



UNIVERSIDAD
PEDAGOGICA
NACIONAL

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL

SECRETARIA ACADEMICA

DIRECCION DE INVESTIGACION

COORDINACION DE ESPECIALIZACIONES

ESPECIALIZACION EN DOCENCIA PARA EL BACHILLERATO

PROPUESTA DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA EN EL
BACHILLERATO DE LA CAIDA DE LOS CUERPOS

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA
ESPECIALIZACION EN DOCENCIA PARA EL
B A C H I L L E R A T O
P R E S E N T A :

BERNARDO ORDOÑEZ PEREZ

ASESOR: DR. FERNANDO FLORES CAMACHO

MEXICO D. F.



ABRIL DE 2002

**Con cariño, para mi esposa Eva y
a mis hijos Jorge y Humberto.**

Índice

Página

1. Introducción	1
2. Marco de referencia	
2.1 Diseño y Desarrollo de la Propuesta Didáctica	
2.1.1 Marco Teórico	2
2.1.2 Propósito y Metodología	19
2.1.3 Desarrollo de la Propuesta Didáctica	24
3. Propuesta Didáctica	
3.1 Aplicación de la Propuesta Didáctica en el Aula	30
3.2 Marco Teórico del concepto de Caída de los Cuerpos	31
3.3 Plan de clases para cada sesión de trabajo en el aula	37
3.3.1 Sesión 1. Análisis de Textos de los periodos Aristotélico, Medievales y Galileanos	39
3.3.2 Sesión 2. Actividad Experimental de Caída de los Cuerpos.	45
3.3.3 Sesión 3. Análisis de Vídeo y deducción de los Modelos Matemáticos.	57
3.3.4 Sesión 4. Resolución de Problemas de Caída de los Cuerpos.	61
3.3.5 Sesión 5. Evaluación Formativa.	68
4. Resultados	75
4.1 Recolección de Datos.	76
4.2 Organización de la Información.	78
4.3 Procesamiento de la Información.	78
4.4 Síntesis de la Información Recolectada.	79
4.5 Interpretación de la Información.	81
5. Conclusiones.	82
6. Recomendaciones.	84
7. Referencias.	86

Anexos

Anexo 1. Evidencias del Trabajo de los Alumnos.	88
Anexo 2. Evidencias de la Evaluación Formativa.	90
Anexo 3. Evidencias del trabajo de los Alumnos recopilados por el Profesor durante el Desarrollo de la Estrategia.	96
Anexo 4. Registros efectuados durante el proceso de la Enseñanza-Aprendizaje.	100
Anexo 5. Guía de Observación.	108
Anexo 6. Evidencias del Cambio Conceptual de los Alumnos.	112

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Ciencia tiene cada vez mayor importancia en nuestro país. Por este motivo, diversas instituciones de nivel medio superior preparan a su personal docente con el propósito de favorecer el cambio conceptual de los alumnos respecto al aprendizaje de la Física y obtener de esta manera, un mejor rendimiento en su desempeño escolar.

Bajo este contexto, se seleccionó como tema central del presente trabajo la enseñanza del concepto **Caída de los Cuerpos**.

En primera instancia, se llevó a cabo un estudio y análisis del concepto **caída de los cuerpos** a través de la historia. Posteriormente, se elaboró una estrategia didáctica con enfoque constructivista que consiste en considerar las ideas previas de los estudiantes sobre este tema. Finalmente, se incorporaron estrategias de enseñanza-aprendizaje aportadas durante el desarrollo de la especialidad. Lo anterior, permitió contar con elementos probados en alumnos que se encontraban en ese momento cursando la materia de Física en el Colegio de Bachilleres, obteniendo un efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

Considerando la importancia de este tema en la parte de **Mecánica**, se pretende aportar elementos conceptuales, recursos y materiales de apoyo didáctico, necesarios para su enseñanza, con el propósito de que los docentes de nivel medio superior interesados en mejorar el desarrollo de sus clases, logren la construcción del cambio conceptual en los alumnos, respecto de la **caída de los cuerpos**.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Diseño y Desarrollo de la propuesta Didáctica.

2.1.1 Marco Teórico.

La Física es una ciencia, en la cual intervienen diferentes disciplinas para su estudio y comprensión. En la educación de nivel medio superior, se deben considerar las diferentes corrientes de pensamiento que existen. De tal suerte, la enseñanza del tema **caída de los cuerpos** tiene connotaciones históricas relevantes que permiten entender la fenomenología que lo representa.

Derivado de lo anterior, podemos decir que la Historia de la Ciencia adquiere importancia relevante en la educación, ya que aporta elementos para comprender la construcción de los conceptos, proporcionando mayores alternativas para lograr el cambio conceptual en los alumnos. Esto no significa que la Historia se convierta en una serie de anécdotas, relatos o repetición de experimentos, sino que la información que se obtiene es analizada, resaltando la evolución del pensamiento y cambios conceptuales en diferentes épocas, lo que dio origen a la Ciencia Moderna. En este sentido, se busca hacer énfasis en la trascendencia de hechos simples, señalando elementos que contribuyeron a la comprensión del pensamiento al interior de la Física. Estos aspectos son importantes para el estudio del génesis y estructura de los conceptos físicos. De esta manera, situaciones estructuradas ofrecen al estudiante oportunidades que le permiten generar un pensamiento científico y por consiguiente, los propios conceptos físicos.

Para lograr la comprensión de estos conceptos por parte de los alumnos, es conveniente tener presente que los elementos de pensamiento característicos de una época están determinados por la ideología que le es propia y que, por lo tanto, para juzgar la labor realizada en el pasado respecto de dichos conceptos, es necesario tomar en cuenta aspectos interpretativos y de conceptualización, niveles de problemática, instrumentos de medición y formas de control experimental. Si se incorporan estos al diseño de una propuesta educativa, entonces se tendrá la alternativa de no solo de reproducir experimentos cruciales, sino de ofrecer una secuencia didáctica de experiencias que proporcionan a los estudiantes una forma más significativa de aprendizaje en la estructuración de los conceptos físicos, aportando los elementos de pensamiento necesarios para su comprensión¹.

En adición a lo anterior, es necesario identificar a la Física como una ciencia que estudia la naturaleza desde un punto de vista experimental, donde se requiere de situaciones creadas y mediciones, encaminadas al establecimiento de teorías, principios y leyes que explican los fenómenos que tienen lugar en la naturaleza.

Las Causas que dan origen a la Construcción de Conceptos Físicos.

Si tomamos en cuenta que la ciencia es la búsqueda de las causas, entonces podemos señalar que el objeto de nuestra búsqueda es el conocimiento de la causa de los fenómenos de la naturaleza. El hombre interpreta "que sabe una cosa" hasta que entiende su porqué, es decir, hasta que capta su causa primaria.

Sin embargo, cuando se trabaja en Física, como dice Bertrand Russell "la causalidad es la razón por la que la Física ha dejado de buscar las causas, que

en realidad no existen". La causalidad es uno de los tantos elementos que se dan por buenos entre los filósofos, es una reliquia de una época pasada que sobrevive como la monarquía, porque se supone erróneamente que no hace ningún daño. Actualmente, se considera a la causalidad como un concepto inexacto y ambiguo cuando se lleva al marco de la ciencia. Si la causalidad falla, entonces es remplazada por conceptos mas precisos que convienen a las necesidades de la investigación científica². Bajo este marco de referencia, la forma de intuir un pensamiento crítico en los alumnos que les permita asociar diferentes eventos científicos, es la interpretación causal entendida como la asociación invariante de una cosa con otra. El fundamento causal se concibe como la causa que da lugar a una consecuencia. La vinculación causal es contingente, es decir, cuando pudo haber sido distinta de como sea.

La causalidad es una relación de dependencia funcional. Según Russell, los físicos no usan el termino causa, sino que se valen de ecuaciones diferenciales. Esto significa que un físico concibe lo que esta haciendo, hasta que aplica una descripción matemática, utilizando leyes. Por lo tanto, separa el formalismo de la física de su interpretación. Ahora bien, no esta claro en que punto de la interpretación el físico deja de ser un físico y se convierte en un usuario antropomórfico del lenguaje, y lo más inquietante, tampoco es claro en qué momento deja de ser científico y se convierte en metafísico.

1 Flores Camacho Fernando, 1986

2. Marx W. Wartofsky, 1983.

Otro aspecto de la causalidad es la relación de acción por contacto, acción a distancia y acción por simpatía. La noción básica y elemental de la relación causal es la acción. Muchos de los problemas que se plantean en Física tienen que ver con la fuerza, por ejemplo, en las leyes de Newton para los campos gravitacionales o con Faraday, para los campos eléctricos. En las escuelas se utilizan modelos que tienen una relación de fuerza por contacto. Es importante considerar estos aspectos en la elaboración de la propuesta didáctica, a fin de influir en la generación de los conceptos de los alumnos.

La Observación

La observación es un aspecto importante que debe ser tomado en cuenta en el desarrollo de la propuesta didáctica. Nuestro conocimiento del mundo exterior se adquiere por medio de la experiencia. Asimismo, los conocimientos científicos que adquirimos acerca de la naturaleza son en cierto sentido producto de nuestra percepción sensorial. La caída de los cuerpos es aparentemente un evento claro y sencillo, donde la observación es solo una parte de la serie de acontecimientos que nos llevan a su entendimiento. Sin embargo, muy a menudo vemos solo aquello que queremos, o bien, lo que se nos impone, queramos o no, pretendiendo que observamos. De tal suerte que nuestro sentido común nos engaña y nos hace equivocarnos. Por ejemplo, cuando nos encontramos en el alto de un semáforo dentro de nuestro automóvil, a veces percibimos que nos movemos hacia atrás y pisamos el freno cuando realmente los que se mueven son los otros autos. Eventos como este nos dan la idea de que lo que observamos es lo que queremos ver, influidos por nuestro entorno y la actitud mental en que nos encontremos.

La caída de los cuerpos es un fenómeno donde la observación nos indica de forma natural y cotidiana, que los cuerpos pesados caen primero que los ligeros. Esta idea ha imperado desde la antigüedad, ya que la percepción sensorial es el enfoque primario del conocimiento, entendido como un elemento original y primitivo de la percepción. Esto nos vincula con las primeras formas del empirismo, no obstante, en la actualidad la percepción de este evento hace necesario considerar un enfoque epistemológico: "nada hay en el entendimiento, que no haya estado primero en los sentidos". Si adoptamos este punto de vista, estaremos listos para admitir que la observación es la clave para construir la idea científica, es decir, el fenómeno se convierte en un observable³.

Epistemología

La epistemología es el estudio del desarrollo de la ciencia, uno de sus obstáculos es el pensamiento empírico. El pensamiento empírico es claro e inmediato, de ahí que los estudiantes de bachillerato a menudo adoptan una actitud científica improvisada. Por ello, es necesario proponer un enfoque epistemológico que influya en la práctica educativa, donde se tome en cuenta el desarrollo histórico del pensamiento científico. Esta propuesta incluye el planteamiento de problemas y preguntas bien fundamentadas que den origen al pensamiento científico en los estudiantes. Debemos considerar que la Historia tiene un efecto hostil y normativo en ellos, por tal motivo, la selección de documentos debe ser cuidadosa, desde el punto de vista de la razón y hasta la razón evolucionada.

3 Marx W. Wartofsky. 1983.

4. Gaston Bachelard. 1985.

De tal manera, que un hecho mal interpretado en una época, sigue siendo un hecho para un historiador, pero para la idea epistemológica es un obstáculo, es decir un contrapensamiento⁴. Por lo anterior, los aspectos antes mencionados hacen que los recursos históricos seleccionados para el desarrollo de la propuesta sean revisados cuidadosamente antes de la aplicación en un ambiente real.

Proyecto Didáctico

Los conceptos epistemológicos mencionados anteriormente tienen el propósito de aportar elementos para la planeación de la enseñanza de la Física en el nivel bachillerato. Asimismo, es necesario persuadir a los docentes para adoptar nuevos enfoques en su enseñanza, incorporando elementos que puedan ser aplicados y adaptados a la población de estudiantes del Colegio de Bachilleres. El proyecto debe considerar aspectos matemáticos, experimentales e históricos para promover un aprendizaje significativo en los estudiantes. Para esto, se propone que el profesor que decida adoptar este proyecto debe tener confianza al experimentar con distintos tipos de enseñanza, después de todo la cultura de los jóvenes y el cuerpo de doctrinas en la educación han avanzado con gran rapidez en las últimas décadas, por lo que es posible actualizar la práctica didáctica, así como las científicas. Por otro lado, es conveniente tomar en cuenta que la educación se logra estableciendo puntos de vista que permitan la generalización y la aplicación de diferentes tipos de enseñanza en una variedad de circunstancias. De tal suerte que, la combinación de conceptos epistemológicos, experimentales y matemáticos en la enseñanza de la Física, da origen a una base más sólida de aprendizaje en los estudiantes, que tendrá aplicación en sus estudios futuros y posteriormente en su desarrollo profesional. Aunque el tipo antiguo y lineal de los cursos de ciencia es más fácil de enseñar, no es apropiado para las clases que

tienen estudiantes interesados en conocer el significado de la ciencia y que se consideran dispuestos a ser preparados como estudiantes de Física⁵. Vale la pena para los docentes tomar el riesgo de llevar a cabo un plan de enseñanza aprendizaje, utilizando nuevos enfoques, ya que los beneficios redundan en experiencia, actitud y resultados positivos en ambos, estudiantes y profesores.

Otro aspecto a considerar en planeación de la enseñanza de la Física es la identificación de las teorías que se van a analizar. Para identificarlas no basta con captar su estructura formal, sino que además hay que conocer sus aplicaciones paradigmáticas, es decir, analizar como nació la teoría, como evoluciono, que aplicaciones sirvieron de ejemplo para hallar otras aplicaciones. En este sentido, las revoluciones científicas únicamente se caracterizan de cambios profundos que atañen a la parte esencial de la teoría o núcleo de la misma. Estos cambios son eminentemente conceptuales. De tal suerte que podemos interpretar que las revoluciones científicas implican cambios en la visión del mundo y no meramente en los hechos conoridos⁶. Lo importante en la identificación de las teorías de caída de los cuerpos es conocer los conceptos que imperaron en diferentes épocas, analizar su evolución y ayudar en la construcción de un concepto propio a partir de la información analizada.

Para llevar esto a las aulas y tomando como referencia la experiencia de investigadores en educación, debemos considerar que la motivación de los alumnos juega un papel fundamental, sobre todo si se toma en cuenta el interés particular que tienen en trabajar determinados temas.

5. Geral Holton. 1979.

6. C. Ulises Moulines. 1988.

Al respecto, podemos citar a Piaget " Comprender consiste en extraer la razón de las cosas mientras que tener éxito no es mas que utilizarlas con éxito". Precizando, tener éxito es comprender en acción una situación dada a un grado suficiente que permita alcanzar el objetivo propuesto. Por otra parte, comprender significa tener éxito para dominar un pensamiento en las mismas situaciones hasta el punto de resolver los problemas que se plantean en cuanto al por qué y al como de las relaciones constatadas y utilizadas en la acción.

En la práctica educativa es muy frecuente observar que los profesores tenemos bastante dificultad para controlarnos o abstenernos de intervenir en el trabajo de experimentación de los alumnos. Por lo general, siempre intervenimos para impedir que los alumnos cometan errores que puedan comprometer el éxito de la tarea. De esta manera se mantiene una presión constante en los alumnos para lograr éxito, pues consideramos éste como la culminación del acto didáctico.

Psicología en la Enseñanza

El aspecto Psicológico desempeña un papel importante y fundamental para despertar en los alumnos interés por diferentes temas de estudio. De ahí que la motivación que se fomente en los alumnos, les permitirá una mayor participación en el logro de los objetivos de la enseñanza aprendizaje, realizando actividades de investigación, prácticas, elaboración de cuestionarios, desarrollo de temas científicos, etc. Para inducir la motivación nos podemos auxiliar de la Psicología y de la Epistemología, ya que nos ofrecen numerosos hechos experimentales en un contexto teórico y coherente que permite al docente fundamentar la iniciación y formación científica en los alumnos, mediante una aplicación adecuada y una buena comprensión de la teoría que se impone, antes de efectuar cualquier aplicación.

Un alumno que se encuentra motivado y con plena confianza en lo que realiza podrá explicar el éxito al comprender el trabajo que realiza en clases, proporcionando pruebas para evitar el fracaso. El fracaso engancha al sujeto, le contraria, le provoca y le facilita la toma de conciencia, ya que la constatación del fracaso repercute en una revisión de los medios empleados⁷. Por ello, podemos adoptar la posición de que los alumnos aprendan de sus propios errores.

Los aspectos anteriormente descritos nos permiten advertir que la verdad científica no se encuentra de una vez por todas, sino que es una perpetua búsqueda a través de la investigación y la reflexión continua. Por lo que en muchas ocasiones, el trabajo que se hace dentro del marco escolar va en sentido inverso a la visión de que la ciencia es una serie de teorías y leyes que se deben aplicar sin discusión. Por lo tanto, enseñar Física, no es nada más enseñar un contenido, sino una actitud de búsqueda continua.

El modelo tradicional de enseñanza propone un esquema de conocimiento para el alumno y determina a priori un conjunto de modalidades de intervención, donde regularmente se le atribuye al alumno un papel fundamentalmente pasivo, mientras que el maestro es activo. Por lo tanto, este esquema no da un espacio necesario al alumno para que desarrolle una actividad real. Para cambiar estas modalidades, es necesario tener siempre presente que la comprensión de una noción o de un concepto, no importa el campo de conocimiento que se trate, pero sobre todo en Física, implica la gestión de la aproximación experimental y no solamente la posesión de una cierta cantidad de información. Ciertamente las conferencias, exposiciones, videos, etc., aportan mucha información que puede ayudar a la comprensión de diversos contenidos, sin embargo, en ningún caso, tales aproximaciones pueden construir por sí mismas la comprensión conceptual de los alumnos. Es por ello, que la enseñanza de la Física no debe reducirse a

una transmisión de contenidos, se trata mas bien de desarrollar en los jóvenes alumnos una actitud experimental y de cuestionamiento de la realidad, que les permita mas tarde una mejor comprensión de los conocimientos científicos.

Una verdadera formación científica debe ofrecer a los alumnos la posibilidad de experimentar y de plantearse problemas, de buscar activamente la respuesta a sus cuestiones a través de la manipulación y la observación de los fenómenos. En esta perspectiva, el docente debe conducir y entusiasmar a sus alumnos para que realicen siempre una búsqueda activa de la información, que aprendan a aprender por si mismos y en colaboración con los demás⁷.

El docente del área de Física, debe hacer todo lo posible para que la experimentación y manipulación de los alumnos pueda realizarse, dándoles el tiempo y el espacio necesarios para actuar en horas clase, prácticas de laboratorio y actividades extra clase. Al mismo tiempo debe acostumbrar a los alumnos a arreglárselas solos, en el sentido de hacerlos autónomos y responsables, creando en ellos una actitud crítica que los lleve a pensar y reflexionar en las consecuencias y alcances de sus actos y en todo lo que pasa en su alrededor.

Si tomamos en cuenta que la mayoría de los estudiantes de Bachillerato son adolescentes, entonces es posible considerar que tienen una concepción de lo que debería ser real si tal o cual condición hipotética se cumpliera. Esta es la lógica que ha evolucionado en ellos desde que eran niños. El pensamiento formal que ellos operan es una relación entre lo real y lo posible; por lo que esencialmente, se inclina hacia lo hipotético – deductivo, es decir el alumno vincula proposiciones extrayendo sus consecuencias necesarias, incluso cuando su verdad experimental no va más allá de lo posible⁸.

De lo anterior se deriva que los alumnos de nivel Bachillerato tienen una concepción de la Ciencia y de los fenómenos físicos, acorde con su edad y su medio. Esto los lleva a emitir juicios sobre los conocimientos que adquieren, por lo que es posible decir:

Los alumnos construyen el conocimiento científico a partir de sus ideas y representaciones previas más o menos intuitivas, más o menos erróneas y más o menos esquemáticas, sobre la realidad a la que se refiere dicho conocimiento. La enseñanza de la ciencia consiste pues, en promover un cambio en dichas ideas y representaciones con el fin de acercarlas progresivamente al entramado conceptual y metodológico del conocimiento científico, tal como aparece estructurado en el momento actual.⁹

7. María Salud Agassiz Núñez. Documento sin publicar.

8. B. Inhelder y J. Piaget. 1979.

9. Flores Camacho Fernando. 1986.

Para promover un cambio en ideas y representaciones y lograr aprendizajes significativos, tenemos que partir del nivel de desarrollo de los alumnos, ya que los conocimientos previos con los que acceden al aula determinan los materiales de aprendizaje a aplicar para inducir la construcción de conceptos científicos.

Pensamiento formal.

La investigación educativa realizada en las últimas décadas sobre el aprendizaje y enseñanza de la ciencia, determina que el rasgo característico es el enfoque constructivista. Al respecto, es conveniente recurrir al siguiente lema:

“Si tuviese que reducir toda la Psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor mas importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia”.¹⁰

Ya que una de las cuestiones importantes, es conocer las características generales de lo que un estudiante de Bachillerato promedio puede desarrollar en lo referente a su pensamiento, entonces podemos tomar como referencia el trabajo de Piaget quien, tras largos años de investigación, propuso una teoría según la cual el desarrollo de la inteligencia, pasa por cuatro fases o estadios cualitativamente distintos. Cada estadio se caracteriza no sólo por una mayor inteligencia, sino sobre todo por una inteligencia diferente y crecientemente más compleja.

En la edad de recién nacidos - 2 años el estadio es sensor y motor; de 2-7 años, es preoperacional, de 7-11 años se dan operaciones concretas y de 12 -16 años las operaciones son formales. Ya que muchos de nuestros estudiantes están

contenidos en el rango de edad hasta los 16 años, es conveniente saber, que el rasgo característico es el pensamiento formal.

El pensamiento formal piagetano es un análisis psicológico de los procesos y estructuras necesarios para enfrentarse a la realidad con la mentalidad de un científico. Las operaciones formales trascienden lo real, el aquí y ahora, para plantearse en un mismo nivel de análisis lo potencial o lo posible. Las operaciones formales, en cuanto a descripción psicológica del pensamiento científico, no se referirían tanto a la realidad próxima como a todas las realidades posibles. En el pensamiento formal de lo real pasa a ser un subconjunto de lo posible. La Ciencia no se refiere nunca a una realidad concreta, aunque pueda aplicarse a ella, sino que se refiere sobre todo a lo posible y a lo necesario. Trata de establecer ciertas leyes necesarias en lugar de ocuparse solo de la realidad contingente, como haría una persona que utiliza un pensamiento concreto. Lo anterior permite comprender que las operaciones formales son operaciones de segundo orden, es decir, operaciones sobre operaciones. Ello supone que las operaciones formales se basan en algún lenguaje o sistema de símbolos, mediante el que se representan los objetos, más que en los objetos mismos. Las matemáticas, el álgebra y el lenguaje químico son buenos ejemplos de estos sistemas de simbolización. Esto supone que el pensamiento formal se apoya en un código o lenguaje simbólico, sin cuyo dominio será muy difícil, sino imposible, comprender la Física, ya que estaríamos limitados a razonar sobre objetos reales y no sobre sistemas simbólicos.

La relación que esto tiene con nuestros estudiantes de Bachillerato, es que en condiciones normales de escolarización, el pensamiento formal es casi universal, es decir la mayor parte de los adolescentes mayores de quince años y los adultos serían capaces de utilizar espontáneamente, formas de pensamiento formal. Por

lo que es posible que los alumnos desarrollen estructuras lógicas de carácter general que subyacen a uso de cada uno de los esquemas u operaciones formales, dando con esto un carácter proposicional. es decir, se solidariza con diversos esquemas y dominios de conocimiento y aplicaciones.

En resumen, el adolescente es capaz de pensar y de concebir la realidad de un modo distinto al de los niños. Por lo que en esta etapa educativa se deben diferenciar claramente los objetivos, así como los contenidos y métodos de enseñanza.

Por otro lado las ideas previas que los alumnos tienen sobre los conceptos en la Física y en específico, sobre el tema de caída de los cuerpos, deben ser tomados en cuenta de una manera constructivista para entender el funcionamiento psicológico de los alumnos, con lo cual podemos conocer su mundo de un modo directo y no a través del filtro impuesto por nuestras ideas o expectativas.

Constructivismo

La idea constructivista que podría resumirse brevemente con una frase de Kofka: "vemos las cosas no como son sino como somos nosotros", supone que siempre que tratamos de entender o dar significado a algo lo hacemos a partir de una idea o un conocimiento previo que tenemos.

La aplicación directa del constructivismo en el Colegio nos lleva a dos principios muy importantes: **lo que hago depende de lo que me dice mi teoría sobre el mundo, no de cómo es el mundo en realidad.** "Puede que la serpiente sea una cuerda, pero como quizá la silla sea un holograma, pero me siento; puede que el guardia de tráfico solo quiera saber el resultado del partido, pero los nervios se me agarran al estómago cuando lo veo acercarse; es posible que la clase esté inquieta porque la madre de Diana ha tenido que ir al hospital; pero mi reacción es la de creer que no les gusta y que los vikingos les aburren. **Sin embargo, lo que sucede después, depende de cómo es el mundo en realidad, no de cómo creo que es.** Si cometo el error contrario y creo que la serpiente es un trozo inofensivo de cuerda vieja, esto no va a impedir que me muerda"¹¹.

Tomando como referencia el párrafo anterior, podemos deducir que los alumnos, al observar el fenómeno de caída, determinan que los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros. De esta manera, la tarea de la propuesta es que ellos interpreten esta condición cuando se aplica un vacío, situación no muy frecuente de lograr. En estas condiciones, lo que suponen que sucede al observar la caída de los cuerpos, no es la realidad. Por lo tanto, las condiciones que se crean en el

vacio les ayudarán a conocer y reflexionar que hay situaciones que no necesariamente concuerdan con lo que creen.

Entender el aprendizaje metodológico y actitudinal como un proceso de cambio conceptual supone vincular, explícita y deliberadamente ambos tipos de aprendizaje a través de técnicas y recursos didácticos. Se trata de inducir el cambio conceptual en el aula a partir de los conocimientos de los alumnos, modificándolos mediante la presentación y al análisis de un conocimiento científico más elaborado. Esto solo será posible si el conocimiento científico se presenta de modo que haga referencia al mundo cotidiano del alumno, donde se originan sus conocimientos previos "

Así, el "cambio conceptual" no debe entenderse como un proceso de sustitución de unos conocimientos por otros, sino como un proceso de evolución de las ideas de los alumnos, que no es instantáneo y requiere tiempo. Los conocimientos deben apoyarse también en una restricción en el uso de las reglas de interferencia cotidiana en contextos científicos, además en un cambio estructural que haga posible el uso de esquemas causales y explicativos más complejos.

El aprendizaje significativo es siempre el producto de la interacción entre un conocimiento previo activado y una información nueva. Para lograr ese aprendizaje, un requisito esencial es disponer de técnicas y recursos que permitan activar los conocimientos previos de los alumnos para confrontarlos con la nueva información. Al respecto, una de las asignaturas pendientes para que la propuesta constructivista sea viable es precisamente, la elaboración de recursos eficaces para activar, evaluar y modificar los conocimientos¹⁰.

Parte del éxito de la tarea de enseñar la Ciencia es el uso de subsumidores, los cuales son conceptos, ideas o proposiciones ya existentes en la estructura cognitiva. Los subsumidores son capaces de servir de anclaje para una nueva información, de modo que ésta adquiriera un significado para el alumno. De esta manera, el aprendizaje significativo se "ancla" en conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva para ser retenidos, entre tanto, otras ideas, conceptos, proposiciones funcionan en la estructura cognitiva. Además de los subsumidores, existen organizadores previos que apoyan y propician un aprendizaje significativo y sirven a los alumnos de puente entre lo que saben y lo que precisan saber.

Por último, la evaluación supone buscar evidencias de aprendizajes significativos logrados. Para ello, se deben considerar las causas, ejemplos, explicaciones y maneras de resolver problemas típicos por parte del alumno. La memorización de proposiciones y formulas no deben ser incluidas.¹²

Los elementos mencionados son sugerencias y será necesario introducirlas en las escuelas de nivel medio superior en algún momento. Este es un desafío para nuestra sociedad e independientemente de la situación económica, cantidad de alumnos, infraestructura y problemática escolar derivada de la edad de nuestros estudiantes adolescentes y docentes, se debe ofrecer a los alumnos una verdadera formación científica, en beneficio del desarrollo de nuestro país.

11 . Pozo Juan Ignacio . 1972 .

12 . Moreira Marco Antonio . 1991

2.1.2 Propósito y Metodología

Considerando que la concepción de Ciencia está en proceso de evolución o cambio continuo, de acuerdo con las corrientes de pensamiento de la época, es necesario que la estrategia que se proponga evoque características constructivistas para favorecer el aprendizaje de los alumnos.

Bajo este contexto, el tema caída de los cuerpos en la enseñanza de Física de nivel medio superior se debe abordar con una tendencia constructivista, considerando los siguientes aspectos:

- Selección de temas relevantes y trascendentes.
- Planeación de sesiones, recopilando suficientes propuestas didácticas en diferentes temas de Física, con el propósito de contar con instrumentos probados para la elaboración de futuros trabajos.
- Adecuación de los tiempos en cada tema para su desarrollo de acuerdo con los objetivos.
- Instrumentación de un mecanismo de evaluación acordes con los métodos de enseñanza.
- Integración de una población de profesores cada vez mayor con la capacidad de entender y aplicar las propuestas didácticas producto de la especialidad.

En este sentido, en la planeación de la estrategia se consideran cinco sesiones con duración de 1.5 a 2 horas cada una y el uso de material didáctico (fotocopias y equipo de laboratorio) y de vídeo para representar la resistencia de los medios en la caída de los cuerpos.

Los elementos antes señalados permiten al profesor detectar los avances y tropiezos que surgen durante la incorporación de los aspectos fenomenológicos con los conceptos cinemáticos. Asimismo, estos elementos están encaminados a lograr que los alumnos identifiquen que en la caída de los cuerpos existe un movimiento uniformemente acelerado, que no se aprecia en la observación real de este fenómeno debido a la resistencia de un medio, que es fundamentalmente el aire.

Por otro lado, para lograr el cambio conceptual en los alumnos respecto del tema caída de los cuerpos, es adecuado tomar como punto de partida en la metodología de enseñanza, previo al desarrollo de la estrategia, la identificación de las ideas previas de los alumnos y la manera en que ellos relacionan este fenómeno en su entorno cotidiano. Esta identificación consiste básicamente en la aplicación de un cuestionario (Documento A), puso en evidencia los siguientes puntos:

- La manera como los alumnos conciben que los cuerpos con mayor masa caen con más velocidad.
- Para que exista un movimiento es necesario que esté presente una fuerza.
- La velocidad de caída de un cuerpo permanece constante durante el evento.

Lo anterior se manifiesta en los resultados, que se observan en el Documento B.

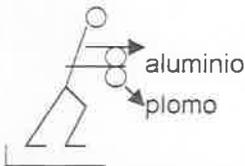
En la práctica, el proceso metodológico se desarrollo de la siguiente manera:

- 1) Detección de las ideas previas, a través de un cuestionario.
- 2) Análisis de textos históricos con respecto al concepto de caída de los cuerpos, dividido en tres períodos (aristotélico, edad media y galileano).
- 3) Actividad experimental.
- 4) Análisis del tema de caída de los cuerpos a través de un video.
- 5) Problemas tradicionales y contextualizados.
- 6) Evaluación formativa.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Contesta lo que se te pide en cada pregunta:

1.- Una persona deja caer dos objetos al mismo tiempo, si ambos son del mismo tamaño, pero de diferente material (aluminio y plomo).



a) ¿ Cual objeto caerá primero y porqué?

Si se sitúan dos observadores a diferentes alturas. Dibuja dentro del recuadro lo que crees que miran los observadores y que impresión tiene respecto a la caída de las bolas de aluminio y plomo.

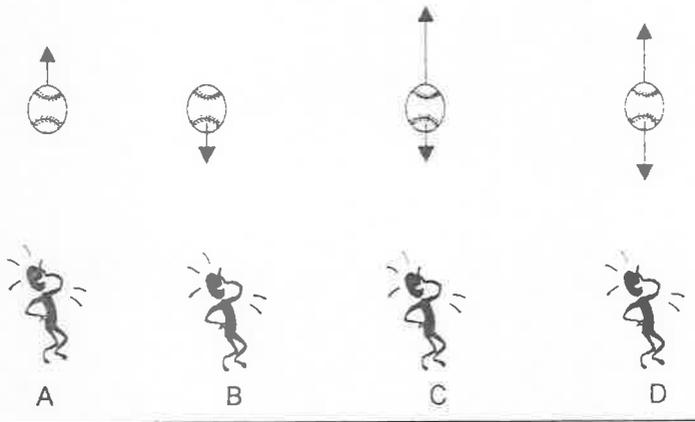
Dibuja lo que observarías en el piso
piso2

Dibuja lo que observarías en el piso
piso1



Nivel del piso

2.- Una persona lanza una pelota hacia arriba, como la muestra la figura. En este movimiento están implícitas algunas fuerzas que determinan el movimiento de la pelota.



a) ¿Qué dibujo crees que representa mejor las fuerzas que actúan sobre la pelota, cuando esta va subiendo?. Considerar que la fricción del aire es despreciable. _____

b) ¿Porqué elegiste esta opción?

Los resultados que arroja este cuestionario es materia de estudio para el profesor, ya que de esta manera puede solucionar la problemática que presenten los alumnos en cuanto a sus concepciones e ideas previas sobre la caída de los cuerpos.

En este sentido, el cuestionario fue aplicado a dos grupos de primer semestre del Colegio de Bachilleres en el turno vespertino, teniendo los siguiente resultados:

Total de alumnos.....	60
Alumnos que contestaron bien la pregunta 1	7
Alumnos que contestaron bien la pregunta 2	3

Como se observa el problema es real y los resultados preocupan, ya que no es fácil resolverlo. Para solucionar esto, no basta con haber detectado las ideas previas, sino que además se debe considerar que los estudiantes justifican y defienden sus posturas, con las cuales han aprendido a vivir y desarrollarse. Para cambiar estas ideas, es necesario que el profesor presente argumentos suficientes y contundentes que demuestren cómo desde la antigüedad se han planteado estos mismos problemas y como es que los conceptos han cambiado hasta adoptar nuevas posturas.

Nadie ha innovado ideas de la nada, el innovador principia con un conjunto de pensamientos, conocimientos y logros llevados a cabo por predecesores y contemporáneos. Newton dijo una vez que si había visto mas lejos que otros " ...es por estar parado sobre los hombros de gigantes."⁽¹⁴⁾ ,en particular se refería a Galileo.

Los resultados anteriores nos llevan a sugerir la siguiente propuesta didáctica.

2.1.3 Desarrollo de la Propuesta Didáctica.

Introducción.

La Ciencia es vista como un conjunto de elementos, cuya definición es difícil precisar, sin embargo, podemos decir que es la incorporación de diversas corrientes de pensamiento enfocadas a la explicación de ciertos fenómenos naturales. En este sentido, los conceptos en la Ciencia se van construyendo, es decir no son absolutos, sino que satisfacen los requerimientos de una época. Asimismo, las corrientes de pensamiento a través de la Historia pueden producir revoluciones científicas que provocan una modificación o sustitución de ideas. Esto significa que la Ciencia está en un constante cambio.

El aprendizaje de la Física es un proceso complejo. En dicho proceso se debe considerar al estudiante y lo que para él significa la Ciencia. Así mismo, para facilitar la incorporación de nuevos conocimientos, maestros y estudiantes deben interactuar de tal manera que los conocimientos se vayan construyendo, es decir, los estudiantes deben incorporar conceptos y así emitir juicios razonados. Lo anterior cambia la forma tradicional de evaluar el aprendizaje. Ahora, es importante que los profesores se den cuenta qué es lo que evalúan y constaten el nivel de aprendizaje de los estudiantes.

Para desarrollar la estrategia se consideraron diferentes momentos. Previo a la aplicación del trabajo, los alumnos reforzaron los temas de movimiento como son cambios de distancia y tiempo, rapidez, velocidad, aceleración y el concepto de fricción. Durante las clases trabajaron y reconocieron la importancia de los aspectos históricos en el estudio de los conceptos físicos. Se destacó que la Física es una Ciencia que está en evolución y que el concepto de caída de los cuerpos no está exento de este proceso. Considerando este punto de vista, se pretende transmitir a los alumnos esta manera de ver la

Ciencia, tratando de que construyan los conocimientos utilizando para ello materiales didácticos adecuados y accesibles. Lo anterior no es posible si no se toman en cuenta las ideas previas de los estudiantes. Si éstas son erróneas, es necesario cambiarlas mediante un desarrollo planeado, donde el razonamiento sea el mecanismo mediante el cual los estudiantes cambien sus ideas, aprendan de sus errores y además consideren que las respuestas que ellos tienen a ciertas preguntas no son del todo erróneas ya que, de su conocimiento depende como ellos desarrollan sus ideas y se hacen partícipes del proceso de construcción del aprendizaje.

Finalmente, la tarea de incorporar todos los elementos de las concepciones de Ciencia y el aprendizaje de los estudiantes, requiere de un gran esfuerzo al igual que una inversión de tiempo considerable. En este sentido, los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica para la enseñanza del tema caída de los cuerpos ha tenido resultados plausibles. Como se advierte en los registros que se llevaron durante la evaluación, los alumnos mostraron una actitud de cooperación que pone en evidencia un cambio conceptual en ellos a través de juicios razonados. Los términos físicos que utilizan son aceptables y lo mas satisfactorio es que la totalidad de los alumnos desarrollan un trabajo que permite observar su nivel de avance y por lo tanto, permite al profesor emitir las observaciones pertinentes antes, durante y al concluir la aplicación de la estrategia.

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL TEMA DE CAÍDA DE
LOS CUERPOS.

PERPECTIVA EDUCATIVA

En el siguiente cuadro se muestran las actividades, aprendizajes, habilidades lógico-metodológicas, tiempo, recursos y así como los conocimientos previos que deberán de desarrollar los alumnos para obtener resultados satisfactorios de la estrategia propuesta y en los cuales se van a tomar en cuenta los aspectos históricos, desarrollo del concepto y su relación con la forma de pensamiento de los estudiantes.

DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	JUSTIFICACIÓN	APRENDIZAJE Y HABILIDADES QUE SE PRETENDEN LOGRAR	REGISTRO	TIEMPO	RECURSOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS
<p>PRIMERA SESIÓN</p> <p>Desarrollo del concepto de caída de los cuerpos con base en el análisis de textos históricos, tomando como base las teorías que vivieron lugar en los periodos aristotélicos, medievales y galileanos</p>	<p>Se da la pauta para que el alumno identifique las concepciones históricas de la caída de los cuerpos y la forma de cómo se desarrollo este concepto</p>	<p>Capacidad para identificar las variables que influyen el movimiento de los cuerpos, su evolución y comparación con las concepciones actuales. Se desarrollan habilidades de comprensión de textos.</p>	<p>Cuaderno</p> <p>Mapa conceptual</p> <p>Hoja de registro</p>	<p>110 minutos</p>	<p>Fotocopias, pizarrón, gis de diferentes colores y borrador</p>	<p>Identificación de variables en sistemas físicos Manejo de unidades y conversiones Movimiento rectilíneo uniforme Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, velocidad media</p>

DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	JUSTIFICACIÓN	APRENDIZAJE Y HABILIDADES QUE SE PRETENDEN LOGRAR	REGISTRO	TIEMPO	RECURSOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS
<p>SEGUNDA SESIÓN Experimentación para la manipulación de dispositivos sencillos de laboratorio e interpretación de mediciones obtenidas de los cambios de velocidad de un balón que rueda por un plano inclinado y su relación con la aceleración constante</p>	<p>Se identifican las variables que influyen en la caída de los cuerpos, haciendo mediciones y obteniendo valores que, una vez analizadas dará cuenta de los experimentos de Galileo, lo que llevará a comprender el concepto de aceleración constante.</p>	<p>Sentido de interpretación del concepto de aceleración uniforme y su diferencia con una velocidad uniforme desarrollando habilidades lógico-metodológicas.</p>	<p>Cuaderno Hoja de registro</p>	<p>100 minutos</p>	<p>Fotocopias, pizarrón, gis de diferentes colores y borrador. Rampa de aluminio, cronómetros, reglas, transportador</p>	<p>Fricción, cinética y estática</p>

DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	JUSTIFICACIÓN	APRENDIZAJE Y HABILIDADES QUE SE PRETENDEN LOGRAR	REGISTRO	TIEMPO	RECURSOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS
<p>TERCERA SESIÓN</p> <p>Observación de un video de un experimento en donde caen cuerpos en diferentes medios.</p> <p>Deducción de las ecuaciones que determinan el movimiento de caída de los cuerpos, incorporando la relación encontrada en la actividad experimental con los aspectos cinemáticos de velocidad media y aceleración constante.</p>	<p>En el laboratorio no se cuenta con el equipo para realizar un experimento en el vacío, sin embargo con el objeto de entender el experimento pensado de Galileo, se presentará un video que muestre la caída de los cuerpos en diferentes medios, como aceite, glicerina y agua.</p>	<p>Habilidad para relacionar los resultados obtenidos con los planos inclinados, así como observar un experimento en la caída en diferentes medios e interpretar en forma más objetiva el experimento pensado de Galileo, así mismo para deducir las ecuaciones cinemáticas que describen este movimiento. Lo anterior para constatar que la caída de un cuerpo es independiente de su masa, logrando con esto habilidades de interpretación, deducción matemática e investigación.</p> <p>Se incorporan los aspectos matemáticos y fenomenológicos para la interpretación y relación del fenómeno.</p>	<p>Cuaderno</p> <p>Mapa conceptual</p> <p>Cuestionario</p> <p>Guía de lectura</p> <p>Hoja de registro</p>	<p>120 minutos</p>	<p>Fotocopias, pizarrón, gis de diferentes colores y borrador</p> <p>Televisión y reproductor de video</p>	
<p>$= \frac{1}{2} a \cdot t^2$</p>						

DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	JUSTIFICACIÓN	APRENDIZAJE Y HABILIDADES QUE SE PRETENDEN LOGRAR	REGISTRO	TIEMPO	RECURSOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS
CUARTA SESIÓN Resolución de problemas con enunciados contextualizados para la aplicación de $h = \frac{1}{2} a_y t^2$ y de ruta crítica con objeto de revisión del tema y que se incorporen los elementos históricos, experimentales y matemáticos.	Se debe encontrar una aplicación mas objetiva al tema de caída de los cuerpos, en donde los problemas no sean vistos como una simple incorporación de datos. Cuando se resuelvan los problemas de ruta crítica, el debe ser revisado de una manera sencilla, que de lugar a pensar que una concepción errónea puede modificarse mediante un razonamiento.	Se deben interpretar textos e incorporar los aspectos matemáticos y fenomenológicos para desarrollar las habilidades lógicas de solución de problemas.	Cuestionario Guía de lectura Hoja de registro	105 minutos	Fotocopias, calculadora	

DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES	JUSTIFICACIÓN	APRENDIZAJE Y HABILIDADES QUE SE PRETENDEN LOGRAR	REGISTRO	TIEMPO	RECURSOS	CONOCIMIENTOS PREVIOS
QUINTA SESIÓN Evaluación del tema de caída de los cuerpos utilizando para ello un instrumento diseñado para evidenciar las concepciones erróneas de los alumnos.	Se el tema se desarrolla de una manera no tradicional, será necesario que los alumnos aporten respuestas con puntos de vista razonados, pero sobre todo reales.	El desarrollo de las habilidades propuestas se deben evidenciar en su conjunto en la evaluación.	Cuestionario Hoja de registro	110 minutos	Fotocopias,	

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1 Aplicación de la Propuesta Didáctica en el Aula

Los resultados obtenidos en las ideas previas y tomando en cuenta la estrategia didáctica propuesta, se hace necesario el desarrollo de:

- A) Marco teórico del concepto de caída de los cuerpos.
- B) Plan de clases general para cada sesión de trabajo.
- C) Análisis de los resultados de la aplicación de la estrategia.
- D) Registros generados por los alumnos.
- E) Registros del profesor derivados de las tareas de los alumnos.
- F) Conclusiones y recomendaciones.
- G) Bibliografía.

Documentos (contienen lecturas, cuestionarios, actividades experimentales, desarrollo matemático, problemas, evaluación, registros y ejemplos de resultados de los registros de los alumnos).

Dentro de este marco, el trabajo realizado se desarrolla en tres momentos. El primero se lleva a cabo en la planeación de la estrategia considerando alumnos ideales; en el segundo, se aplica a alumnos reales, realizando las adecuaciones necesarias; y, el tercero, está referido al análisis de resultados, esperando que éstos cumplan con los propósitos planeados.

3.2 Marco Teórico del concepto de Caída de los Cuerpos

Para entender el contexto histórico y epistemológico del concepto de caída de los cuerpos, se propone que el siguiente análisis de textos, sea un soporte teórico para el profesor en la aplicación de cada uno de los planes de clase

Desarrollo Teórico del concepto de Caída de los Cuerpos

Cuando una persona observa que los objetos caen, le puede parecer tan cotidiano, que resulta necesario tener una actitud científica para preguntarse porqué caen. La estrategia didáctica desarrollada se apoya en la revisión de los aspectos históricos que marcan la modificación del concepto de la caída de los cuerpos hasta llegar a la Ley que en la actualidad utilizamos. En este sentido, se pretende que el concepto sea entendido como el desarrollo a través del tiempo. La idea que se tuvo en el período Aristotélico era bien justificada con los elementos que se contaba en esa época. Así mismo, en el período medieval se transformó dicho concepto de acuerdo con las necesidades religiosas. Finalmente, en el período de Galileo se realizó la conjugación de los aspectos experimentales y matemáticos, que demostraron la evidencia cinemática del movimiento de caída¹³.

Para iniciar el estudio del concepto de caída de los cuerpos, debemos hacer referencia a las teorías aristotélicas, mismas que tuvieron su origen entre los años 384 a 322 A. de C. De acuerdo con estas teorías, la caída de los cuerpos depende de su constitución, es decir, la materia terrestre se creía que contenía una mezcla de cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego y los cuerpos extraterrestres, por éter. Cada uno de los cuatro elementos se pensaba que tenía un lugar natural, el lugar más alto le fue asignado al fuego debajo de este estaba el aire luego el agua y finalmente la tierra. Con base en lo anterior, Aristóteles

explicaba por qué algunos cuerpos caían primero que otros, de tal manera que otros ascendían a través de aire, ya que contenían en mayor o menor cantidad alguno de estos cuatro elementos; se creía que cada elemento buscaba su lugar natural. Estas ideas perduraron por varios cientos de años, ya que cumplían satisfactoriamente con el desarrollo de la ciencia¹⁴.

En la Edad Media, una época de transformaciones radicales, la Iglesia tenía control total sobre el pensamiento Europeo, de ahí que el pensamiento cumplía con las necesidades del conocimiento científico eclesiástico. Los pensadores medievales creían que las estrellas, los planetas y otros cuerpos celestes, diferían en composición y comportamiento de los cuerpos cerca de la Tierra, ya que el éter que los formaba requería de una Física diferente. Así, el movimiento natural de los cuerpos celestes fue pensado como un interminable girar en círculos sin movimientos de subir y bajar, este movimiento se realizaba alrededor del centro del universo identificando a este como el planeta Tierra. Los cuerpos celestes aunque moviéndose estaban siempre en su lugar natural. Esta teoría fue sostenida por casi 2000 años, formando parte de la ciencia Física por adecuarse a las observaciones hechas en la vida diaria, en donde las ideas de rango y orden dominaban las relaciones humanas, dando lugar a que las ideas sobre materia y movimiento fueran parte de un sistema universal que lo abarcaba todo llamado La Cosmología¹⁵.

En relación con la caída de los cuerpos, durante los siglos XV y XVI los principales pensadores fueron Juan Buridan y Nicolás de Oresme, quienes plasmaron sus ideas a través de la Teoría de ímpetus, considerando que los cuerpos tienen un motor interno que los impulsa a moverse. Por otro lado, existió otro pensamiento que sostiene que el aire es el que imprime cierto impulso para que los cuerpos se muevan.

En esta época se inicia una gran transformación de la ciencia y estas teorías medievales no perduraron, ya que entre 1564 y 1642 Galileo Galilei emitió la Ley de la Caída de los Cuerpos, que hace referencia al experimento pensado, utilizando planos inclinados. Debido a esta Ley, Galileo marcó una nueva era en el estudio de la caída de los cuerpos en la Cinemática, en la Física y más aún en la concepción de la Ciencia.

Galileo se interesó por la Astronomía, escribiendo importantes diálogos en 1632 sobre los dos grandes Sistemas del Mundo, por el cual fue condenado por la Inquisición. Teniendo este problema, decidió concentrarse en la Mecánica, publicando en 1638 su libro *Dos Nuevas Ciencias*, este libro también es referido como *demonstraciones Matemáticas Concernientes a las dos nuevas ciencias que son Mecánica y al Movimiento Local*. Esta publicación estaba en contra de las teorías medievales de la Mecánica y de la Cosmología Aristotélica. En su época tuvo que publicar este libro como *los Dos Grandes Sistemas del Mundo*, en él Galileo presenta conversaciones entre Simplicio, quien representa a Aristóteles y Salviati, quien representa a Galileo con sus nuevas ideas, y Sagredo, un hombre abierto al pensamiento. En este libro, Simplicio cuestiona a Salviati, tratando de confundir con las teorías Aristotélicas de la Caída de los cuerpos, pero Simplicio no puede refutar a Salviati (Galileo). En este libro se afirma claramente que aún las más cuidadosas observaciones de los fenómenos naturales no son en absoluto bases suficientes para la formulación de una teoría física. Diferentes cuerpos que caen libremente en el aire no llegan realmente a tierra en el mismo instante, pero esto, al pensarlo detenidamente, es menos importante que el hecho de que lleguen casi al mismo tiempo. Vale la pena prestar atención a este último punto en que se dejan a un lado las primeras impresiones, porque en él se considera el fallo de que los tiempos de caída sean iguales, explicable por la circunstancia experimental del rozamiento del aire¹⁶.

Cuando fue inventada la bomba de vacío, poco después de la muerte de Galileo, esta hipótesis fue confirmada por la observación de una pluma y una moneda de oro, dentro de un tubo de vidrio en el que se hacía el vacío caían al mismo tiempo. Con el efecto de la resistencia del aire eliminada, los diferentes cuerpos caen en la misma forma y golpean en el fondo del tubo en el mismo instante.

La principal razón del éxito de Galileo fue que atacó la teoría de Aristóteles en sus puntos más débiles. Él mostró que podemos entender mejor el mundo que nos rodea si nos damos cuenta que el mundo no es tan simple como Aristóteles pensaba, por el contrario, hasta los eventos más ordinarios son bastante complejos. Para entender qué es lo que vemos, debemos empezar por los casos más simples como el caso de la caída sin resistencia, teniendo la capacidad de ver un evento sólo con nuestra mente o como un modelo matemático, o podemos realizar un experimento en el laboratorio, en donde las condiciones normales de observación puedan cambiar, teniendo muchos resultados diferentes debido a diferentes causas físicas. Sólo cuando entendemos por separado las leyes físicas que gobiernan esos resultados individuales, podemos intentar entender el fenómeno en su totalidad, esto es, el método más rápido y seguro para entender los fenómenos físicos.

Lo que motivó a Galileo a estudiar el movimiento de caída de los cuerpos fue, según sus palabras: -" *Mí propósito es establecer una ciencia nueva, relacionada con un tema muy antiguo. En la naturaleza, quizá no haya algo tan antiguo como el movimiento. Así mismo, si consideramos los libros escritos por los filósofos, descubriremos que no son pocos ni pequeños' sin embargo, yo he descubierto algunas propiedades que son valiosas de conocer. Se han hecho observaciones superficiales, como por ejemplo, que el movimiento natural de un cuerpo pesado que cae, es acelerado continuamente, pero, ¿ a qué grado ocurre esta aceleración?, aún no ha sido descubierta. Con otros factores, no menos numerosos e importantes, considero de más importancia que se ha abierto una*

puerta a esta excelente ciencia, en lo que a mi trabajo representa, los caminos iniciales y los medios por los cuales otras mentes más agudas que la mía, exploran sus rincones más remotos”.

Con esto, la Física Aristotélica, que dominó en Europa por más de 1500 años quedó desplazada: había surgido un método razonable para explicar los fenómenos naturales y, a su vez, se había establecido una nueva doctrina, en donde el aspecto experimental tenía relevancia y en donde la historia ha desvirtuado ciertas actividades, como la del experimento en la Torre de Pisa, que Galileo no pudo haber realizado; su fundamento está referido a los experimentos deslizando objetos muy lisos en planos inclinados¹⁷.

En el libro de Las Dos Nuevas Ciencias Galileo discute las Matemáticas de un simple tipo de movimiento, realiza predicciones acerca de balines rodando en planos inclinados y finalmente muestra el experimento para probar sus predicciones. Sin embargo, no puede probar sus hipótesis directamente, ya que él habla de aceleración uniforme en la caída libre de los objetos. Sería necesario una altura muy grande y tomar mediciones de tiempo muy pequeñas para obtener la relación de $v \propto t$, utilizando planos inclinados en donde determina la aceleración constante, retardando el tiempo con el que caían los balines que se deslizaban por los planos y realizando esto para diferentes inclinaciones con ángulos muy pequeños obtiene la siguiente proposición:

$$d \propto t^2$$

$$d / t^2 = \text{constante}$$

La Ley de la Caída de los Cuerpos, derivada de los trabajos de Galileo, como se entiende en la actualidad es :

$$h = \frac{1}{2} a_g t^2$$

13. Folres Camacho Fernando, 1986

14. 15. 16. Rutherford James, Holton Gerlad, Watson Fletcher 1975

17. Koyré, Alexandre 1939

3.3 Plan de Clases para cada Sesión de Trabajo en Aula

Tomando en cuenta las ideas previas que tienen los estudiantes sobre el concepto de caída de los cuerpos, se advierte que éstos asocian entre sí diversos conceptos producto de sus observaciones y experiencias propias.

En este sentido el análisis de los aspectos históricos, epistemológicos y psicológicos relacionados con el concepto, permitirá el aprendizaje con una tendencia crítica y con puntos de vista basados en un juicio razonable y justificado.

En los aspectos históricos, se determinará como el concepto de caída de los cuerpos se ha ubicado en la antigüedad y como se ha definido en cada periodo histórico de acuerdo con las concepciones científicas y filosóficas de la época.

En los aspectos epistemológicos, se dará cuenta de como se desarrolla y evoluciona el concepto a través de los diferentes periodos históricos y hasta la actualidad.

En los aspectos psicológicos, se observara el porque los alumnos tomando como referencia el sentido común, defienden sus posturas sobre este concepto, en donde algunos de ellos convergen en sus ideas con las de algún periodo histórico, no incorporando los aspectos cinemáticos que determinan este movimiento, esto es un problema no solo de la actualidad, basta recordar algo escrito hace algunos cientos de años:

"Galileo no ignora la enorme dificultad de su empresa, sabe muy bien que se encuentra ante enemigos poderosos: la autoridad, la tradición y el peor de todos, el sentido común"⁽¹⁴⁾.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea que la estrategia general sea aplicada en cinco sesiones que tendrán una duración de 1.5 a 2 horas cada una, las cuales se describen a continuación.

3.3.1 SESIÓN 1. Análisis de Textos de los períodos Aristotélicos, Medievales y Galileanos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Ubicar al alumno en el estudio de la caída de los cuerpos, considerada como un movimiento natural que ha sido estudiado en la antigüedad. ○ Aportar a los alumnos los documentos que se encuentran a continuación como documento 1, que contiene las teorías Aristotélicas, Medievales y Galileanas. ○ Dividir al grupo de alumnos en seis equipos de 3 a 4 alumnos aproximadamente para analizar cada teoría. (Tiempo aproximado de ' 30 a 45 minutos). ○ Recuperar las ideas más importantes con las que se haya identificado cada equipo, a través de un interrogatorio dirigido por el profesor, y en orden histórico. ○ Plasmar en el pizarrón las ideas principales de cada teoría, comparándolas con las ideas previas de los alumnos. ○ Revisar el resultado de la aplicación del cuestionario de ideas previas.. <p>° Llevar a cabo un debate sobre las teorías de la caída de los cuerpos, resaltando los experimentos de Galileo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aspectos Epistemológicos - El desarrollo de las actividades permitirá que los alumnos comprendan que los conceptos físicos se estructuran a través del tiempo; que la Física es una ciencia que esta en constante cambio; y que las teorías son sustituidas por otras que aportan mayor evidencia de la justificación de los fenómenos físicos en cuestión. ○ Aspectos Históricos.- Los documentos que el alumno analiza son la evidencia que le permitirá percatarse de que sus ideas no son del todo erróneas, sino que más bien no han madurado lo suficiente para compararas con las teorías aceptadas actualmente. ○ Aspectos Psicológicos.- Esta forma de aprendizaje permite que el alumno se sienta motivado a expresar sus ideas sin temor al ridículo lo cual le infundirá seguridad para seguir participando. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El alumno registrara en su bitácora los aspectos mas relevantes de cada sesión. ○ El profesor estructurará un mapa conceptual en el pizarrón para que los alumnos tengan una visión general y precisa de las teorías que se estudian. ○ El profesor llevará una hoja de registro por alumno. Documento 2

El análisis histórico destaca los éxitos, fracasos y crisis que experimentaron sus ideas entre Aristóteles y la Ciencia Moderna acerca de los conceptos de cambio de los cuerpos.

El movimiento en Aristóteles

Porque sus ideas perduraron por más de 1500 años (desde 384 A.C. hasta el siglo XVI) y además se cuenta con estudios históricos de los cuales es posible obtener información

La metodología de Aristóteles y Copérnico

La **Metodología** que utiliza Aristóteles estaba basada en observaciones inmediatas de la naturaleza, en ausencia de toda experimentación. "Para él, el movimiento es, en efecto, lo que cambia siempre o sustancial o cuantitativa o cualitativamente o bien, en su posición." El no atribuía a los seres inanimados la misma causa del movimiento que a los seres vivos, por lo que se les atribuye un motor interno. El movimiento tiene las siguientes características:

- a) Hay dos tipos de movimiento: el natural y el forzado o violento.
- b) El movimiento se relaciona con la naturaleza de los cuerpos materiales que sólo existe en la Tierra y en el mundo sublunar. En la Tierra las cosas están formadas por cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego).
- c) El motor es la causa del movimiento.
- d) Todo movimiento necesita un medio dentro del cual se desplaza el móvil.
- e) El movimiento en el vacío es imposible.
- f) Hay sólo dos movimientos naturales simples: el rectilíneo y el circular.

En el **Razonamiento Aristotélico** se identifica un "deber ser así" por lo que en la caída libre se tiene la presencia bien identificada como el movimiento hacia arriba y el movimiento hacia abajo, y estos son contrarios entre sí. Si el movimiento es hacia arriba ese cuerpo será fuego o aire y si el movimiento es hacia abajo será agua o tierra. Estas consideraciones muestran que existe una sustancia corporal y de la cual su composición es divina. Aristóteles parte de la observación general, "los cuerpos caen" y este razonamiento está basado en principios metafísicos, por lo que sus conclusiones son erróneas. Considerando el siguiente ejemplo: "los trozos de piedra quedan debajo del agua, el aire se mantiene encima de ella y el fuego asciende a través del agua"; este es un hecho derivado de la experiencia natural, donde el pensamiento no nos deja ver el problema de si los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros.

Por largo tiempo este razonamiento fue bien aceptado por la comunidad científica de la época y no fue sino hasta el siglo V que Filoponus hizo comentarios sobre el pensamiento de Aristóteles: "Quien arroja un proyectil infunde a ese una acción, cierta potencia de movimiento, que es incorporea, el medio obstaculiza el movimiento que no puede avanzar sin dividirlo; este sin embargo se mueve en el seno de ese medio".

El pensamiento de Aristóteles, mantuvo su continuidad en el mundo árabe y reapareció en Europa Occidental en los siglos XII y XIII, donde las bases Teológicas estaban permanentemente presentes. Sin embargo, en raras excepciones, algunos individuos que no eran miembros de la iglesia, tenían libre pensamiento y además eran poco censurados.

Por otro lado surgió la Escolástica, (ciencia que se producía en el ámbito de la religión). Esta escuela avanzaba sobre la metodología de Aristóteles considerando en algunos momentos también algunos pensamientos de Platón.

En 1277 el obispo de París (Guillermo de Champeaux) dijo: "la física de Aristoteles no era suficiente para la voluntad de Dios". Es aquí donde encontramos la clave del por qué durante tantos siglos funcionaron las explicaciones de Aristoteles, porque el razonamiento de Aristoteles dejaba de convenir a los intereses de la Iglesia.

En este periodo Juan Buridan y Nicolas Oresme retomaron la critica de Philoponus. Buridan argumento varias razones basadas en la experiencia del comportamiento del aire en diferentes situaciones, "en un proyectil el motor imprime una cierta fuerza motiva, un cierto impetus que actua en la direccion en la cual el motor mueve el cuerpo sea hacia arriba o hacia abajo". Cuanto mas rapido es el movimiento, mayor y mas fuerte es el impetus; de aqui que un aumento de velocidad, como en la cada libre debe explicarse necesariamente como un aumento de la fuerza. Oresme discipulo de Buridan afirmo que a mediada que un cuerpo desciende cuando cae libremente su velocidad aumenta y por consiguiente su peso.

El impetus puede ser analizado desde cuatro puntos de vista:

- a) La causa del movimiento se da por dos motores, uno interno y otro externo.
- b) El motor interno ya no es invocado, sino una fuerza de impetus.
- c) El impetus resulta de la fuerza y produce movimiento.
- d) El impetus es el resultado del movimiento causado por la fuerza y tiende a una aceleracion.

En este periodo historico el impetus ha emperado y a llegado a una nocion que esta en el origen de la aceleracion, como componente esencial de la fuerza.

La Revolucion Cientifica del siglo XVI fue la Física de Galileo, una aptencion a la naturaleza de las categorías del pensamiento. Galileo realizo observaciones y experimentaciones. La experimentacion implica un lenguaje geometrico que permite interpretar y explicar las respuestas a la ley de la cada libre de los cuerpos. Hay que tomar en cuenta el esfuerzo enorme, arduo y a menudo vano de Galileo para poder explicar y entender la Ley de la Cada Libre de los Cuerpos. A partir del siglo XVI se considera la Física Moderna.

Galileo cuestiono el "lugar natural" que propuso Aristoteles, como una concepcion puramente estática del orden: si una cosa estuviera en orden, estaria en su lugar natural y ahí se quedaria, ¿por qué habria de abandonarlo?. Todo movimiento implica una especie de desorden cósmico, una perturbacion en el equilibrio. No hay necesidad de explicar el estado de reposo. "Aristoteles fue demasiado optimista para admitir que el estado anormal puede durar, él no concibió la acción a distancia, cada transmision implica, segun el un contacto. Si el encuentra un hecho que no concuerda con su teoria, niega su existencia, como lo hizo con la no existencia del vacio ya que lo consideraba como un sinrazon, por lo que el objeto no se moveria sin aire, por lo tanto el aire tiene un doble papel, como resistencia y como motor. Por otro la Física de los impetus es diferente a las Teorias Aristotelicas, ya que el movimiento es un cambio explicado por la acción de una fuerza (el impetu produce movimiento). Galileo afirma "la naturaleza precedera del impetus y que es incompatible con el principio de la inercia y con un método matematico hace que esta Física progrese muy poco del Periodo de Juan Philoponus a Benedetti, surgiendo con esto el Periodo de Galileo en donde se desarrolla la Física Matemática.

Siglo XVI

La Revolución Científica implica mutación. El hombre moderno trata de dominar la naturaleza, el antiguo la contempla. La Física de Galileo y Descartes se considera como una aplicación a la naturaleza de las categorías del pensamiento. Esta ciencia no fue creada por ingenieros y técnicos, sino por teóricos y filósofos. Galileo luchó contra la autoridad de Aristóteles, haciendo varios llamados a la observación y experimentación: usar el telescopio, ir en contra de las teorías o creencias tradicionales, estar en contra de las ideas de la Iglesia. La experimentación implica un lenguaje geométrico que permite interpretar las respuestas.

La Revolución Espiritual del siglo XVI fue vista como la destrucción del cosmos y la geometrización del espacio. La destrucción del cosmos, significó la destrucción de algunas ideas: cambiando las de un mundo finito, jerárquicamente ordenado, por las de un Universo abierto, indefinido y por el que las cosas pertenecen al mismo nivel del ser, contrario al mundo donde existían leyes del Cielo y Tierra. La Revolución Espiritual implica, incluso, estar en contra de las ideas de los griegos y explica por qué el descubrimiento de leyes que hoy parecen tan simples y fáciles para enseñar a los niños, como es la Ley de la Caída de los Cuerpos, exigió un esfuerzo tan enorme por parte de Galileo y Descartes, no olvidando a Arquímedes, quien se considera el precursor de la transición entre la Física de la Edad Media y la de la Edad Moderna.

Galileo nace en Pisa en 1564, fue Filósofo y Matemático; entre sus inventos está el pendulo simple. A los 26 años fue profesor de Matemáticas en Pisa, realizó trabajos de Astronomía en Padua. En 1610, el gran Duque de Toscana ayudó a Galileo a formar parte de la corte como Matemático y Filósofo, desde entonces frecuentó poco a su familia y se dedicó a investigar, a enseñar y a escribir.

Galileo y las dos Nuevas Ciencias.- Durante su edad madura, Galileo se interesó por la Astronomía, escribiendo importantes diálogos en 1632 sobre los dos grandes sistemas del Mundo, por el cual fue condenado por la Inquisición. Teniendo este problema, decidió concentrarse en la Mecánica, publicando en 1638 su libro Dos Nuevas Ciencias, este libro también es referido como Demostraciones Matemáticas concernientes a las dos nuevas ciencias que son Mecánica y al Movimiento Local. Esta publicación estaba en contra de las teorías medievales de la Mecánica y de la Cosmología Aristotélica. En su época tuvo que publicar este libro como los Dos Grandes Sistemas del Mundo, en el Galileo presenta conversaciones entre Simplicio, quien representa a Aristóteles y Salviati, quien representa a Galileo con sus nuevas ideas, y Sagredo, un hombre abierto al pensamiento. En este libro, Simplicio cuestiona a Salviati, tratando de confundir con las teorías Aristotélicas de la Caída de los cuerpos, pero Simplicio no puede refutar a Salviati (Galileo). En donde a continuación se muestran fragmentos de estos diálogos sobre el problema de la caída de los cuerpos:

Salviati: Si entonces tomamos dos cuerpos, cuyas velocidades naturales son diferentes, es claro que, uniendo las dos, la más rápida puede ser en parte retardada por la más lenta y la más lenta puede ser acelerada por la más rápida. ¿Puedes no estar de acuerdo conmigo en esta opinión?

Simplicio: Estas indiscutiblemente bien.

durante un movimiento pequeño con una velocidad constante. Cuando el sistema se moverá a una velocidad mayor a v_0 , pero los dos pedruzcos y la piedra grande, la cual antes se movía con una velocidad de v_0 , por lo tanto el cuerpo más pesado se mueve con menor velocidad que el cuerpo más ligero.

Completé hoy todo un mar de esto está efectivamente bastante más allá de mi comprensión.

Esta es una afirmación muy clara que pone en manifiesto que aun las más cuidadosas observaciones de los fenómenos naturales no son en absoluto base suficientes para la formulación de una teoría física. Diferentes cuerpos que caen libremente en el aire no llegan realmente a tierra en el mismo instante, pero esto, al pensarlo detenidamente, es menos importante que el hecho de que lleguen casi al mismo tiempo. Vale la pena prestar atención a este último punto en que se dejan a un lado las primeras impresiones, porque en él se considera el fallo de que los tiempos de caída sean iguales, explicable por la circunstancia experimental del rozamiento del aire. Cuando fue inventada la bomba de vacío, poco después de la muerte de Galileo, esta hipótesis fue confirmada por la observación de una pluma y una moneda de oro, dentro de un tubo de vidrio en el que se hacía el vacío cuando al mismo tiempo. Con el efecto de la resistencia del aire eliminada, los diferentes cuerpos caen en la misma forma y golpean en el fondo del tubo en el mismo instante.

La principal razón del éxito de Galileo fue que atacó la teoría de Aristóteles en sus puntos más débiles. El mundo que podemos entender mejor el mundo que nos rodea si nos damos cuenta que el mundo no es tan simple como Aristóteles pensaba, por el contrario, hasta los eventos más ordinarios son bastante complejos. En este libro Galileo habla de la caída de varios objetos, de diferente tamaño y peso, y de la resistencia del aire; realmente hace observaciones en sus experimentos; asimismo, reconoce la existencia del vacío. Como dijo Galileo: "La nueva ciencia aporta evidencia escrita por filósofos debe ser probada; un descubrimiento debe ser observado y demostrado; que el movimiento de caída es continuamente acelerado, debe dar como resultado que la Ciencia crezca y pueda explorar fronteras del conocimiento.

En el libro de dos nuevas ciencias. Sagredo preguntó a Galileo, sobre la aceleración de un objeto en la caída. Esta es descrita y observada como el cambio de movimiento, pero Salviati investigó el fenómeno para ver sus causas, al cual describe:

18. La aceleración uniforme está dada para incrementos iguales de rapidez en intervalos de tiempo iguales.

20. Actualmente el movimiento de caída de los cuerpos es visto de esta manera.

En condiciones normales la experimentación en el laboratorio no puede evidenciar estas causas, por lo que los trabajos de Galileo se hace referencia a un experimento pensado.

Del experimento con planos inclinados, lo llevan al llamado experimento pensado de Galileo, que no sería otra cosa que la extrapolación del movimiento de caída de los cuerpos en el plano vertical.

Los resultados de los trabajos de Galileo, tuvieron gran importancia en el desarrollo de la Física, preparando el camino para una nueva era, en donde se sembró la duda sobre las suposiciones Aristotélicas, cuando llegó a la conclusión de que en ausencia de un medio resistivo (en el vacío), todos los cuerpos deberán caer con igual aceleración, independientemente de su peso.

3.3.2 SESIÓN 2. Actividad Experimental de Caída de los cuerpos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Leer en forma grupal la introducción y los antecedentes históricos de la actividad experimental. ○ El desarrollo de la actividad experimental se aporta en el documento 3. ○ El material y actividades que van a utilizar los estudiantes requieren únicamente de la supervisión del profesor para lograr mejores resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aspectos Epistemológicos - El concepto de aceleración se construye analizando el movimiento del balón, esto es observando su desplazamiento y su relación con el tiempo, para posteriormente extrapolar al experimento pensado de Galileo. ○ Aspectos Históricos.- La actividad experimental propuesta relaciona el experimento histórico de Galileo con la identificación de la aceleración, de tal manera que el alumno entienda que las relaciones de variables requieren del análisis del problema de poder medir el tiempo, por lo que los planos inclinados que se utilizan, tienen la finalidad de retardar el tiempo de caída. ○ Aspectos Psicológicos.- El razonamiento que los alumnos van llevando a través de la actividad experimental, da lugar a que el experimento pensado de Galileo es aplicado únicamente en presencia de vacío. Es decir sin la fricción del aire. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El alumno registrará en las hojas de la actividad experimental, y los resultados serán en equipo. ○ El profesor llevará una hoja de registro por alumno. Documento 4.

Integrantes

Estado

INTRODUCCION

¿Haz estudiado el movimiento en caída libre? Crecientemente, lo experimentamos en actividades diarias de manera cotidiana; muchas veces, no lo percibimos de lo importante que es el poder entenderlo. En física hablar de este movimiento científico para la humanidad esperar algunos siglos hasta que un gran científico llamado Galileo Galilei apareció con experimentos y razonamientos que demostraron que los cuerpos Aristotélicos y de Empédocles no correspondían con la realidad, autenticando para este materiales e infraestructura de su época, pudiendo determinar así la Ley de la Caída de los Cuerpos, uno de sus trabajos más importantes.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Galileo Galilei nació en 1564 en Italia, siendo educado tanto por su padre como por monjes en el monasterio de Vallombrosa, cerca de Florencia. En 1602 fue designado para un puesto de matemático en Pisa. No había dado la mejor muestra en su actividad de poco tacto y agresivo, y se hizo de muchos enemigos influyentes. Pronto tuvo que dejar la pobreza y las condiciones desagradables de Pisa, por lo que se trasladó a Padua. En 1610, Galileo llegó a ser prominente con la publicación de *El Mensajero Celestial*, un recuento de observaciones notables hechas con un telescopio de su propia manufactura. En ese mismo año llegó a Florencia como principal matemático del Gran Duque de la Toscana, inmediatamente comenzó a llamar mucho la atención, hizo amigos y tuvo admiradores de los más altos puestos del estado y la Iglesia. En particular fue apoyado por el Papa Urbano VIII, pero en 1632, al parecer en contra de los deseos del Papa, publicó su *Diálogo Sobre los Dos Principales Sistemas del Mundo*. En esta obra son discutidas por un grupo de sabios la teoría copernicana y sus rivales, representaciones apenas disfrazadas de Galileo y uno o dos de sus conocidos. De alguna manera y como, sigue siendo un misterio, Urbano VIII fue profundamente ofendido por la publicación del libro, e hizo que Galileo fuera enjuiciado en Roma. En 1633 Galileo abjuró de las ideas expresadas en el libro, fue condenado a arresto domiciliario y se le prohibió publicar más trabajos de ciencia. Sin embargo, durante su confinamiento trabajó velosamente y con vigor en su libro *Discursos y Demostraciones Sobre Dos Nuevas Ciencias*, de donde fueron tomados los descubrimientos descritos para este relato. Por su puesto el libro no podía aparecer en Italia pero fue publicado en Leiden en 1638. En las *Dois Nuevas Ciencias* Galileo fue muy explícito, existe evidencia de que hizo experimentos para estar seguro que la aceleración de los cuerpos graves que caen naturalmente sigue una razón entre la altura y el tiempo al cuadrado. El estudio de las notas del trabajo de Galileo, sugiere que en 1603 o 1604 Galileo llevó a cabo un experimento con una bola rodando por un plano inclinado, en donde el tiempo se medía con un reloj de agua y con esto describir la Ley de la Caída de los Cuerpos. Aunque había estado un poco alejado de sus hijos durante su vida, Galileo vivió en sus últimos años al lado de su hija, quien lo cuidó en su vejez, murió el 8 de enero de 1642.

Antes de iniciar:

¿Qué es para ti la caída libre de los cuerpos?

Ahora será necesario que recuerdes y des tu opinión al respecto.

Objetivo:

¿Qué se pretende con esta actividad experimental?

Nuestro objetivo es interpretar la relación altura y tiempo en la caída de objetos, utilizando para ello planos inclinados y así poder interpretar la ley de la caída de los cuerpos

Algo que debes saber :

Determinar el tiempo que un objeto tarda en caer es difícil, y más aún con los instrumentos que se utilizaban en el siglo XVII, que diferían mucho de los actuales como los cronómetros que tienes en el laboratorio. Si nos ubicamos en la época de Galileo, uno de sus problemas fundamentales era la medición del tiempo en la caída libre de un objeto.

Comenzamos:

Trata de medir con un cronómetro de tu laboratorio el tiempo que tarda en caer un balón en los diferentes intervalos de altura, como se muestra en la figura 1.

Marca sobre la pared con cinta de aislar de color los intervalos de 20 cm. cada uno.

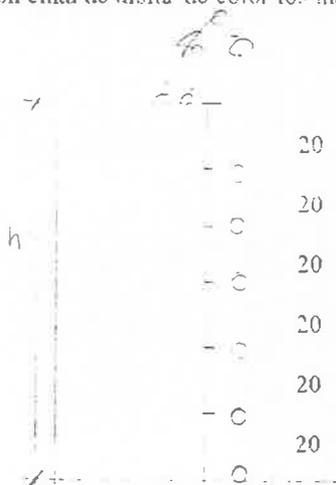


Figura 1 (Altura total 120 cm)

Algunas preguntas sobre este problema.

a) ¿ Que dificultad tuviste para medir el tiempo en cada marca de 20 cm ?

b) Galileo tuvo el mismo problema. ¿ Como lo soluciono si sus instrumentos de medicion eran mas rudimentarios que los tienes en este momento ?

Las respuestas que has dado te invitan a saber lo que sucedió en aquel tiempo. No es cierto ? Iniciemos ahora con ese viaje a través de la historia de las ideas y conceptos de este gran matematico.

Prepara tu material:

Riel de aluminio, soporte universal, transportador, reglas, cronómetro y dos balines de diferente tamaño.

Procedimiento

1. Coloca los objetos como se muestra en la figura 2.



Figura 2

2. Inclina la rampa 6° y divide el riel en espacios de 20 cm cada uno. Marca las divisiones con cinta de aislar.

3. Coloca el balón en la parte superior de la rampa y déjalo caer. Trata de sincronizar el momento en que lo sueltas con la acción del cronómetro.

Contesta las preguntas:

a) ¿ Qué diferencia observaste con el movimiento del balón en comparación con la actividad en la caída libre ?

b)

b) Si después de haberlo repetido algunas veces, aún no pudiste determinar el tiempo en cada intervalo, ¿ que crees que hubiera hecho Galileo si además no contaba con un cronometro como el tuyo ?

No desesperes, debemos seguir reflexionando sobre las ideas y experimentos de Galileo en el siglo XVII.

Manteniendo la misma inclinación de 6° , mide el tiempo que tarde en recorrer totalmente el balm sobre el riel de aluminio.

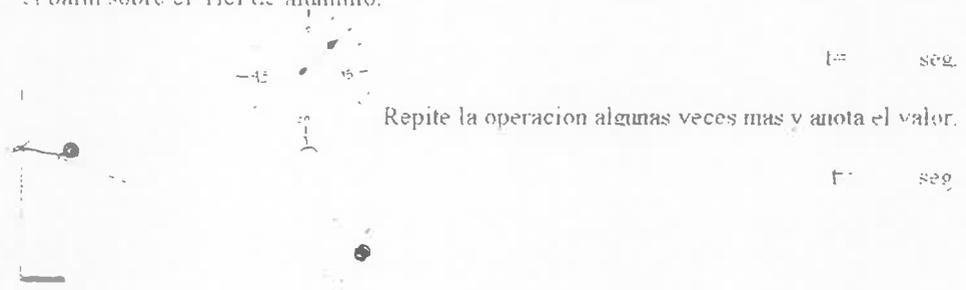
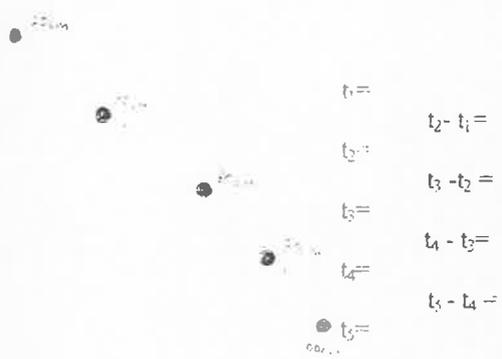


Figura 3

Bien, mide el tiempo en cada posición como se muestra en la figura 4.



Analiza algunos resultados antes de continuar.

a) ¿ Como son los intervalos de distancia en los que realizaste mediciones ?

b) ¿Cómo son los intervalos de tiempo conforme va llegando el balón al final de la rampa?

c) ¿Cómo puedes explicar esto?

Completa la siguiente idea:

Cuando el balón se aproxima al final del riel, recorre distancias _____, en tiempos _____. Esto significa que el movimiento del balón sobre el riel es _____.

Dibuja:

La trayectoria del balón, durante el desplazamiento en el riel, solo que ahora considera al tiempo como lo muestra la figura 5. Ubica la posición del balón en cada segundo de la trayectoria.

Figura 5

Como habrás notado es difícil determinar estas posiciones. Realiza algunas veces la misma actividad. Si embargo, las posiciones que observaste nos dan una visión de los resultados que obtuvo Galileo en su experimento en planos inclinados, haciendo que el movimiento del balón sea _____, ya que empieza a moverse _____ y termina moviéndose _____.

¿Podrías describir alguna relación numérica con los valores superiores?

Después de haber repetido varios experimentos, para Galileo es

$$x \propto t^2$$

¿Cómo es esto?

Para $t = 1$ $x = 1$

ahora

si $h = t^2$

$$t = 2 \quad x = 4$$

$$t = 3 \quad x = 9$$

$$t = 4 \quad x = 16$$

$$t = 5 \quad x = 25$$

¿Qué significa?

Para un $t = 1$ el balón ha recorrido un intervalo de distancia,
para un $t = 2$ el balón ha recorrido cuatro intervalos de distancia, y así sucesivamente

¿Para un $t = 4$ cuantos intervalos de distancia ha recorrido?

Si regresamos ahora a nuestro experimento en el laboratorio y observamos, cuánto vale el primer intervalo de distancia que recorrió el balón en el primer segundo, es:

$$x = \quad \text{cm}$$

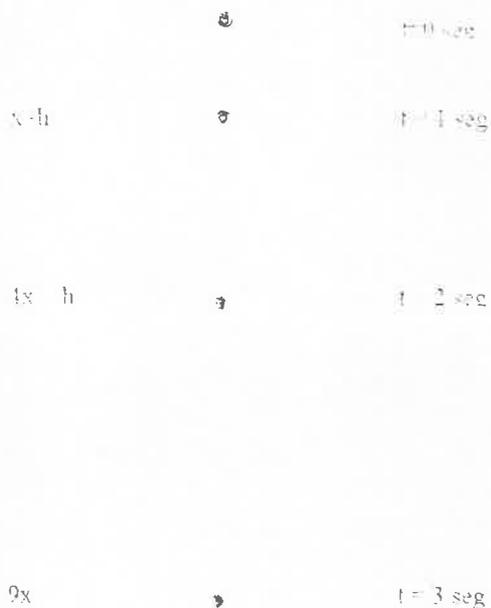
Ahora completa:

t (seg)	x (cm)	x (figura 5) Traslada los valores del balón
1	$x =$	
2	$4x =$	
3	$9x =$	
4	$16x =$	
5	$25x =$	

Como observas, los valores son diferentes. ¿A qué atribuyes estas diferencias con las determinadas con la relación de Galileo?

Lección de Reflexión

Realizando la misma actividad, con balines de diferentes tamaños, son observadas las mismas proporciones entre x y t . La historia hace referencia al llamado experimento pensado de Galileo, que dice que él fue suponiendo que si incrementaba cada vez más la inclinación de la rampa hasta llegar a un ángulo de 90° que correspondiera a la caída libre de un cuerpo, seguiría teniendo la misma relación $x \propto t^2$. Siguiendo este razonamiento nos imaginamos la siguiente figura.



Aplicaciones:

Ubica el balón para un tiempo de 4 segundos, en la figura anterior.

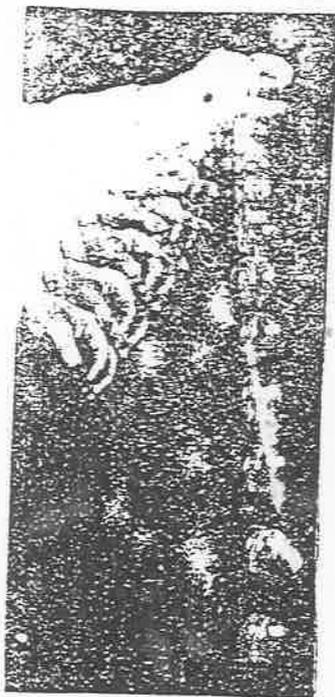
Algo más

Como puedes ver se cambian las literales de x (distancia) por h (altura), y que el balón aumenta su velocidad conforme aumenta el tiempo, este fenómeno es llamado aceleración. Por lo que ahora estas en condiciones de entender la anécdota que aparece al inicio de este trabajo en donde en otras palabras quiere decir

Cuando un cuerpo cae en caída libre lo hace con aceleración constante y es independiente de su masa.

Para terminar

En la actualidad este experimento puede hacerse utilizando una lámpara estroboscópica (que parpadea muy rápido la luz) y de esta manera observar la caída de un cuerpo como la que se muestra en la fotografía siguiente :



CONCLUSIÓN

Ahora ya sabes los conceptos de la relación altura y tiempo, así como las dificultades y la importancia de la investigación de Galileo Galilei en el movimiento en caída libre.



REGISTRO DE ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

HABILIDADES EQUIPO	COMPRESIÓN DEL TEXTO HISTÓRICO		REGISTRO DE RESULTADOS		MANIPULACIÓN DE DISPOSITIVOS DE LABORATORIO		IDENTIFICACIÓN DE MAGNITUDES Y UNIDADES	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO

3.3.3 SESIÓN 3. Análisis de Vídeo y Deducción de los Modelos Matemáticos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Se observará y analizará un vídeo que muestra la caída de los cuerpos en diferentes medios. ○ Se contestarán en equipo las preguntas que aparecen en el vídeo. ○ El tiempo aproximado para realizar esta actividad es de 45 minutos. ○ Con los elementos del vídeo, la actividad experimental y los conocimientos previos de aceleración, velocidad y velocidad media, efectuar el desarrollo matemático que define a la ley de los caída de los cuerpos. Documento 5. ○ Comparar las relaciones obtenidas en la actividad experimental con las del desarrollo matemático ○ Resaltar la importancia, trascendencia y condiciones el experimento pensado de Galileo. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aspectos Epistemológicos. Al incorporar todos los elementos cinemáticos de observación de un experimento en el vacío se construye la idea de la interdependencia de masas y por lo tanto la aplicación del concepto matemático al contexto físico. ○ Aspectos Históricos. Para entender el desarrollo de las ecuaciones de la ley de la caída de los cuerpos es necesario que los estudiantes entiendan la importancia de los trabajos de Galileo, con la finalidad de entender el porque la relación del experimento con planos inclinados con las causas, orígenes y consecuencias de esta Ley. ○ Aspectos Psicológicos. Al ir incorporando los elementos de aprendizaje de una manera integral, los estudiantes podrán tener un mayor aprendizaje del tema. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El alumno registrará en su cuaderno de bitácora los comentarios al vídeo. ○ El profesor llevará una hoja de registro por alumno, evaluando habilidades para hacer sus posiciones y matemáticas. Documento 6.

Sobre el análisis del vídeo.

El vídeo que se analiza, tiene la característica de consolidar parte del aprendizaje de los alumnos con los elementos que ya se han revisado.

Entre los aspectos que se revisan en el están preguntas del tipo :

- ¿ Caerán dos pelotas de diferente tamaño al mismo tiempo ?
- ¿Caerá mas rápido la pelota de mayor tamaño?
- ¿El tiempo de caída de los cuerpos dependerá de su masa?
- ¿Como influye el medio en la caída de los cuerpos, ya sea que este sea aire o agua ?

Cuando el alumno interactua con un problema específico en donde el análisis experimental e histórico lo han hecho reflexionar, hace tenga mas seguridad y madurez en la percepción del concepto con lo que podrá tener mejores resultados en la deducción de las fórmulas que describen la ley de la caída de los cuerpos que se describe a continuación.

Galileo para probar sus hipótesis tuvo que demostrar que sus definiciones eran realmente útiles para describir otros movimientos. Pero en cada experimento se debía observar el tiempo de caída y la rapidez, justo antes de que el objeto choque con el piso, además existe la fricción y aún con instrumentos modernos sería difícil medir los intervalos de tiempo pequeños con precisión, debido a relojes que existían en esa época, por lo que no pudo comprobar que v/t era constante. Galileo utiliza las Matemáticas para deducir sus hipótesis sin emplear el equipo de laboratorio, teniendo las siguientes consecuencias lógicas:

$$v = \frac{\Delta d}{t} == \text{rapidez} \quad (1)$$

$$v = \frac{v_i + v_f}{2} == \text{rapidez promedio} \quad (2)$$

$$d = v \cdot \Delta t \quad (3) \quad \text{Si } v_i = 0$$

$$d = v_i + v_f / 2 * \Delta t$$

Sustituyendo (2) en (3)

$$d = \frac{1}{2} v_f \times \Delta t \quad (4)$$

$$a = \frac{\Delta v}{t}$$

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

$$a = v_f / t \Rightarrow v_f = a \times \Delta t \quad (5)$$

Sustituyendo (5) en (4)

$$d = \frac{1}{2} a \times \Delta t \times \Delta t$$

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

Si $t_i = 0$
 $d_i = 0$

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

Para condiciones de caída es decir en plano vertical.

$$d = h \text{ (altura)}$$

$$a = a_g \text{ (aceleración de gravedad)}$$

$$h = \frac{1}{2} * a_g * t^2 \quad \text{Ecuación de la Ley de la Caída de los Cuerpos.}$$

Como conclusión en un movimiento, con aceleración constante partiendo del reposo, la distancia recorrida es proporcional al cuadrado del tiempo transcurrido:

$$d \propto t^2$$

$$\frac{d}{t^2} = \text{constante}$$

REGISTRO DE ANÁLISIS DEL VÍDEO Y DESARROLLO MATEMÁTICO

EQUIPO	HABILIDADES INTEGRANTES	RELACIÓN DE IDEAS		RELACION MATEMÁTICA	
		SI	NO	SI	NO

3.3.4 SESIÓN 4 Resolución de Problemas de Caída de los Cuerpos.

ACTIVIDADES PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Se aporta a los alumnos los documentos que contienen los enunciados de los problemas tradicionales y contextualizados. Documento 7. ○ La solución, revisión y comentarios se realizan en aproximadamente 1.5 a 2 horas. ○ Se recomienda hacer equipos de 3 estudiantes para resolver los problemas contextualizados. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aspectos epistemológicos. Los problemas propuestos tienen el propósito de que el estudiante incorpore los aspectos que se han desarrollado durante la estrategia Didáctica, donde el concepto de caída de los cuerpos se ha construido a través de una revisión histórica, experimental y matemática. Será evidente que la Ley de la Caída de los Cuerpos no fue emitida en un simple análisis, sino que este se desarrolla durante un intervalo de tiempo considerable y que aún en la actualidad para algunos estudiantes en concepto no es claro. ○ Aspectos Históricos. En la solución de los problemas no solo debe tomarse en cuenta los aspectos de sustitución de datos, sino que la ubicación y aplicación del concepto ha quedado claro y el cambio conceptual se ha logrado. ○ Aspectos Psicológicos. Durante la revisión de los problemas, los estudiantes que no han incorporado el concepto como se planea tendrán la oportunidad de repasar las ideas sobre el tema y con esto sentirse motivados a completar su aprendizaje. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El alumno registrará en su cuaderno de bitácora las respuestas al video. ○ El profesor llevará una hoja de registro por alumno. Documento 8

PROBLEMA TIPO I

Se deja caer una pelota desde una ventana situada a 40 metros de altura sobre el piso. ¿ Cuanto tiempo tardará en caer y cuál será su velocidad cuando llegue al suelo?

La forma tradicional de resolver estos problemas es:

Detectar datos:

$$\begin{aligned}V_0 &= 0 \text{ m/seg.} \\ a_g &= 9.8 \text{ m/seg}^2 \\ h &= 40 \text{ metros} \\ t &= ?\end{aligned}$$

Considerando que es una caída libre, entonces aplica:

$$h = \frac{1}{2} * g * t^2$$

Resuelve el problema considerando el siguiente enunciado, es la aplicación del contexto matemático al físico.

¿ Es un Héroe ?En esta historia el héroe se dio cuenta 3 segundos después de que la muchacha inicio su caída de la azotea de un edificio cuya altura es de 40 metros. ¿ Tendrá tiempo suficiente para rescatar a la muchacha o 3 segundos no es suficiente para que siga siendo un héroe. ¿ La alcanzó ? ó fue demasiado tarde porque ella ya había llegado al piso.

Se deben considerar las siguientes suposiciones que podrían tener lugar fundamentadas en la experiencia:

PROBLEMA II

La Puerta del Tiempo.

Esto puede suceder... Caminando un día por la calle Humberto, un alumno del Colegio de Bachilleres, observa una puerta en forma de energía, como la que tú has observado en las películas de ciencia ficción. Humberto cruza la puerta y... ¡sorpresa! Cuando esta del otro lado su entorno es de otra época, él no conoce el lugar y además las personas que ve visten atuendos extraños. Entonces, pregunta a una de esas personas ¿dónde se encuentra él? y ésta le contesta "en Pisa en el año 1324". Se sorprende aún más y pide lo lleven ante alguna autoridad. A las personas de esa época también les sorprende su forma de vestir. Cuando es llevado frente a un jurado, lo registran y en uno de sus bolsillos encuentran una hoja como la que se muestra en el Anexo 1. Él recuerda que antes de cruzar la puerta en forma de energía había estado en su clase de Física. El jurado le pide una explicación a la figura que contiene su hoja. Debes ayudar a Humberto a explicar la figura, de lo contrario él estará en problemas.

Recomendación: sigue las pistas que aparecen al final de cada enunciado, éstas tienen una o más frases que ofrecen opciones para completar la idea, de esta manera podrás saber lo que debe contestar Humberto, compañero de tu colegio.

Nota: escribe en un diagrama que tú elijas y con pluma la ruta que vayas siguiendo, es la que vas a entregar como resultado de este problema.

Iniciamos:

El año en el que se desarrolla el evento, se sitúa en una época en donde las ideas que predominaban eran:

- (1) Se cree que los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros, ya que están constituidos por cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. (ve a 5)
- (2) Hay una fuerza que impulsa a los cuerpos hacia abajo, ésta puede provenir del aire que los empuja. (ve a 6)
- (3) Los cuerpos caen igual, ya que todos tienen una aceleración constante. (ve a 7)

(4) Humberto recuerda que en su clase de Física realizó un experimento en el laboratorio, el cual refería a un aspecto histórico de la ley de la caída de los cuerpos. El experimento se basaba en una actividad parecida a: (ve a 8)

(5) Este enunciado indica que las concepciones eran Aristotélicas, ubicadas dentro de un contexto histórico entre los años 100 a. de c. hasta la edad media, siglo XV año 1400 d. de c. (ve a 4)

(6) Esta idea corresponde a la época donde se le atribuye a los cuerpos una fuerza externa o motor externo o interno que los empuja hacia abajo o simplemente que los impulsa para moverse: Esta forma de pensar tiene lugar durante los años 1400 d. de c. (ve a 1)

(7) Galileo en el año de 1610 tuvo la idea de que los cuerpos caen con aceleración constante y que su caída es independiente de su masa y de su forma. (ve a 1)

(8) En el laboratorio se realizaban actividades de:

(9) Medir el tiempo de caída de diferentes objetos, desde una altura considerable para saber que llegaban al mismo tiempo. (ve a 12)

(10) Se contaba con una lámpara estroboscópica para observar el movimiento y de esta manera conocer la relación de tiempo y distancia (ve a 13)

(11) Se trataba de retardar el movimiento de los objetos, utilizando para ello planos inclinados y de esta forma determinar la relación entre la altura y el tiempo que tarda en caer un objeto, esto para diferentes inclinaciones. (ve a 14)

(12) Para medir el tiempo, se tenía dificultad al ubicar los momentos precisos en que sucedían los eventos de soltar y observar el choque del objeto con el piso, los tiempos realmente eran pequeños. (ve a 11)

(13) No se contaba con el equipo necesario para realizar esta actividad, por lo que se prefirió utilizar un vídeo que demostraría esta situación. (ve a 11)

(14) Efectivamente, con los elementos con que se contaba en el laboratorio del plantel, se hacía necesario adaptar el experimento de Galileo de los planos inclinados y de esta manera observar que la relación $h \propto t^2$ se cumplía para diferentes inclinaciones.

Pero en la época en que se encuentra Humberto, al querer repetir la actividad experimental del laboratorio resulta que:

(15) no podía conseguir objetos esféricos metálicos que pudiera hacer rodar (ve a 18)

(16) en aquel tiempo no había cronómetros. (ve a 19)

(17) era difícil construir un transportador para medir las inclinaciones. (ve a 23)

(18) Desde aquel tiempo ya eran procesados en Europa objetos metálicos de cualquier tipo, existían fundidoras de metal en donde se elaboraban piezas de cualquier tipo. (ve a 16).

(19) Cuando Galileo realizó su experimento no contaba con un cronómetro para realizar sus actividades, por lo que utilizaba otro instrumento de medición. Lógico es pensar que antes de Galileo no existían instrumentos que midieran el tiempo en forma precisa. Galileo utilizó:

(20) Un reloj de arena que era el instrumento de medición más común en esa época (ve a 28)

(21) Un reloj de sol que era el instrumento utilizado en la antigüedad. (ve a 28)

(22) Un reloj de agua, en el cual comparaba el volumen de agua desplazado a un recipiente y se relacionaba con el intervalo de tiempo transcurrido. (ve a 24).

(23) La aritmética ha sido desarrollada desde tiempos mas antiguos, por lo que no era una dificultad (Ve a 16)

(24) Efectivamente Galileo en su experimento de planos inclinados, utilizó un reloj de agua como el que se mostró en el análisis histórico de las teorías de la caída libre.

Una de las personas del grupo que se encuentra muy interesada en el tema y que, además parece ser un sacerdote pregunta:

¿Porqué la pluma del ave esta cayendo al mismo tiempo que la manzana?

¿Qué debe contestar Humberto ?.

(25) Existe una fuerza del aire que la empuja, para alcanzar a la manzana y que se pueda observar que los dos llevan la misma velocidad, realmente este es un truco en el figura. (Ve a 30)

(26) Existe un tubo con vacío, que hace que los dos objetos caigan igual. (Ve a 29).

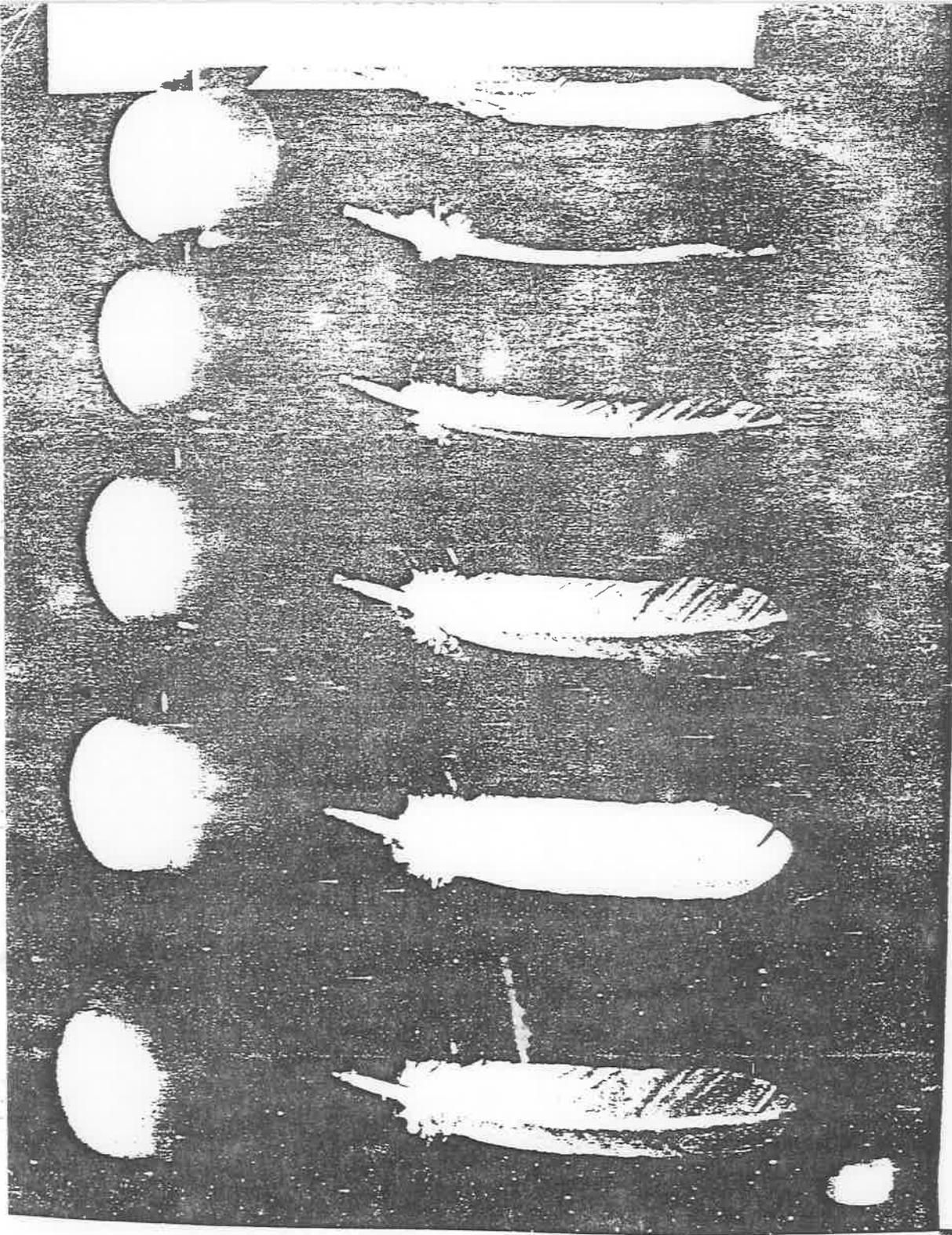
(27) Utilizando una bomba de vacío se extrae el aire a un recipiente, esto hace que se elimine la fricción del aire y por lo tanto, independientemente de su forma y masa, los objetos caen con la misma aceleración, llamada aceleración debida a la gravedad, y tiene un valor de 9.8 m/seg/seg . en la superficie terrestre.(ve a 29)

(28) Con estos instrumentos de medición de tiempo, realmente sería difícil medir intervalos de tiempo con precisión, por tal motivo se hace necesario comparar los valores de tiempo transcurrido, contra un patrón que se pueda medir, aunque no necesariamente sea expresado en segundos o en unidades de tiempo que tu empleas actualmente. (Ve a 22).

(29) Una de las anécdotas que se tiene de una entrevista realizada a Galileo en el año de 1640, dice : *Aquí me encuentro frente al gran Galileo es un viejo cansado y enfermo. se encuentra en una celda preso de la Santa Inquisición.* (Ve a 25)

(30) Bien, este camino lleva a Humberto a tomar una decisión final, recuerda que en su clase de Física el tema de caída libre en el año de 1324 la iglesia influía en las formas de pensamiento de la gente. En esa época la caída libre tenía concepciones Aristotélicas. A Aristóteles le aterraba la idea del vacío, simplemente no la concebía. Así que, de esta manera Humberto decide explicar de forma Aristotélica y no tener problemas que lo llevarían más tarde a quedar preso de la Santa Inquisición.

ESPACIO PARA COLOCAR EL NÚMERO DE LAS RESPUESTAS QUE HAS ELEGIDO Y EN EL ORDEN QUE CREES CONVENIENTE.



3.3.5 SESIÓN 5 Evaluación Formativa

ACTIVIDADES PROPUESTAS	JUSTIFICACIÓN	REGISTRO
<ul style="list-style-type: none"> ○ Se proporcionaran los documentos de la evaluación formativa. Documento 9. Tiempo sugerido para la duración de esta actividad 1.5 a 2 horas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ El aprendizaje de los alumnos debe ser evaluado para emitir una calificación, que cuando sea definitiva debe ser considerado previamente los registros de cada sesión. ○ Se debe mencionar que en cada sesión, los alumnos sabían que estaban siendo evaluados en sus habilidades lógico – metodológicas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ En el documento 10 se concentran las evaluaciones de las 5 sesiones, asignándoles un valor numérico.

Colegio de Bachilleres. Plantel 2 Cien Metros.
Academia de Física.
Evaluación Formativa del tema Caída Libre de los Cuerpos.

Nombre: _____ Grupo: _____ Fecha: _____

Problema: La Puerta del Tiempo .

Esto puede suceder... Caminando un día por la calle Humberto, un alumno del Colegio de Bachilleres, observa una puerta "energizada", como la que tú has visto en las películas de ciencia ficción. Humberto cruza la puerta y... ¡sorpresa! Cuando está del otro lado se da cuenta que su entorno es de otra época, él no conoce el lugar y además las personas que ve visten atuendos extraños. Entonces, pregunta a una de esas personas ¿ dónde se encuentra él ? y ésta le contesta "En Pisa, en el año 1324"; se sorprende aún mas y pide lo lleven ante alguna autoridad. A las personas de esa época también les sorprende su forma de vestir. Cuando es llevado frente al senado, lo registran y en uno de sus bolsillos encuentran una hoja como la que se muestra en la foto. Humberto recuerda que antes de cruzar la puerta "energizada" había estado en su clase de Física. El jurado le pide una explicación a la figura que contiene su hoja. Debes ayudar a Humberto a explicar la figura, de lo contrario él estará en problemas.

1.-En la figura de la fotografía se muestra la caída de una manzana y una pluma de ave. A continuación, marca con una "X" en el paréntesis, la idea que tu juzgues conveniente para explicar este evento.

- a) () Esto no puede ser. Los cuerpos pesados caen más rápido que los ligeros y, por lo tanto, la manzana debiera ir primero que la pluma. La manzana tiene que llegar primero abajo porque es donde debe estar. De esta manera suceden las cosas en la naturaleza.
- b) () Los dos cuerpos están cayendo de la misma forma porque existe una fuerza que aunque no se ve, está empujando a la pluma para que caiga igual que la manzana, solo que no se ve en la figura.
- c) () En realidad los cuerpos caen igual pero, para poder observar esto, debe existir una condición especial; se puede realizar lo mismo pero es necesario un truco.

En el siguiente espacio explica por qué elegiste esta opción. (No olvides que es una idea que va a ayudar a Humberto, por lo que trata de ser claro en la expresión de tus ideas).

3. El senado sabe que Humberto tiene más conocimientos, ya que él viene de otra época. Una persona dice: ...“Vamos a pedirle que nos explique el siguiente evento, el cual no hemos podido entender”...Le proporcionan diversos objetos en parejas, tal como se muestran en las siguientes figuras:

a) Bola de acero   Bola de plomo

b) Bola de aluminio   bola de unicel

c) Libro   Una hoja del libro

Le dicen que los deje caer desde una altura de dos metros en parejas como lo muestra cada inciso.

Explica para cada caso cómo observarías la caída para cada par de objetos.

a) _____

b) _____

c) _____

Bien, entonces pregunta el senado: “¿ Lo que muestra la figura es un truco ? , ¿ Qué debemos hacer para observar lo mismo que muestra la figura de la fotografía ?”

A continuación describe lo que tú crees que debe contestar Humberto para que esas personas queden satisfechas.

4. Humberto al igual que tú ha realizado la práctica de laboratorio, donde se observan las variables que influyen en la caída de los cuerpos. Él empieza a utilizar este recurso para demostrarle al senado que lo que aprendió en el laboratorio no solo fueron mediciones. ¿ Para qué le sirvió la práctica de laboratorio?

Ayuda a Humberto a recordar la actividad experimental con el siguiente cuadro:

Lista de materiales	¿ Qué uso diste al material ?	¿ Que observaste ?

Y... en la actividad experimental que realizaste en el laboratorio. ¿Consideraste que los cuerpos caen en el vacío? _____

Entonces ahora ...¿ la intención de la práctica de laboratorio era la de encontrar una proporcionalidad entre la altura y el tiempo en la caída de los cuerpos?... contesta brevemente en el siguiente espacio:

5. Por un momento Humberto, al igual que tú, se siente acobiado con tanta explicación. Entonces toma asiento y se da cuenta que en la bolsa de su camisa estaba una parte de su acordeón de Física, lo lee y encuentra algo de lo que él no se acordaba, que decía:

Aspectos históricos de la Ley de la Caída de los Cuerpos (Fragmentos de la entrevista realizada a Galileo en el año 1640).

... "Fui a visitar al gran Galileo, cuando lo veo me encuentro frente a un hombre viejo, parece estar enfermo y cansado, creo que producto de su encierro en esta celda. Ahora se que sus ideas sobre la caída de los cuerpos estaban en contra de la Santa Inquisición e hicieron que lo recluyeran en estas paredes tan gruesas y húmedas"

Ahora, ¿ crees que Humberto debe contestar como Galileo ?

Sí: _____

No: _____

¿Por qué?

4. RESULTADOS.

Tomando en consideración los elementos que conforman esta propuesta didáctica, así como sus propósitos, los resultados comprenden los siguientes aspectos:

Contexto de aplicación de la estrategia.

A Quienes	Alumnos de primer semestre de Bachillerato.
Qué y cuánto	El Concepto de Caída de los Cuerpos, en las áreas: Cognoscitiva. (básico, comprensión, aplicación, análisis). Psicomotora (respuesta guiada, continuidad de respuesta). Afectiva (recepción, respuesta, valoración, organización, caracterización).
En qué	En la validación lógico-metodológica, antes, durante y al finalizar la aplicación de la estrategia didáctica.
Cómo	Identificando el concepto caída de los cuerpos, explicándolo y aplicándolo en la práctica; así como conjugando las habilidades lógico – metodológicas que pretende lograr la estrategia didáctica.
Para qué	Reorganizar los conceptos aprendidos en relación con los suyos, integrándolos a su esquema conceptual y de esta manera valorar que el proceso de aprendizaje no es únicamente un desarrollo memorístico.

4.1 Recolección de Datos

Contenido Temático	Nivel	Actividades Didácticas		Material	Resultados al finalizar la evaluación Formativa
		Alumnos	Profesor		
1. Textos Históricos	Básico Comprensión Recepción respuesta	Trabajan en equipo.	Aplica un Pretest	Fotocopias, gis y pizarrón.	
2. Actividad Experimental	Aplicación Análisis Respuesta guiada Continuidad de repuesta	Trabajan en equipo.	Aplica un Pretest. Elabora organizador anticipado, pistas tipográficas.	Fotocopias rieles, balines, cronometro, gis y pizarrón.	
3. Análisis Matemático y de Vídeo	Básico Comprensión Aplicación Análisis Continuidad de Respuesta	Trabajan en equipo.	Elabora organizador anticipado, preguntas intercaladas. Revisa mapas conceptuales	Televisión, Reproductor de video, Cuaderno de bitácora, gis y pizarrón.	
4. Solución de Problemas	Comprensión Aplicación Análisis Continuidad de Respuesta	Trabajan en equipo.	Realiza preguntas intercaladas y analogías.	Fotocopias, gis y pizarrón	
5. Evaluación Formativa	Evaluación Organización	Trabajan en forma individual.		Fotocopias.	Avanzados 72 % Intermedio 20 % Bajo 8 %

Durante las sesiones 1 a 4, los alumnos trabajaron en equipos de 3 a 4 personas, discutiendo los temas y dando respuesta a cada uno de los instrumentos.

Los niveles fueron definidos por el profesor en el diseño de la propuesta y se refieren a la profundidad de los temas que se desarrollaron en los grupos piloto para el cumplimiento de las propósitos de la enseñanza del concepto de caída de los cuerpos, de acuerdo con el contenido de los temas, actividades y materiales utilizados.

En este sentido, los niveles son:

- Básico idea o concepto.
- Comprensión.- explicación de conceptos y posibles aplicaciones.
- Aplicación.- práctica de lo aprendido y correcciones
- Análisis.- separación de las partes de un todo y sus relaciones.
- Respuesta Guiada.- desarrollo de actividades experimentales con supervisión y auxilio del profesor.
- Continuidad de Respuesta.- Desarrollo de conceptos y habilidades matemáticas con supervisión del profesor.
- Evaluación.- juicio u opinión razonada, soluciones, valor, entendimiento.
- Organización.- reorganiza los conceptos aprendidos a los suyos y los integra a su forma de ser.⁽¹⁸⁾

18. Alvarez Aceves Luis Ramón, 2001.

4.2 Organización de la información

Considerando 2 grupos piloto de 60 alumnos cada uno, el profesor diseñó formatos de registro que permitió la comparación de evidencias de aprendizaje, habilidades metodológicas y actitudes de los alumnos en cada sesión, lo que le permitió contar con información confiable para la evaluación formativa (anexos 1, 2, 3).

La información recopilada se refiere al desempeño de los alumnos frente a una tarea, al resultado de cuestionamientos del profesor a los alumnos y a participaciones directas de los alumnos.

4.3 Procesamiento de la Información.

El análisis de los registros permitió al profesor identificar el avance en el proceso enseñanza-aprendizaje, destacando los alumnos que presentaron dificultad en la incorporación de aspectos fenomenológicos o físicos, así como alumnos que desarrollaron un cambio conceptual intermedio y alto (anexo 4).

4.4 Síntesis de la Información Recolectada.

Sesión 1. Textos Históricos.

Al iniciar la sesión el profesor tomó en cuenta las ideas previas de los alumnos en el sentido de que pensaban que los cuerpos pesados caen primero que los ligeros. Cuando el profesor les mostró el experimento que consiste en dejar caer al mismo tiempo dos hojas de papel de diferente forma, los alumnos se interesaron por la explicación del fenómeno, deduciendo que las hojas tienen resistencia al aire según su forma. Una vez que los alumnos llevaron a cabo la lectura de los textos históricos, identificaron su postura inicial respecto a la percepción del fenómeno dentro de la época medieval, donde predominaron una serie de contradicciones y un rigor eclesiástico. Asimismo, les sorprendieron las teorías aristotélicas. Por último, el profesor destacó la importancia del desarrollo continuo de la ciencia y la homogenización de puntos de vista en el trabajo de equipo por parte de los alumnos.

Sesión 2, Actividad Experimental.

El conocimiento y la comprensión de los textos históricos que se refieren a los experimentos de Galileo ubicó a los alumnos en uno de los problemas fundamentales del fenómeno de caída de los cuerpos, la medición del tiempo. Durante el desarrollo de la práctica el profesor utilizó planos inclinados, haciendo un registro de los resultados, lo que le permitió detectar errores y hacer adecuaciones al procedimiento de la actividad experimental, en virtud de que los alumnos confundieron el aumento de la velocidad en la caída con la velocidad constante. Finalmente, los alumnos adquirieron la habilidad de manipular los dispositivos de laboratorio para realizar mediciones precisas.

Sesión 3. Análisis Matemático y de Vídeo

El profesor definió la ley de la caída de los cuerpos a través de ecuaciones cinemáticas, interpretando el experimento pensado de Galileo. En esta actividad el profesor tuvo oportunidad de registrar el desarrollo de conceptos y habilidades matemáticas y de relación de ideas para interpretar que el aire es el medio que modifica la caída de los cuerpos, cambiando el concepto que tenían los alumnos de que el aire no influye, sino únicamente la masa. Esto permitió al profesor establecer la idea de vacío como la ausencia del aire.

Sesión 4. Solución de Problemas.

El profesor incorporó aspectos revisados en sesiones anteriores en dos tipos de problemas: tradicionales con enunciado contextualizado y de ruta crítica. Al realizar el análisis dimensional de los problemas de enunciado contextualizado algunos alumnos expresaron el tiempo en unidades de segundos, lo cual fue corregido por el profesor de inmediato. Por otro lado, algunos alumnos que trabajaron problemas de ruta crítica siguieron rutas erróneas, esto le permitió al profesor detectar en que parte de la estrategia no quedaron claros los conceptos, corrigiendo dichas desviaciones. Cabe señalar que los alumnos aportaron sus puntos de vista para lograr la solución del problema, interesándose más en el tema.

Sesión 5. Evaluación Formativa.

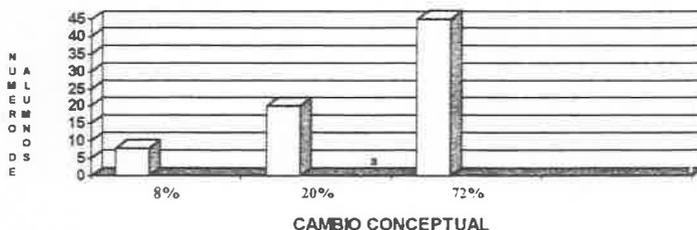
Con el propósito de realizar la evaluación formativa de la información generada en los formatos de registro, el profesor aplicó una guía de observación (anexo 5).

Los alumnos aportaron sus puntos de vista razonados, lo que permitió al profesor registrar el nivel de aprendizaje logrado, así como el cambio conceptual. Cabe hacer mención que se obtuvieron excelentes resultados en un alto porcentaje de alumnos (anexo 6).

Otro elemento fundamental en la evaluación formativa consistió en la revisión de la bitácora de los alumnos donde realizaron sus registros personales y observaciones.

4.5 Interpretación de la Información

La siguiente gráfica muestra el cambio conceptual alcanzado en una población de 60 alumnos a quienes se les aplicó la estrategia



CAMBIO CONCEPTUAL ALTO	72 %
CAMBIO CONCEPTUAL MEDIO	20 %
CAMBIO CONCEPTUAL BAJO	8 %

Como se observa, el porcentaje más alto de alumnos (72%) se encuentra en el nivel alto de cambio conceptual. Esto significa que consideran a la Ciencia en continuo desarrollo y cuentan con elementos para debatir sus puntos de vista con apoyo en el desarrollo de conceptos físicos. Por otro lado, Los alumnos con rendimiento medio y bajo suman 28%, representando la población que será sujeta de un estudio posterior para realizar ajustes a la estrategia de tal manera que se optimicen los resultados obtenidos.

5. CONCLUSIONES

- La lectura de textos históricos y su posterior debate permitió a los alumnos interesarse por el tema, homogenizar sus puntos de vista y conocer la evolución del concepto de caída de los cuerpos hasta nuestros días.
- La correcta interpretación del concepto de vacío y la relación **aire – forma de los cuerpos – aceleración constante** son factores determinantes para lograr el cambio conceptual de los alumnos en cuanto a la caída de los cuerpos.
- La actividad experimental permitió a los alumnos identificar la importancia de los planos inclinados (utilizados por Galileo), como un recurso para retardar el movimiento de caída, analizar y medir el tiempo y de esta manera identificar e interpretar el movimiento acelerado.
- La solución de problemas bajo un esquema de intercambio de ideas de los alumnos en el trabajo de equipo con la supervisión del profesor, dio confianza a los alumnos para obtener la solución adecuada.
- La evaluación del profesor en cada sesión, le permitió hacer las adecuaciones necesarias a la estrategia y de esta manera corregir procedimientos y desviaciones que sugieran para lograr un cambio conceptual en los alumnos y así tener excelentes resultados.
- La propuesta pedagógica aporta beneficios al proceso enseñanza-aprendizaje del fenómeno de caída de los cuerpos como se observa en los resultados; combinando el esquema institucional propuesto por el Colegio de

Bachilleres y los desarrollados durante la Especialidad, se logro optimizar la interacción alumnos-profesor durante el proceso enseñanza-aprendizaje.

- Con el desarrollo de esta propuesta se marca la pauta para desarrollar formas de construcción de conceptualizaciones que permitan entender los fenómenos y las leyes que gobiernan un fenómeno físico de la vida cotidiana, permitiendo organizar , conocimientos conceptuales y metodológicos en forma coherente en teorías y modelos, posibilitando comprender de esta manera el avance científico y tecnológico y situarse en un espacio y tiempo histórico propio.

6. RECOMENDACIONES

- Las propuestas Institucionales existentes en el Colegio de Bachilleres tienen una tendencia constructivista. En este sentido, es necesario que los profesores que imparten la asignatura de Física, sean instruidos bajo esta perspectiva, ya que, si el profesor es participe de ese proceso de enseñanza – aprendizaje, lo podrá aplicar en el salón de clases.
- La capacitación de los profesores en propuestas didácticas previamente aplicadas y probadas con resultados satisfactorios deben ser integradas a los cursos que imparte la institución. Con esa experiencia, los mismos estarán en posibilidad de realizar y adecuar las modificaciones necesarias para un mejor aprovechamiento y seguimiento de los cursos.
- Es necesario que el desarrollo de nuevas estrategias enfocadas a temas importantes dentro de los programas institucionales se vea reflejado en los contenidos y en la implementación didáctica. Al respecto, se observa que los actuales programas no tienen una estructura suficiente que permite usar el método experimental como un elemento que coadyuve a integrar los aspectos epistemológicos y matemáticos que los integren como una estrategia. Por ello, es conveniente que los materiales didácticos estén disponibles en el salón de clase .
- Se deben diseñar propuestas enfocadas al uso de materiales didácticos accesibles que aseguren el logro de los resultados.
- Se deben orientar las estrategias hacia la participación activa de los alumnos, de tal manera que el estudiante pueda explicar e interpretar la relación del conocimiento adquirido e integrarlo a su vida cotidiana,

adecuando las técnicas y procedimientos de los profesores para llevar una continua evaluación a través de listas de cotejo, que den certeza a los juicios sobre el aprendizaje adquirido por sus alumnos.

- Debe haber una selección cuidadosa de posiciones epistemológicas adecuadas a las estrategias, que haga accesible el conocimiento a los estudiantes.

7. REFERENCIAS

- 1.-, 9.-, 13.- Flores C. Fernando. 1986. Un modelo para la Enseñanza de la Física. Tesis de Maestría. UNAM.
- 2.-, 3.- Wartofsky Marx W. 1983. Introducción a la Filosofía de las Ciencias. Alianza Editorial. Madrid.
- 4.- Bachelard Gastón. 1985 La Formación del Espíritu Científico. Siglo XXI. México.
- 5.- Holton Gerald. 1979. La Imaginación Científica . Fondo de Cultura Económica. México.
- 6.- Moulines C. U. 1988 . Un Programa de Reconstrucción Estructural de las Teorías Físicas. Alianza Editorial. México.
- 7.- María Salud Agassiz-Nuñez. Documento sin publicar. La Psicología y la Epistemología Genética y sus Aportaciones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias. Universidad de Ginebra.
- 8.- B. Inhelder, Jean Piaget. 1979. La naturaleza de las Nociones Cinemáticas y Mecánicas. Introducción a la Epistemología Genética. Editorial Piados. Buenos Aires.
- 10.-, 11.- Pozo Juan Ignacio. 1972. La Comprensión de la Ciencia por los Adolescentes. Editorial Piados. Buenos Aires.

12.- Moreira M. 1991. La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausbel. Instituto de Física . Porto Alegre Brasil.

14.-, 15.-, 16.- Rutherford James, Holton Gerald, Watson Fletcher. 1975. Project Physics. Holt Rinehart. New York.

17.- Koyré Alexandre. 1939. Estudios Galileanos. Hermann. París Francia.

18.- Álvarez Aceves Luis Ramón, Romero González Victor. 2000. El Kaisen en el Proceso de Capacitación. Grupo Editorial IberoAmérica. México.

ANEXO 1
EVIDENCIAS DEL TRABAJO DE LOS ALUMNOS.

Oscar Vizuetz Zenil
M.C. Pizano Zapata
Edith Medina Ortuno
Elizabeth Vasquez Delgado

Equipo: 1o

¿Caerán las 2 pelotas al mismo tiempo al suelo?

No por que los lanzaron de una distancia de 3 mso y a esa distancia el aire ya actua como friccion

¿Caerá la pelota de menor tamaño mas rápido?

No por que el aire influye a que ~~la pelota~~ ^{la} mas grande caiga mas rapido.

¿El tiempo de caída dependera de su masa?

No por que unicamente influye la fuerza de gravedad

¿Como influye el medio sea aire o agua en la caída de los cuerpos?

De acuerdo a la posición que presenta el medio los objetos caen a mayor o menor velocidad

¿D. Despejar al tiempo?

$$T = \sqrt{\frac{h}{\frac{1}{2} Ag}}$$

¿D. Despejar a la aceleración de gravedad

$$\frac{1}{2} ag = \frac{h}{t^2}$$

ANEXO 2

EVIDENCIAS DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA

2. Como te habrás dado cuenta, la pregunta anterior puede ser contestada de acuerdo con diversas formas de pensamiento. El senado se muestra muy interesado en lo que tú has aconsejado a Humberto. Ellos creen saber mas que él, por lo que ahora es un reto para ti ayudar a describir lo siguiente:

A Humberto le proporcionan una manzana y una pluma de ave, similares a la de la fotografía y le piden que las deje caer al mismo tiempo desde una altura de dos metros. La persona que tiene la fotografía en la mano le pregunta por qué no se observa la misma caída que en la foto, ya que en realidad la manzana cae primero.

A continuación describe lo que tú crees conveniente que debe contestar Humberto

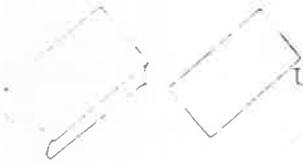
El peso influye en la velocidad de los objetos que caen. En el caso de la manzana y la pluma, la manzana cae primero porque es más pesada que la pluma.

2 *

3. El senador sabe que Humberto tiene más conocimientos, ya que él viene de otra época. Una persona dice: "...Vamos a pedirle que nos explique el siguiente evento, el cual no hemos podido entender"... Le proporcionan diversos objetos en parejas, tal como se muestran en las siguientes figuras:

a) Bola de acero   Bola de plomo

b) Bola de aluminio   bola de unicel

c) Libro  Una hoja del libro

Le dicen que los deje caer desde una altura de dos metros en parejas como lo muestra cada inciso.

Explica para cada caso cómo observarías la caída para cada par de objetos.

- a) ambos caerían al mismo tiempo
- b) la de aluminio caería primero
- c) la hoja caería primero

Bien, entonces pregunta el senador: "¿Lo que muestra la figura es un truco? ¿Qué debemos hacer para observar lo mismo que muestra la figura de la fotografía?"

A continuación describe lo que tú crees que debe contestar Humberto para que esas personas queden satisfechas.

Si se dejan caer desde una altura de dos metros, los objetos caerán al mismo tiempo.
Porque la fuerza de gravedad actúa sobre todos los objetos de la misma manera.
La velocidad de caída es la misma para todos los objetos.
La única diferencia es el peso, pero eso no afecta la velocidad de caída.

4. Humberto al igual que tú ha realizado la práctica de laboratorio, donde se observan las variables que influyen en la caída de los cuerpos. Él empieza a utilizar este recurso para demostrarle al senado que lo que aprendió en el laboratorio no solo fueron mediciones. ¿Para qué le sirvió la práctica de laboratorio?

Ayuda a Humberto a recordar la actividad experimental con el siguiente cuadro:

Lista de materiales	¿Qué uso diste al material?	¿Qué observaste?
<p>1.10.2014</p> <p>Rueda</p> <p>1.10.2014</p> <p>Rueda</p> <p>1.10.2014</p>	<p>Se usó para medir el tiempo que tarda en caer el cuerpo desde una altura determinada.</p> <p>Se usó para medir el tiempo que tarda en caer el cuerpo desde una altura determinada.</p> <p>Se usó para medir el tiempo que tarda en caer el cuerpo desde una altura determinada.</p> <p>Se usó para medir el tiempo que tarda en caer el cuerpo desde una altura determinada.</p>	<p>Se observó que el tiempo de caída aumenta con la altura.</p> <p>Se observó que el tiempo de caída aumenta con la altura.</p> <p>Se observó que el tiempo de caída aumenta con la altura.</p> <p>Se observó que el tiempo de caída aumenta con la altura.</p>

Y... en la actividad experimental que realizaste en el laboratorio. ¿Consideraste que los cuerpos caen en el vacío? no caen en el vacío ya que hay un aire que los frena al una superficie

Entonces ahora... ¿la intención de la práctica de laboratorio era la de encontrar una proporcionalidad entre la altura y el tiempo en la caída de los cuerpos?... contesta brevemente en el siguiente espacio:

La altura depende la altura de un cuerpo
ya que su aceleración es constante y constante de
altura el tiempo es también constante

5. Por un momento Humberto, al igual que tú, se siente azobiado con tanta explicación. Entonces toma asiento y se da cuenta que en la bolsa de su camisa estaba una parte de su acordeón de Física, lo lee y encuentra algo de lo que él no se acordaba, que decía:

Aspectos históricos de la Ley de la Caída de los Cuerpos. (Fragmentos de la entrevista realizada a Galileo en el año 1640).

"Fui a visitar al gran Galileo, cuando lo veo me encuentro frente a un hombre viejo, parece estar enfermo y cansado, creo que producto de su encierro en esta celda. Ahora se que sus ideas sobre la caída de los cuerpos estaban en contra de la Santa Inquisición e hicieron que lo recluyeran en estas paredes tan gruesas y húmedas"

Ahora, ¿ crees que Humberto debe contestar como Galileo ?

Sí: _____

No: _____

¿Por que?

Porque si contesta lo mismo que Galileo si el también lo condenarían a la Santa Inquisición y a un tanto problema

ANEXO 3

**EVIDENCIAS DEL TRABAJO DE LOS ALUMNOS RECOPIADAS POR EL
PROFESOR DURANTE EL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA**

Desempeño Individual (Categoría I)

Equipo	Disciplina	Atleta	Amigo y mejor amigo	Compañero (1) (2) (3) (4)	Se le dificulta (1) (2) (3) (4)
Equipo 1	Aristotélicas	Ernesto	7	✓	✓
		María del Carmen	8	✓	✓
		Ana Liana	6	✓	✓
Equipo 2	Golfos	Jessica	9	✓	✓
		José	6	✓	✓
		Mónica	6	✓	✓
Equipo 3	Edad Media	Rodrigo	8	✓	✓
		Ignacio	7	✓	✓
		Shony	6	✓	✓
Equipo 4	Edad Media	Luis Felipe	8	✓	✓
		Ramón	7	✓	✓
		Sofía	6	✓	✓
Equipo 5	Edad Media	Verañica	7	✓	✓
		Gerardo López	6	✓	✓
		Ivan	6	✓	✓
Equipo 6	Golfos	Rosalinda	8	✓	✓
		Rodrigo	8	✓	✓
		Victor	7	✓	✓
Equipo 7	Aristotélicas	Jesús	7	✓	✓
		Carolina	8	✓	✓
		Isabel	7	✓	✓
Equipo 8	Golfos	Nosma	6	✓	✓
		José	9	✓	✓
		Yadira	8	✓	✓
Equipo 4	Golfos	Alyandra	8	✓	✓
		Miguelina	6	✓	✓
		Azuena	8	✓	✓
		Tobeta	7	✓	✓
		Hugo (faltó por accidente)	6	✓	✓

REGISTROS DURANTE EL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

GRUPO 131

1	10/10/1972	1	10/10/1972	1
2	10/10/1972	2	10/10/1972	2
3	10/10/1972	3	10/10/1972	3
4	10/10/1972	4	10/10/1972	4
5	10/10/1972	5	10/10/1972	5
6	10/10/1972	6	10/10/1972	6
7	10/10/1972	7	10/10/1972	7
8	10/10/1972	8	10/10/1972	8
9	10/10/1972	9	10/10/1972	9
10	10/10/1972	10	10/10/1972	10

101

101

Grupo 138

Sewon

Nombres de los individuos	E! volo		Condruous		Inflings		Elemental		Circulo de B. Lasso
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. Evelyn	/		/		/		X	/	U
2. Nigel	/		/		/		X	/	U
3. Daniel	/		/		/		X	/	U
4. Robert	/		/		/		X	/	U
5. David	/		/		/		X	/	U
6. Mary	/		/		/		X	/	U
7. Elizabeth	/		/		/		X	/	U
8. Isabel	/		/		/		X	/	U
9. Juan	/		/		/		X	/	U
10. Sharon	/		/		/		X	/	U
11. Diana	/		/		/		X	/	U
12. Susan	/		/		/		X	/	U
13. Ker	/		/		/		X	/	U
14. Juan	/		/		/		X	/	U
15. Diana	/		/		/		X	/	U
16. Daniel	/		/		/		X	/	U
17. Evelyn	/		/		/		X	/	U
18. Nigel	/		/		/		X	/	U
19. Daniel	/		/		/		X	/	U
20. Robert	/		/		/		X	/	U
21. Mary	/		/		/		X	/	U
22. Elizabeth	/		/		/		X	/	U
23. Isabel	/		/		/		X	/	U
24. Juan	/		/		/		X	/	U
25. Sharon	/		/		/		X	/	U
26. Diana	/		/		/		X	/	U
27. Susan	/		/		/		X	/	U
28. Ker	/		/		/		X	/	U
29. Juan	/		/		/		X	/	U
30. Diana	/		/		/		X	/	U
31. Daniel	/		/		/		X	/	U
32. Evelyn	/		/		/		X	/	U
33. Nigel	/		/		/		X	/	U

Condruous de B. Lasso
(P. Lasso)

Elemental
I. Lasso

Inflings

Condruous

Elemental

Inflings

Condruous

Sesión 1

Registro de operaciones en el auto.

Grupo 138

Lunes 18 Mayo 1998
19:00 - 21:00 hrs

No ds	Compras		Recom. de		Atenciones		Revisión	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
2	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
3	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
4	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
5	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
6	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
7	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
8	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO
9	90%	NO	60%	NO	100%	NO	60%	NO
10	✓	NO	✓	NO	✓	NO	✓	NO

Act. de la experimentación

13:00 - 19:00 hrs

Habilidades que se	Comprensión del texto escrito		Registros Resultados	Manipular las disposiciones de laboratorio		Identificar magnitudes y unidades.
	Si	No		Si	No	
Juan Tobías 1 Eusebio Camacho	✓		No hay errores y errores	✓		✓
Ignacio, 2 Sara Sofía	✓		No se observan errores	✓		✓
Lucía 3 Mariana Ana Laura, Pablo	✓		la aplicación de los datos - errores - errores simples - errores	✓		✓
Vanessa 4 Sherry Gabriel, A. Zuzuma	✓		Se observan errores	✓		✓
Rosalinda, Rodrigo, 5 V. Jorja Van, Alejandra	✓		Deficiente en la aplicación de los datos	✓		✓
Norma, Cuovheng Juan, Yodaira, María	✓		el registro en forma de libros en un momento	✓	Justo	✓

Equipo	Si	No	-	No
1	/		/	
2	/	No se apropió bien el resultado en el estudio	/	
3	/	No hay relevancia en los "medios"		real los x 2 despegos
4	/		/	
5	/		Hay bien lo "tejer"	
6	/	No muy claro en los "inventos" medidos		Mal en los x 2 despegos

GRUPO 131

SECCIÓN 3

Fecha de sesión 26.05.88

Para la habilidad de relación se utilizó la preguntas del undeo

Para la habilidad matemática se realizó con los despegos de la ecuación $h = 1/205 t^2$ para encontrar h y 0.9 que servirán para la siguiente sesión

Habilidad Equipo	Uso de métodos	Valorar procedimientos	Soluciones problemas
1 Ana Larra Enrico Carman	Este problema	✓	No se incorporan los aspectos históricos y prácticos
2 Jose Serrano Narciso	de xy^2	✓	No se soluciona por completo. Falta la parte de punto
3 Ignacio Shamy Rodolfo	✓	✓	Se completa correctamente excepto la idea de punto
4 Jesus Yolera Alexandra	problema de xy^2	✓	Problema de metódico de ideas históricas
5 Mercedes Guadalupe Juan	de xy^2	✓	Resuelve la solución completa forma en cuenta todos los aspectos
6 Ramon Luis Sofia	✓	✓	bien existe buena incorporación
7 Guayllano Jesús Vicente	✓	✓	Problema con los instrumentos y se uso
8 Victor Rodrigo Rosendo	de xy^2	No hay relación el problema es relacionado	Se completa correctamente excepto la idea del punto
9 Figueroa Ezequiel Fabiana Alfonso	✓	✓	asigna incompleta no se ve en cuenta
10 por un grupo de 80			dificultad de algunos puntos o relación (1)

Grupo 131

Sesión 5

3- Junio - 98

11/14/0

Foo location

Cuentas de B. Torera

C - Cuentas de

I - Incompleto

O - Observaciones por Cuenta Lindero

	El valor nominal de las participaciones emitidas	Condiciones de las cuentas	Apoyos de cuenta de la cuenta de la cuenta de la cuenta de la	El valor unitario de las participaciones emitidas	Observaciones
1	✓	SI	SI	SI	✓
2	✓	SI	SI	SI	✓
3	✓	SI	SI	SI	✓
4	✓	SI	SI	SI	✓
5	✓	SI	SI	SI	✓
6	✓	SI	SI	SI	✓
7	✓	SI	SI	SI	✓
8	✓	SI	SI	SI	✓
9	✓	SI	SI	SI	✓
10	✓	SI	SI	SI	✓
11	✓	SI	SI	SI	✓
12	✓	SI	SI	SI	✓
13	✓	SI	SI	SI	✓
14	✓	SI	SI	SI	✓
15	✓	SI	SI	SI	✓
16	✓	SI	SI	SI	✓
17	✓	SI	SI	SI	✓
18	✓	SI	SI	SI	✓
19	✓	SI	SI	SI	✓
20	✓	SI	SI	SI	✓
21	✓	SI	SI	SI	✓
22	✓	SI	SI	SI	✓
23	✓	SI	SI	SI	✓
24	✓	SI	SI	SI	✓
25	✓	SI	SI	SI	✓
26	✓	SI	SI	SI	✓

O - 160 participaciones
 O - May completo, por la transferencia
 O - May completo
 O - Realiza y unidos - Eneas
 O - May de unido

ANEXO 5
GUÍA DE OBSERVACIÓN

ESPECIALIDAD PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

COLEGIO DE BACHILLERES

ASIGNATURA 12. REPORTE LABORAL

GUIA GENERAL DE OBSERVACION POR SESION DE LA APLICACION DE LA PROPUESTA DIDACTICA

La presente guía es una sugerencia de puntos a observar y para anotar al final de clase. Este registro general tiene el objetivo de apoyar la observación de los aspectos más relevantes de la sesión en cuanto a las ideas y actitudes de los estudiantes, durante las sesiones de la aplicación de la propuesta didáctica.

Tema de la estrategia didáctica: _____

Fecha de la sesión: _____ a Tema de la sesión: _____

Identifique las ideas generales de la discusión, los argumentos generales o de índole particular pero de importancia en el desarrollo del tema que expresan los alumnos al inicio, durante y al concluir la sesión.

Antes:

Durante:

Al concluir:

reprobar

Identifique la línea de razonamiento principal de los alumnos que permiten identificar el aprendizaje de los conceptos tratados.

El estudiante expresó que para poder comprender los conceptos de la física es necesario tener una base sólida en matemáticas, especialmente en álgebra y geometría. Menciona que durante la sesión se le aclararon algunas dudas sobre la interpretación de los gráficos y la aplicación de las leyes de Newton.

En general que actitud tuvieron los alumnos durante la sesión.

Los estudiantes mostraron una actitud participativa y colaborativa durante la sesión. Se observó un interés activo por comprender los temas tratados y se fomentó el intercambio de ideas entre los alumnos. Algunos de ellos hicieron preguntas pertinentes que permitieron aclarar dudas y profundizar en los conceptos.

Los estudiantes propusieron algún experimental o un problema u otra actividad de aprendizaje y la realizaron para apoyar lo que expresaban.

Algunos de los estudiantes propusieron realizar un experimento práctico para verificar la segunda ley de Newton. Consistió en medir el tiempo que tarda un objeto en caer desde una cierta altura y compararlo con el tiempo teórico calculado. También se les planteó un problema de aplicación de las leyes de Newton en un contexto cotidiano.

Indique que actitud tuvieron los alumnos en general durante y después de realizar la actividades de aprendizaje programadas y propuestas, como experimentos, lecturas, resolución de problemas planteados, ejercicios, etc.

Los estudiantes mostraron una actitud positiva y comprometida durante y después de realizar las actividades de aprendizaje. Se observó un interés por aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales y resolver problemas de manera creativa. Después de la sesión, algunos de ellos continuaron trabajando en los ejercicios propuestos y realizaron preguntas adicionales.

ACTIVIDAD	Participación	Comentarios	Aportación	Análisis de actividad	Considera los resultados
-----------	---------------	-------------	------------	-----------------------	--------------------------

Experimento

Actividad

Problema 1

Problema 2

Discusión

Actividad

Propuesta

EVIDENCIAS DEL CAMBIO CONCEPTUAL DE LOS ALUMNOS

2. Como te habrás dado cuenta, la pregunta anterior puede ser contestada de acuerdo con diversas formas de pensamiento. El senado se muestra muy interesado en lo que tú has aconsejado a Humberto. Ellos creen saber mas que él, por lo que ahora es un reto para ti ayudar a describir lo siguiente:

A Humberto le proporcionan una manzana y una pluma de ave, similares a la de la fotografia y le piden que las deje caer al mismo tiempo desde una altura de dos metros. La persona que tiene la fotografia en la mano le pregunta por qué no se observa la misma caída que en la foto, ya que en realidad la manzana cae primero.

A continuación describe lo que tú crees conveniente que debe contestar Humberto

Responde describiendo lo que crees conveniente que debe contestar Humberto.

1. La manzana cae primero porque es más pesada que la pluma.

2. La pluma cae primero porque es más ligera que la manzana.

3. Ambas caen al mismo tiempo porque la gravedad actúa sobre ambas.

4. La manzana cae primero porque la pluma tiene resistencia al viento.

5. La pluma cae primero porque la manzana tiene resistencia al viento.

6. Ambas caen al mismo tiempo porque la gravedad actúa sobre ambas.

7. La manzana cae primero porque la pluma tiene resistencia al viento.

8. La pluma cae primero porque la manzana tiene resistencia al viento.

9. Ambas caen al mismo tiempo porque la gravedad actúa sobre ambas.

10. La manzana cae primero porque la pluma tiene resistencia al viento.

3. El senado sabe que Humberto tiene más conocimientos, ya que él viene de otra época. Una persona dice: "Vamos a pedirle que nos explique el siguiente evento, el cual no hemos podido entender". Le proporcionan diversos objetos en parejas, tal como se muestran en las siguientes figuras:

a) Bola de acero   Bola de plomo

b) Bola de aluminio   bola de unicel

c) Libro  Una hoja del libro

Le dicen que los deje caer desde una altura de dos metros en parejas como lo muestra cada inciso.

Explica para cada caso cómo observarías la caída para cada par de objetos.

a) Se caerán al mismo tiempo.

b) Se caerán al mismo tiempo.

c) Se caerán al mismo tiempo.

Bien, entonces pregunta el senado: "¿Lo que muestra la figura es un truco? ¿Qué debemos hacer para observar lo mismo que muestra la figura de la fotografía?"

A continuación describe lo que tu crees que debe contestar Humberto para que esas personas queden satisfechas.

Para observar lo mismo que muestra la fotografía, se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

Se debe hacer un experimento en el que se deje caer los cuerpos desde una altura de dos metros.

5. Por un momento Humberto, al igual que tú, se siente agobiado con tanta explicación. Entonces toma asiento y se da cuenta que en la bolsa de su camisa estaba una parte de su acordeón de Física, lo lee y encuentra algo de lo que él no se acordaba, que decía:

Aspectos históricos de la Ley de la Caída de los Cuerpos. (Fragmentos de la entrevista realizada a Galileo en el año 1640).

... "Fuí a visitar al gran Galileo, cuando lo veo me encuentro frente a un hombre viejo, parece estar enfermo y cansado, creo que producto de su encierro en esta celda. Ahora sé que sus ideas sobre la caída de los cuerpos estaban en contra de la Santa Inquisición e hicieron que lo recluyeran en estas paredes tan gruesas y húmedas"

Ahora, ¿crees que Humberto debe contestar como Galileo?

Sí: _____

No: x

¿Por que?

No - _____

