempo que sería [escribe]</p> 	<p><i>*Esta fórmula también es errónea usarla de inicio ya que tendríamos dos incógnitas tiempo y velocidad final.</i></p>
	<p><b>3E.</b> Pero tienes la velocidad. Pon los datos: altura y gravedad</p>	<p><i>El E, propone primero identificar los datos antes de elegir una fórmula.</i></p>
	<p><b>4A.</b> Son con los que inicia</p>	
	<p><b>5E.</b> ¿Cuáles tenemos?</p>	

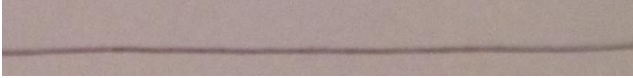
Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	<p><b>5A.</b> Como datos nada más tenemos la altura y la gravedad pero...</p> 	<p><i>*Estos datos ya los había detectado en la primera solución del problema antes de la entrevista.</i></p>
	<p><b>6E.</b> ¿No tenemos ninguna velocidad?</p>	
	<p><b>7A.</b> La velocidad sería, pues no.</p>	<p><i>El A, no detecta la velocidad inicial de 0 m/s como parte del movimiento.</i></p>
	<p><b>8E.</b> ¿No?</p>	<p><i>El E, insiste con el fin de que el A, encuentre <math>V_i</math>.</i></p>
	<p><b>9A.</b> Su Velocidad Inicial.</p>	<p><i>El A, observa nuevamente la problemática y detecta el dato de <math>V_i</math> igual a 0 m/s.</i></p>
	<p><b>10E.</b> ¿Cuál sería?</p>	
	<p><b>11A.</b> Cero</p>	<p><i>El A, reconoce que la piedra parte del reposo con una velocidad de cero.</i></p>
	<p><b>12E.</b> Bien, pon el cero como dato entonces.</p>	

Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p>	<p><b>13A.</b> [A, escribe <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math> como dato]</p> 	<p><i>El A omite las unidades de velocidad al colocar <math>V_i = 0</math> en lugar de <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math>.</i></p>
<p><b>14E.</b> <math>h = gt^2 / 2</math></p>	<p>¿Cuál fórmula vas a ocupar?</p>	
<p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <b><math>t = 4.47 \text{ s}</math></b></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <b><math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></b></p>	<p><b>15A.</b> Sería ésta otra vez [Comienza a resolver encontrando <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math>].</p> <p>Ésta → </p>	<p><i>El A, tiene a la vista la fórmula usada en el problema 2 y decide ocuparla <math>V_f^2 = V_i^2 + 2g(h)</math>.</i></p> <p><i>El E, permite que el alumno trabaje con la fórmula elegida ya que sabe que ésta también es correcta para resolver el problema.</i></p> <p><i>El A, tiene un manejo fluido de fórmulas, despejes y de las unidades físicas en cuestión.</i></p>

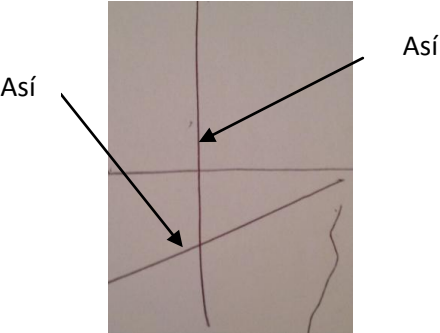
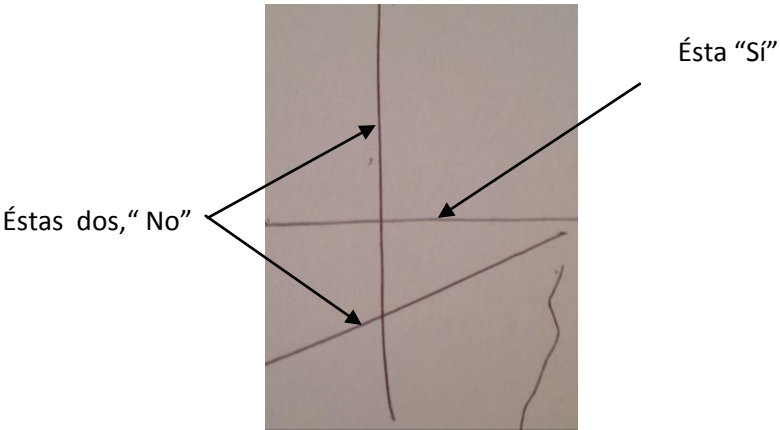
Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	18E.	Perfecto	
	19A.	<p>Y para el tiempo sería: [escribe la fórmula y resuelve encontrando <math>t = 4.47 \text{ s}</math>].</p> 	<p><i>El E, sabe que también esta solución es correcta para encontrar los datos que se piden.</i></p>
	20E.	¿Por qué crees que antes no pudiste resolver el problema?	
	22A.	<p>Pues primero, que tomé una fórmula incorrecta.</p>  <p>[Obteniendo erróneamente <math>V = 1.6 \text{ m/s}</math>]</p> 	<p><i>El A, reconoce que la fórmula ocupada en un principio no le sirvió para dar solución al problema ya que no tenía el dato del tiempo y asignó erróneamente 60 segundos.</i></p> <p><i>Una vez asignado el tiempo usa <math>V = d/t</math> como si se tratara de un movimiento rectilíneo uniforme.</i></p>

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	22E.	Bien, ésta es una causa.	
	23A.	Otra, pues que no había puesto la Velocidad inicial.	
	24E.	¿Crees que sirva dibujar la piedra, poner el piso y tratar de poner los datos en el esquema?	
	25A.	Sí	
	26E.	Trata de interpretar el movimiento y poner los datos en donde creas que van.	<i>El E, sugiere que haga un dibujo como en el problema anterior.</i>
	<p>27A.</p> <p>Hay una altura de 100 m [<b>El alumno acota la distancia de 100 m. en el dibujo y continua</b>] aquí está la piedra [<b>dibujando la piedra</b>]. Aquí [<b>refiriéndose a la posición de la piedra</b>] la piedra no tiene Velocidad inicial entonces Velocidad inicial sería igual a cero y la gravedad ya la conocemos.</p> 		

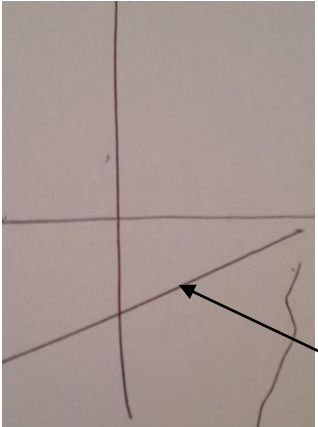
Caída Libre.		Diálogos	<i>Análisis.</i>
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	28E.	¿Crees que sirve el esquema?	
	29A.	Si	
	30E.	Sí porque si no, no se te hubiese pasado este dato [ <b>Refiriendose a <math>V_i = 0 \text{ m/s}</math></b> ] dirías ¡ah! pues como no se mueve, si esta quieta y si la voy a soltar la velocidad inicial es cero. Entonces en este caso posiblemente te ayude el esquema, cuando no estamos atentos, puede ser una herramienta más. Cuando no encuentres un dato trata de ver en donde está el dato, dónde está faltando y posiblemente te ayude. ¿Qué entiendes por tiro vertical?	<i>El E, insiste en usar dibujos que representen la situación problemática con el fin de visualizar los datos que se necesitan para resolver el problema.</i>
	31A.	¿Tiro vertical?	<i>El E, trata de introducir los ejes cartesianos.</i>
	32E.	¿Crees que lo del globo es un tiro vertical?	
	33A.	Pues si sigue una línea imaginaria vertical. Pues sí.	
	34E.	¿Tú qué entiendes por tiro vertical?	
	35A.	Es un objeto que lleva una, una, una, la misma, pues como en una línea recta.	<i>El A, no logra explicar lo que se le pide</i>
36E.	Sí		

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	37A.	Que... que vaya directamente hacia... siguiendo	
	38E.	Pero ¿Qué es vertical, para empezar?	
	39A.	Una línea que va sobre un mismo lado que no cambia de dirección.	<p><i>El A, no reconoce que la posición de la recta caracteriza a la vertical, es decir, perpendicular a la horizontal.</i></p>
	40E.	<p>Eso es vertical, ¿Esta línea que tipo de línea es? [El entrevistador señala la línea en el dibujo que representa el piso]</p> 	<p><i>El E, señala la línea horizontal que representa el piso en la situación problemática.</i></p>
	41A.	Cuál, ¿esa?	
	42E.	De acuerdo a su posición, ya sé que es una recta, pero de acuerdo a su posición ¿Qué tipo de línea es?	
	43A.	Si no es horizontal, sería vertical	<p><i>El A busca no comprometer su respuesta.</i></p>
	44E.	¿Qué?	
	45A.	Vertical ¿no?	
	46E.	Vertical	
47A.	Y una línea que no va vertical sería así [Refiriéndose a la misma línea]		



Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p>	<p><b>48E.</b></p>	<p>Entonces piensas que una línea que es recta, así, [El entrevistador <b>dibuja dos líneas sobre el dibujo de la línea horizontal que representa el piso para que el alumno indique cual es la vertical</b>] ¿Es horizontal?.</p> 	<p><i>El E, busca que el A, identifique la línea vertical, horizontal y diagonal.</i></p>
<p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <b><math>t = 4.47 \text{ s}</math></b></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <b><math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></b></p>	<p><b>49A.</b></p>	<p>No, ésta sí [el alumno señala las líneas dibujadas en la hoja diciendo] ésta no, no, ésta sí y estas dos no.</p> 	<p><i>El A, titubea mucho e indica cual es para él la línea horizontal.</i></p>

Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	<p><b>60E.</b> ¿Ésta qué es? [Señalando la línea que representa el piso]</p>	
	<p><b>61A.</b> Horizontal.</p>	
	<p><b>62E.</b> Horizontal. ¿Y éstas que son?</p> <div data-bbox="779 483 1570 792" style="text-align: center;"> </div>	<p><i>El E, asigna el nombre de horizontal a la línea para que el alumno defina una a una.</i></p>
	<p><b>63A.</b> Si están cruzadas, serían....</p>	
	<p><b>64E.</b> Independientes. Supón que no se cruzan, entonces para ti, tiro vertical es que alguien haga como... no te estoy entendiendo.</p>	<p><i>El E, comienza a desesperarse al no lograr que el alumno le defina que es vertical.</i></p>
	<p><b>65A.</b> Una línea vertical es de arriba para abajo</p>	<p><i>El A, por fin indica que una línea vertical es de arriba para abajo. (Pero como se sabe es bidireccional).</i></p>
	<p><b>66E.</b> ¿Vertical es de arriba para abajo?</p>	
	<p><b>67A.</b> Bueno que está...</p>	<p><i>El A, titubea en su decisión.</i></p>

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	<p><b>68E.</b></p>	<p>Aquí me dijiste que ésta línea era vertical</p>  <p>Ésta línea</p>	
	<p><b>69A.</b></p>	<p>No, que no era vertical</p>	
	<p><b>70E.</b></p>	<p>¡Ah! esta no es vertical [refiriéndose a la misma línea] y entonces ¿Cuál es vertical?</p>	
	<p><b>71A.</b></p>	<p>Es una línea que sigue... pues varios puntos a una misma distancia pero...</p>	<p><i>Al parecer el A, está tratando de explicar a través de una línea perpendicular.</i></p>
	<p><b>72E.</b></p>	<p>¿Cómo podrías decirme con palabras simples, qué es tiro vertical? O como lo puedo hacer, si yo quiero tirar algo verticalmente ¿Cómo le hago?</p>	
	<p><b>73A.</b></p>	<p>Pues con una piedra, aventándola hacia arriba</p>	<p><i>El A, recurre a la piedra, para su ejemplo.</i></p>

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	74E.	Bien, entonces la piedra ¿Hacia dónde se va?	
	75A.	Hacia arriba	
	76E.	Hacia arriba, ¿En qué dirección?	<i>El E, intenta que el A, exprese que el movimiento lo hace de forma vertical.</i>
	77A.	Para ...	
	78E.	Hacia arriba, la pregunta es. ¿Qué pasa con la piedra?	
	79A.	Pues sube, pero por la gravedad, vuelve a caer.	<i>El A, reconoce que la gravedad es la causante de que las cosas caigan.</i>
	80E.	Cuando vuelve a caer ¿Qué pasa? ¿En dónde debe de caer?	
	81A.	Hacia donde se aventó	
	82E.	Eso exactamente, entonces tiro va a ser el movimiento que empieza desde un punto, hasta llegar al punto máximo y regresar al punto de...	
83A.	Inicio		

Caída Libre.	Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	<p><b>84E.</b> A lo mejor se inició a 1 metro de distancia del piso, entonces cuando regrese, va a pasar por donde inició y va a seguir hasta el piso. Entonces tiro vertical va a ser un tiro en línea recta como dices tú hacia arriba, pero si estoy arriba lo puedo dejar caer hacia abajo. Ese es tiro vertical. Por eso comparten las mismas fórmulas tiro vertical y caída libre. Esta fórmula que yo te puse aquí en el cuestionario. ¿Crees que nos sirvan para todo este tipo de problemas, crees que falten fórmulas, crees que sobren fórmulas?</p>	<p><i>El E, da un ejemplo de caída libre en lugar de tiro vertical.</i></p> <p><i>*Sugiero usar sólo el concepto de Caída libre que quizá podría evitar confusiones y permitiría establecer sentido del movimiento, punto y ejes de referencia.</i></p>
	<p><b>85A.</b> Pues...</p>	
	<p><b>86E.</b> O ¿hay una cosa que no hayas entendido del formulario?</p>	
	<p><b>87A.</b> No porque viene que significa cada...</p>	
	<p><b>88E.</b> Cada, letra. ¿Qué piensas del signo de la gravedad? ¿Crees que el signo siempre sea el mismo? Tu hace rato me decías que en el caso de la aceleración cuando frenabas era válido el signo negativo. Cuando lo hacemos en tiro vertical lanzamos una piedra ¿Qué le pasó a la velocidad que llevaba?</p>	<p><i>*Ya que éste depende, del punto de referencia y del sentido del movimiento. Mochón (1997).</i></p>
	<p><b>89A.</b> Disminuyo</p>	
	<p><b>90E.</b> Disminuyo y ahí ¿Cómo tomaríamos la fuerza de gravedad?</p>	
	<p><b>91A.</b> Pues como ...</p>	
	<p><b>92E.</b> ¿Cómo positiva o cómo negativa?</p>	
	<p><b>93A.</b> Como negativa</p>	

Caída Libre.		Diálogos	<i>Análisis.</i>
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	94E.	¿Como negativa?	
	95A.	Porque la gravedad va para abajo ¿no?	
	96E.	Se supone	
	97A.	Bueno para donde se aventó fue para arriba, pero la gravedad tiene como más peso.	<i>El A, trata de explicar que de cualquier forma va a caer.</i>
	98E.	¿Estás de acuerdo con eso que dice que todo lo que tiende a subir tiende a bajar?	
	99A.	Si	
	100E.	¿Qué es lo que hace la gravedad con los cuerpos cuando son lanzados hacia arriba?	
	101A.	Pues los tira, los baja.	
	102E.	¿Qué hace?	
	103A.	Pues le quita la velocidad que lleva al objeto	<i>El alumno no menciona que cambia la velocidad, es decir acelera.</i>
	104.	Hasta cierto punto lo detiene y ¿luego qué pasa?	
	105A.	Pues la gravedad lo va ir bajando	
	106E.	¿Se la devuelve?	
107A.	No		

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><math>h = gt^2 / 2</math></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <math>t = 4.47 \text{ s}</math></p> <p><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></p>	108E.	¿Entonces que pasa?	
	109A.	Se la quita no, le quita	
	110E.	Crees que sería bueno hacer un análisis del movimiento de un objeto en tiro vertical para entender el signo de la gravedad	<i>El E, sugiere que es necesario analizar el movimiento por medio de gráficas y tablas.</i>
	111A.	Pues sí	
	112E.	¿Qué pasa cada cierto tiempo, qué velocidad lleva?	
	113A.	Se la va quitando	
	114E.	Se la va quitando y luego ¿qué pasa? se la regresa o ¿qué pasa?	
	115A.	Pues se la regresa pero sería en vez de con signo positivo baja con signo negativo, que en vez de subir va a tender a bajar	<i>El A, termina por entender que el sentido del movimiento puede cambiar el valor.</i>
	116E.	¿Crees que dependa ahí el signo de la gravedad?	
	117A.	Sí	
	118E.	O ¿Crees que dependa del sentido del movimiento?.	
	119A.	Pues de la gravedad ¿no?	
120E.	Sí		
121A.	Porque de todos modos como, como vaya de todos modos va a bajar.		

Caída Libre.		Diálogos	Análisis.
<p><b>3.- Una piedra cae desde una altura de 100 metros. Calcular la velocidad y el tiempo que demora en llegar al piso.</b></p> <p><b>Datos:</b>  <math>h = 100 \text{ m.}</math>  <math>V_i = 0</math>  <math>g = 10 \text{ m/s}^2.</math>  <math>t = ?</math>  <math>V_f = ?</math></p> <p><b><math>h = gt^2 / 2</math></b></p> <p><math>100 = (10\text{m/s}^2) t^2 / 2</math>  <math>t^2 = 200/10\text{m/s}^2</math>  <math>t = \sqrt{20}</math>  <b><math>t = 4.47 \text{ s}</math></b></p> <p><b><math>V_f^2 = V_i^2 + 2gh</math></b>  <math>V_f^2 = (0)^2 + 2(10 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})</math>  <math>V_f = \sqrt{2000}</math>  <b><math>V_f = 44.72 \text{ m/s}</math></b></p>	<p><b>122E.</b></p>	<p>Te agradezco el tiempo que me compartiste y en cuanto pueda te hare saber los resultados de la entrevista, que estés muy bien.</p>	<p><i>El E, da por terminado la entrevista agradeciendo al A, el apoyo y su disponibilidad para llevarla a cabo.</i></p>
	<p><b>123A.</b></p>	<p>Sí, hasta luego.</p>	



## ESTUDIO DE CASO

EPISODIOS	SOLUCIÓN	TENDENCIAS COGNITIVAS	JUSTIFICACIÓN DE LA T.C.
PROBLEMA 1.  M.U.A.  <b>"ME ESTAS CONFUNDIENDO"</b>	Incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. CINCO</b> Lecturas hechas en estratos de lenguaje que no permitirán resolver la situación problemática.</li> </ul>	Al no identificar el tipo de movimiento, usa fórmulas que no le permiten resolver el problema.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. SEIS</b> La articulación de generalizaciones erróneas.</li> </ul>	Usa la fórmula para resolver un Movimiento Rectilíneo Uniforme, en lugar de Movimiento Uniformemente Acelerado.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número signado.  <math>A = 0 - 200 \text{ m/s}</math></li> <li>• Surge el Número aislado.  <math>A = - 500 \text{ m/s}^2</math></li> </ul>
PROBLEMA 4.  M.U.A.  <b>"NO SIEMPRE DICE LO QUE PIENSA"</b>	Correcta Caso 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. OCHO</b> La presencia de mecanismos inhibitorios.</li> </ul>	No puede explicar la diferencia entre rapidez y velocidad.
	Correcta Caso 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. NUEVE</b> La presencia de obstrucciones provenientes de la semántica sobre la sintaxis y viceversa.</li> </ul>	Escribe las unidades correctamente, pero verbaliza otras. Dice metros cuadrados ( $\text{m}^2$ ) y escribe metros sobre segundo (m/s).
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número signado.  <math>A_2 = 0 - 50 \text{ m/s}</math></li> <li>• Surge el Número aislado.  <math>A = -25 \text{ m/s}^2</math></li> </ul>

EPISODIOS	SOLUCIÓN	TENDENCIAS COGNITIVAS	JUSTIFICACIÓN DE LA T.C.
PROBLEMA 5.  M.U.A.  <b>"DEBEMOS CAMBIAR"</b>	Correcta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. TRES</b> Retorno a situaciones más concretas, cuando se presenta una situación de análisis.</li> </ul>	Al aplicar fórmulas, el estudiantes reconoce la necesidad de convertir las unidades para trabajar en un mismo sistema.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número signado. <math>A = 0 - 16.6 \text{ m/s}</math></li> <li>• Surge el Número aislado. <math>A = - 1.66 \text{ m/s}^2</math></li> </ul>
PROBLEMA 6. M.R.U.  <b>"POR LÓGICA"</b>	Correcta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. TRES</b> Retorno a situaciones más concretas, cuando se presenta una situación de análisis.</li> </ul>	Realiza una secuencia del comportamiento del movimiento y fracciona los datos en tercios y medios.  $15 \text{ km} / 60 \text{ min}$ $4 \text{ km} / 60 \text{ min}$ $10 \text{ km} / 40 \text{ min}$ $2 \text{ km} / 30 \text{ min}$ $5 \text{ km} / 20 \text{ min}$  No aplica fórmulas físicas literalmente, es decir, relaciona distancia tiempo sin mencionar la velocidad.
PROBLEMA 7. M.U.A.  <b>"FREAR SIN DETENERSE"</b>	Correcta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. ONCE</b> Necesidad de dotar de sentido a las redes de acciones cada vez más abstractas hasta convertirlas en operaciones.</li> </ul>	El alumno reconoce la facilidad que lleva trabajar con fórmulas, una vez que dotó de sentido las operaciones involucradas.  Manejo de Velocidad, al frenar sin detenerse, es decir $V_f$ diferente de $0 \text{ m/s}$ .
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número signado. <math>A = 20 \text{ km/h} - 60 \text{ km/h}</math></li> <li>• Surge el Número aislado. <math>A = -1.3 \text{ m}^2</math></li> </ul>

EPISODIOS	SOLUCIÓN	TENDENCIAS COGNITIVAS	JUSTIFICACIÓN DE LA T.C.
PROBLEMA 8.  M.U.A.  <b>"ARRASTRÁNDOLAS SIEMPRE"</b>	Correcta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. TRES</b> Retorno a situaciones más concretas, cuando se presenta una situación de análisis.</li> </ul>	Aplicación directa de fórmulas.  Mientras que E intenta convencer al A que solo coloque las unidades en el resultado, éste reconoce que el arrastrar las unidades durante el proceso de resolución del problema le sirve de guía.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número sustractivo.  A = 20 m/s - 0 m/s.</li> </ul>
PROBLEMA 9.  M.U.A.  <b>"AL MEJOR CAZADOR SE LE VA LA LIEBRE"</b>	Correcta Caso 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. NUEVE</b> Presencia de obstrucciones de la semántica sobre la sintaxis y viceversa.</li> </ul>	Colocación incorrecta de Velocidades inicial y final, al sustituir en la fórmula de aceleración.
	Incorrecta Caso 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. CINCO</b> Lecturas hechas en estratos de lenguaje que no permitirán resolver la situación problemática.</li> </ul>	Conversión parcial de unidades para el caso 2. Aunque domina las conversiones y la identificación de datos, convierte la distancia a metros y el tiempo lo deja igual, colocando las unidades correctas como si hubiese hecho la conversión completa.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número sustractivo.  A = 16 m/s - 2.2 m/s</li> </ul>

EPISODIOS	SOLUCIÓN	TENDENCIAS COGNITIVAS	JUSTIFICACIÓN DE LA T.C.
PROBLEMA 2. CAÍDA LIBRE  <b>"CUANDO DEJE DE CAER, SERÉ LA MISMA"</b>	Incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. OCHO</b> La presencia de mecanismos inhibitorios.</li> </ul>	No reconoce que la piedra al compartir el movimiento del globo, tiene una velocidad diferente de cero, ya que no parte del reposo. <b>"Aunque dejes de empujarme me seguiré moviendo"</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. CINCO</b> Lecturas hechas en estratos de lenguaje que no permitirán resolver la situación problemática.</li> </ul>	Indica que el valor de la velocidad inicial y final en caída libre son iguales, cuando parte del reposo y se detiene al dejar de caer, sin recordar que antes de tocar el suelo la piedra lleva cierta velocidad.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número sustractivo.  <math>t = 24.49 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}</math></li> </ul>
PROBLEMA 3. CAÍDA LIBRE  <b>"ABUSANDO DEL TIEMPO"</b>	Incorrecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. SEIS</b> La articulación de generalizaciones erróneas.</li> </ul>	Asigna erróneamente el valor del tiempo.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. CINCO</b> Lecturas hechas en estratos de lenguaje que no permitirán resolver la situación problemática.</li> </ul>	No reconoce la fórmula para resolver el problema. Usando la correspondiente a un movimiento rectilíneo uniforme.
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>T.C. DOS</b> Dotación de sentido intermedios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surge el Número sustractivo.  <math>t = 44.72 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}</math></li> </ul>



4.2 TABLA DE RESPUESTAS

27 ESTUDIANTES DEL GRUPO 2° "L".

	CORRECTAS C		INCORRECTAS I		NO CONTESTO NC		INCOMPLETA INC		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	I	I	NC	C	I	C	I	I	INC
2	I	I	I	INC	I	C	I	I	INC
3	I	I	NC	INC	I	I	I	I	INC
4	NC	NC	I	I	I	I	I	I	INC
5	I	I	I	I	I	I	I	I	INC
6	I	I	NC	INC	I	I	I	I	INC
7	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC
8	I	I	I	INC	I	I	I	NC	INC
9	NC	I	I	INC	I	I	I	I	INC
10	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC
11	I	I	NC	NC	I	I	I	I	INC
12	I	I	I	I	I	NC	I	I	NC
13	I	I	I	I	I	NC	I	I	NC
14	I	I	I	I	I	I	I	I	INC
15	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC
16	NC	NC	I	INC	I	I	I	I	I
17	I	I	I	C	I	I	I	I	I
18	NC	NC	NC	I	I	I	I	I	INC
19	I	I	I	C	C	C	C	C	INC
20	I	I	I	NC	I	I	NC	I	I
21	I	NC	I	I	I	I	I	NC	INC
22	I	I	I	NC	I	I	I	I	NC
23	NC	I	I	INC	I	I	I	NC	I
24	I	NC	I	INC	I	I	I	I	INC
25	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC
26	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC
27	I	I	I	INC	I	I	I	I	INC

### Gráfica de Respuestas

■ INCORRECTAS ■ CORRECTAS ■ NO CONTESTO ■ INCOMPLETA

