



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

Departamento de Física

"DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PARA MEJORAR LA
FAMILIARIZACIÓN Y EL RAZONAMIENTO ESTADÍSTICO EN
UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

MAGISTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Presentado por:

CHRISTIAN ANTONIO PAVÓN BRITO

Guayaquil - Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha dado todo.

A mi mamá que insistió para que estudie la maestría.

A mi esposa por ayudarme y aceptar el sacrificio de los fines de semana.

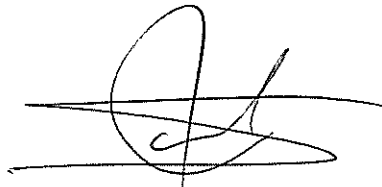
Al M.Sc. Jorge Flores que fue el director de esta Tesis.

A Pancho por ayudarme a desarrollar el Sistema Multimedia.

DEDICATORIA

A María Dolores

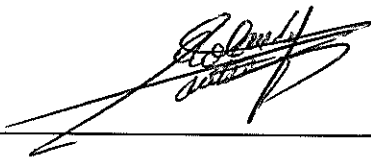
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Hernando Sánchez Caicedo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



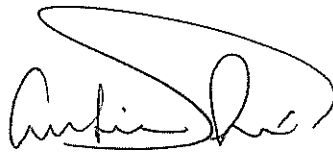
M.Sc. Jorge Flores Herrera
DIRECTOR TESIS



M.Sc. Dick Zambrano Salinas
VOCAL PRINCIPAL

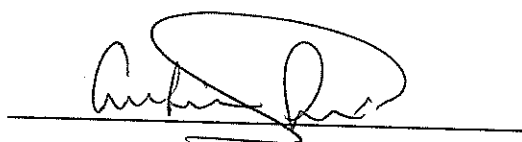
DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Christian', is written over a horizontal line.

Christian Antonio Pavón Brito

AUTOR

A handwritten signature in black ink, featuring a large, stylized 'C' and 'P' that are interconnected. The signature is written over a horizontal line.

Christian Antonio Pavón Brito

RESUMEN

En las ciencias experimentales, el procesamiento de datos es una de las partes más importantes para la comprensión y el desarrollo de las mismas. Por esta razón el presente trabajo trata acerca del diseño de un sistema multimedia para mejorar la familiarización y el razonamiento estadístico en una práctica de laboratorio de física.

Para esto se llevaron a cabo dos intervenciones. La primera consistió en pulir tanto el Sistema Multimedia para el procesamiento de datos como la prueba de entrada/salida a la que iban a ser expuestos los estudiantes. En esta sesión participaron cuatro alumnos, de entre 15 y 16 años junto con su profesor de Física. Se les presentó el borrador de la prueba, así como también el prototipo del Sistema multimedia para el procesamiento de datos. Al final de la sesión ellos contribuyeron con sugerencias acerca de estas dos herramientas.

En la segunda sesión se realizó una prueba de entrada, una intervención, y una prueba de salida. Para esto se seleccionó a 20 estudiantes de edades entre 15 y 16 años. La intervención consistió en el uso del Sistema Multimedia para el procesamiento de datos.

Con esto se pudo observar en los resultados un aumento en el rendimiento, que se vio reflejado en las notas que alcanzaron los estudiantes en la prueba de salida con respecto a las notas de la prueba de entrada.

La hipótesis de investigación fue: La media de la prueba de salida es mayor que la media de la prueba de entrada después del test. Para comprobarla se usó la prueba de la t de student emparejada y se calculó la ganancia de Hake, teniendo como conclusión que se aceptó la hipótesis de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	6
ÍNDICE GENERAL.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
 CAPÍTULO I	 13
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Contexto del problema.....	13
1.2. Declaración del problema	15
1.3. Pregunta de investigación.....	15
1.4. Objetivos de la investigación	15
1.5. Declaración de hipótesis.....	16
 CAPÍTULO II	 18
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	18
2.1. Constructivismo	18
2.1.1. Postulados teóricos del constructivismo	20
2.1.2. El papel del profesor constructivista	25
2.2. Pensamiento crítico	27
2.2.1. Pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias.....	30

2.3.	Diseño basado en investigación (DBR)	31
2.4.	Materiales educativos computarizados	32
2.4.1.	Uso de los MEC en la enseñanza de la física.....	34
CAPÍTULO III		37
3.	METODOLOGÍA.....	37
3.1.	Primera Intervención.....	37
3.1.1.	Sujetos de la Investigación	37
3.1.2.	Tareas y materiales	37
3.1.3.	Procedimiento.....	38
3.2.	Segunda Intervención	39
3.2.1.	Sujetos de la Investigación	39
3.2.2.	Procedimiento.....	39
3.2.3.	Variables de Investigación	40
3.2.4.	Análisis de Datos	40
CAPÍTULO IV.....		41
4.	RESULTADOS	41
4.1.	Resultados de la primera intervención.....	41
4.2.	Resultados de la segunda intervención	42
4.3.	Resultados en la prueba t de student pareada	45
4.4.	Resultados del cálculo de la ganancia de Hake	46

CAPÍTULO V.....	49
5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	49
5.1. Hipótesis 1	49
 CAPÍTULO VI.....	 52
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
 CAPÍTULO VII.....	 59
7. ANEXOS	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1	Notas individuales de la prueba de entrada/salida.	44
Gráfico 4.2	Promedios de la prueba de entrada/salida.	44
Gráfico 4.3	Gráfico Ganancia de Hake vs. Notas antes de la intervención..	46
Gráfico 4.4	Gráfico Ganancia de Hake vs. Notas después de la	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1	Resultados de la prueba de entrada/salida	42
Tabla 4.2	Resultados de medidas de tendencia central y dispersión	42
Tabla 4.3	Resultados de la prueba t de student emparejada	45
Tabla 4.4	Resultados del cálculo de la ganancia de Hake	45

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto del problema

En los experimentos en ciencias naturales, las mediciones se expresan mediante valores cuantitativos. Por esta razón, el procesamiento de esta información numérica mediante el uso de la estadística es una de las herramientas más importantes en la enseñanza de las ciencias, puesto que permite entender y manejar de manera crítica la información obtenida, la cual ayuda a tomar decisiones acertadas [1].

La Física, al ser una ciencia experimental, no puede estar al margen de lo expresado anteriormente. En esta ciencia, los conocimientos en cuanto a los métodos de medida y el procesamiento de datos desempeñan un papel importante.

Por otra parte, no podemos dejar de lado el avance tecnológico de nuestros días. El análisis de datos se ha apoyado mucho en paquetes estadísticos con los cuales resulta cada vez más fácil realizar el

procesamiento de la información; y además, la presencia de ordenadores en los laboratorios facilita enormemente el proceso [2]. Pero aprender desde esta perspectiva implica el dominio de ciertas habilidades generales para el manejo, la comprensión y la comunicación de datos provenientes de un conjunto de mediciones, más que el dominio de instrumentos, conceptos o técnicas aisladas [3].

Sin embargo, es muy común hallar que en las instituciones educativas de nivel medio de la provincia del Guayas las prácticas de laboratorio se ven reducidas a seguir una “receta de cocina” [4] y normalmente no tienen actividades que promuevan al máximo el pensamiento crítico entre sus estudiantes. La toma de mediciones y el tratamiento de los datos son expuestos de la misma manera en la que se enseña a armar el equipo que va a ser utilizado. Es decir, para obtener una buena calificación en el reporte es necesario solamente seguir instrucciones al pie de la letra y no hace falta poner en acción los conocimientos que tiene el estudiante tanto de Física como de Estadística.

Tampoco es común el uso de software o algún material educativo computarizado en la realización de las prácticas; en muchas ocasiones no por falta de medios o recursos, simplemente no se los utiliza. Sin

embargo, no hacer uso de tales oportunidades tecnológicas como complemento a las que ofrecen los medios usuales es quitar a los estudiantes la oportunidad de aprender una herramienta que seguramente les servirá en su desarrollo profesional [5].

1.2. Declaración del problema

El propósito de este estudio fue desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico utilizando el constructivismo en una práctica de laboratorio de física con la ayuda de un sistema multimedia.

1.3. Pregunta de investigación

De acuerdo a la situación problemática planteada, la pregunta de investigación es la siguiente:

¿Cómo desarrollar el pensamiento crítico en el procesamiento de datos en el laboratorio de física por medio de un sistema multimedia que ayude a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes?

1.4. Objetivos de la investigación

En base al problema de investigación planteado se formulan los siguientes objetivos:

- Diseñar e implementar un sistema multimedia que ayude a estudiantes de primer año de bachillerato a desarrollar el pensamiento crítico en el procesamiento de datos en el laboratorio de física.
- Diseñar y aplicar una prueba de entrada y salida para medir el rendimiento de los estudiantes, antes y después de implementar el sistema multimedia.

1.5. Declaración de hipótesis

Teniendo en cuenta las dificultades anteriormente expuestas que los estudiantes presentan en el proceso de aprendizaje, la pregunta de investigación y los objetivos de investigación, se planteó la siguiente hipótesis de estudio:

- H_1 : La media de la prueba de salida es mayor que la media de la prueba de entrada después de la intervención.

Entonces, la hipótesis nula quedó planteada de la siguiente manera:

- H_0 : No hay diferencias entre la media de la prueba de entrada y la media de la prueba de salida.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Constructivismo

Existen varias definiciones de constructivismo. Una de ellas, de Mario Carretero, dice lo siguiente: “básicamente puede decirse que es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores” [6].

La concepción constructivista se organiza en torno a tres ideas fundamentales:

- El alumno es responsable, en última instancia, de su propio proceso de aprendizaje.
- La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración.

- La función del docente es enlazar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado [7].

Estas ideas se expresan en un proceso de enseñanza – aprendizaje en el que el estudiante es el gestor de la construcción de sus conocimientos con la guía de su profesor.

Este modelo considera que la construcción se produce:

- Cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget).
- Cuando esto lo realiza en interacción con otros (Vygotski).
- Cuando es significativo para el sujeto (Ausubel).

En este modelo no solo se toma en cuenta el ámbito del conocimiento y su construcción, sino que también el de las relaciones que se establecen en el proceso de enseñanza – aprendizaje con los actores del mismo y el sentido o utilidad de lo que se aprende, o mejor dicho, la aplicabilidad de lo que el estudiante aprende.

2.1.1. Postulados teóricos del constructivismo

El constructivismo tiene sus bases en las teorías de Piaget, Vygotski y Ausubel es una teoría que propone que el individuo construya su propio conocimiento, en el cual el docente es uno más que aprende y asesora al otro. Siendo el aprendizaje significativo el principal argumento que fundamenta las concepciones constructivistas [9].

Existen diferentes corrientes del constructivismo, el grupo Santillana cita a César Coll que señala tres tipos:

- **Constructivismo cognitivo:** Es la versión más difundida. Se basa en psicología y epistemología genética de Piaget.
- **Constructivismo de orientación sociocultural:** Está influenciado por las ideas de Vygotski.
- **Constructivismo vinculado al construccionismo social y a los enfoques postmodernos de la Psicología:** Sitúa el conocimiento y las funciones psicológicas en general en el uso del lenguaje y en las prácticas lingüísticas y discursivas. Lev Vygotsky es considerado el precursor del constructivismo social [9].

El Constructivismo Social es aquel modelo basado en el constructivismo, que dicta que el conocimiento además de formarse a partir de las relaciones ambiente-yo, es la suma del factor entorno social a la ecuación: los nuevos conocimientos se forman a partir de los propios esquemas de la persona producto de su realidad, y su comparación con los esquemas de los demás individuos que lo rodean [10].

En el constructivismo se afirma que el aprendizaje es mejor en comunidad, con los otros, que aunque es el estudiante el que construye el conocimiento a partir de lo que sabe, es necesaria su relación con los otros para que aprenda mejor y enriquezca su proceso con las aportaciones de los iguales o la mediación del maestro.

Vygotsky en su teoría aporta a la educación con sus conceptos de zona de desarrollo proximal y nivel de desarrollo potencial que cito a continuación.

Los conceptos esenciales en la obra de Vygotsky son [11]:

- La zona de desarrollo próximo: “no es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema”.
- EL Nivel de desarrollo potencial: es determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz.

Con sus estudios Vygotsky ayudó a enfatizar las destrezas cognitivas del estudiante, entre las que se pueden mencionar: la observación, el análisis, la comparación, entre otras.

Piaget por su parte basa sus teorías sobre el supuesto de que desde el nacimiento los seres humanos aprenden activamente, aún sin incentivos exteriores. Durante todo ese aprendizaje el desarrollo cognitivo pasa por cuatro etapas bien diferenciadas en función del tipo de operaciones lógicas que se puedan o no realizar.

Piaget considera que existen dos procesos que aparecen en la evolución del desarrollo del niño. Estos son: asimilación y acomodación.

La asimilación consiste en la interiorización de un objeto o un evento a una estructura comportamental y cognitiva preestablecida. La acomodación consiste en la modificación de la estructura cognitiva o del esquema comportamental para acoger nuevos objetos y eventos que hasta el momento eran desconocidos para el niño.

En la primera etapa, la de la inteligencia sensorio-motriz (de 0 a 2 años aproximadamente), el niño pasa de realizar movimientos reflejos inconexos al comportamiento coordinado, pero aún carece de la formación de ideas o de la capacidad para operar con símbolos.

En la segunda etapa, del pensamiento pre-operacional (de los 2 a los 7 años aproximadamente), el niño es capaz ya de formar y manejar símbolos, pero aún fracasa en el intento de operar lógicamente con ellos.

En la tercera etapa, la de las operaciones intelectuales concretas (de los 7 a los 11 años aproximadamente), comienza a ser capaz de manejar las operaciones lógicas esenciales, pero siempre que los elementos con los que se realicen sean referentes concretos (no símbolos de segundo orden, entidades abstractas como las algebraicas, carentes de una secuencia directa con el objeto).

Por último, en la etapa de las operaciones formales o abstractas (desde los 12 años en adelante, aunque, como Piaget determinó, la escolarización puede adelantar este momento incluso hasta los 10 años), el sujeto se caracteriza por su capacidad de desarrollar hipótesis y deducir nuevos conceptos, manejando representaciones simbólicas abstractas sin referentes reales, con las que realiza correctamente operaciones lógicas.

La teoría de Piaget con sus estadios ha tenido y tiene en la actualidad un impacto en la educación, pero debe ser interpretada en su contexto y tomada como un referente del desarrollo cognitivo del niño. Hoy en día todos sabemos que los niños desde muy pequeños están en contacto con las

tecnologías de información y comunicación haciendo que sus procesos cognitivos se desarrollen en dependencia al estímulo que reciben del exterior [12].

2.1.2. El papel del profesor constructivista

El modelo constructivista aparentemente hace caer al docente en un rol pasivo, como si fuera un espectador de cómo el estudiante construye su conocimiento. Da protagonismo al rol del estudiante y se orienta hacia el sentido de lo que aprende, es decir la utilidad y aplicabilidad a la vida práctica. Sin embargo, el profesor juega un papel necesario e importante en este proceso.

En la teoría constructivista, los profesores sirven como guías, monitores, entrenadores, tutores, coordinadores, asesores y facilitadores [13]. Está enfocado a guiar al alumno, centrándose en la construcción del conocimiento en lugar de la transmisión del conocimiento [14], es decir, apela a algo más que a la memoria.

Es trabajo del profesor proporcionar las herramientas en un entorno propicio para permitir la construcción del conocimiento

significativo [13]. Algunos autores han descrito que el papel del profesor en el aula constructivista consiste en "introducir nuevas ideas o herramientas culturales en caso de ser necesario y proporcionar el apoyo y orientación a los estudiantes para que puedan dar sentido a estas por sí mismos... escuchar y diagnosticar la manera en que están siendo interpretadas las instrucciones de las actividades para informar otras alternativas" [15].

El nivel de participación de los profesores con los alumnos varía en función de cada teoría particular del constructivismo. Los constructivistas radicales creen que el apoyo proporcionado por el profesor debe ser mínimo [13]. Los constructivistas moderados creen que la enseñanza tradicional, más formal, es todavía necesaria pero es necesario que los estudiantes participen en actividades para construir su propio modelo de conocimiento [16], mientras que otros creen que la construcción del conocimiento se produce de mejor manera en un ambiente de colaboración entre los alumnos, sus compañeros, expertos en el campo, y los profesores.

2.2. Pensamiento crítico

Uno de los objetivos para la formación de los estudiantes en las instituciones educativas debe ser el de desarrollar la capacidad de pensamiento crítico. Este puede expresarse de diferentes maneras; como la autonomía para pensar y diseñar soluciones, como capacidad para enfrentar problemas nuevos, como versatilidad para obtener y evaluar fuentes de información [17], entre otras.

Según Dewey, el pensamiento reflexivo es “la consideración activa, persistente y cuidadosa de una creencia o forma supuesta de conocimiento a la luz de los fundamentos que la apoyan y de las conclusiones hacia las que tiende” [18].

Esta definición era algo totalmente innovadora para la época de Dewey —la escribió en 1903—, sobre todo porque muestra al pensamiento reflexivo como una consideración activa, es decir, el estudiante pasa a ser un protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en contraste con la visión de la época, en la que se consideraba al estudiante como un ente pasivo. También es importante destacar en esta definición que el conocimiento, o una forma supuesta de conocimiento, depende de considerar no sólo los argumentos, sino también las conclusiones hacia las que tiende, es

decir, que no solo el argumento tiene que ser razonable, sino también su fin. En pocas palabras, el pensamiento crítico no solo pone en consideración el conocimiento previo, sino también el nuevo conocimiento generado o alcanzado.

Otra definición importante es la de Ennis, según este autor el pensamiento crítico es “decidir razonable y reflexivamente acerca de qué creer o qué hacer” [19].

En esta definición se da un paso más firme. Ya no solo se pone a consideración, sino que hay que decidir. Tampoco se queda solamente en la parte cognoscitiva de creer, sino que también va a la acción con el qué hacer. Pero hace falta aclarar un poco más esta última definición para evitar confusiones o malas interpretaciones.

Según Hawes, el pensamiento crítico no es emocional, sino que se resuelve en la esfera del conocimiento, aunque no exime la emocionalidad. Por el contrario, un buen pensador crítico tiene conciencia de cómo está siendo afectado su juicio por su emocionalidad y hasta qué punto está dispuesto a aceptarlo. Por lo tanto, también se opone al fanatismo, al sometimiento acrítico a la opinión de la autoridad basada ya sea en el prestigio académico, la

cuota de poder detentado, la apelación a la religión [17]. Se entiende también que pensamiento crítico no significa dudar de todo, sino más bien juzgar o verificar la veracidad de lo que se nos dice.

Sin embargo, aún queda un espacio abierto: ¿Cuál es el, o los, criterios? ¿En qué nos basamos para decidir, como dice Ennis, en qué creer o qué hacer?

Según Lipman, un criterio es “una regla o principio utilizado en la construcción de juicios” [20]. También dice que existe una pequeña conexión lógica entre pensamiento crítico, criterio y juicio. Y define al pensamiento crítico como el pensamiento “que puede ser juzgado apelando a un criterio” [20]. Según Deanna Kuhn, esta apelación a un criterio implica una metacognición, entendida como una autocorrección [21]. Este último término de autocorrección lo emplearía más bien como una autoevaluación.

Con esto ya se puede entender mejor la definición de Ennis. Para poder decidir hay que tener un criterio, y este criterio implica una autoevaluación del conocimiento tanto previo como nuevo. Este criterio, al ser razonable, debe de tomar en cuenta la totalidad de los factores que estén implicados en el proceso.

Esto se puede explicar mejor con un ejemplo. Un estudiante resuelve un problema de movimiento rectilíneo uniforme, y como resultado obtiene que el tiempo que se demoró un objeto en recorrer una cierta distancia es negativo. El estudiante debe empezar a comparar esta respuesta con cada uno de los factores implicados para ver si es razonable. Por ejemplo debe pensar en que algo puede estar mal en el proceso de resolución del problema puesto que un tiempo negativo no tiene significado físico. Aquí el estudiante ha tenido que comparar su resultado con la realidad y con el principio de que el tiempo no es negativo. Luego de esto el estudiante debe revisar el cálculo final, puede ser un error en la calculadora. Luego de verificar esto debe revisar el despeje de las fórmulas. Luego las ecuaciones usadas, el planteamiento del problema, etc. Hasta encontrar el error. Este sería el proceso de autoevaluación del que habla Kuhn.

2.2.1. Pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias

Como hemos visto en las definiciones anteriores, el pensamiento crítico puede ser aplicado a diferentes campos como la política, la economía, etc. Nosotros nos centraremos en la aplicación del pensamiento crítico en la enseñanza.

Cuando los estudiantes llevan a cabo una práctica de laboratorio, muy a menudo están tan absorbidos por los aspectos técnicos de la experimentación, preocupándose sobre cómo medir y cómo no dejar caer material de laboratorio frágil, que nunca llegan a pensar sobre lo que están haciendo [22]. En cambio lo que se busca en una práctica es más bien comprobar las hipótesis que se han planteado.

Aquí el pensamiento crítico ayudará al alumno a explicar, aplicar, explicar su razonamiento, representar el tópico de una nueva forma, encontrar patrones (comparar y contrastar, clasificar, generalizar), extraer conclusiones basadas en patrones (inferir, predecir, hacer hipótesis), identificar estereotipos, identificar suposiciones implícitas e identificar información relevante e irrelevante. Procesos que son muy importantes en el mundo de la ciencia [23].

2.3. Investigación basada en diseño (DBR)

La expresión investigación basada en diseños refiere a una metodología que intenta trasladar al campo de las prácticas pedagógicas los resultados y avances logrados por la investigación educativa [24]. La investigación basada en el diseño tiene como

objetivo mejorar la teoría y la práctica formativa. Ambos elementos tienen que estar bien entramados e interconectados. La investigación y el desarrollo configuran un ciclo continuo del diseño de la intervención, análisis y rediseño. Para ello, la investigación está enfocada en: [25]

1. El conocimiento de las condiciones de la práctica real.
2. El diseño coherente con la teoría pero flexible y modificable a lo largo de la experimentación.
3. La diferenciación entre las variables dependientes e independientes de la experimentación.
4. La captura de la interacción social.
5. Los participantes como co-partícipes en el diseño también en el análisis de los resultados.

2.4. Materiales educativos computarizados

Desde el mismo surgimiento de las computadoras comenzaron a emplearse en la educación, tanto como objeto de estudio como medio de enseñanza. Pero no será hasta finales de los 70 e inicios de los 80, cuando aparece la computadora personal, que comienza una revolución en el uso de esos medios en las clases de cualquier asignatura y con mucho más énfasis en las de ciencias [26].

Obviamente la computadora por sí sola no juega un papel relevante en los procesos educativos. Para obtener un real significado se requiere que se haga de esta una herramienta transversal a todas las áreas del currículo. Es pues, donde toma un papel protagónico el material educativo computarizado, como una forma de generar ambientes de aprendizaje basado en computador, que favorezcan la comprensión de un tema específico [27].

Por esta razón, el docente hoy debe pensarse como diseñador y constructor de recursos didácticos multimediales y no sólo dejar ese trabajo a los expertos en el uso de tecnologías. Este es un ejercicio en el que puede entrar cualquier docente desde cualquier área mientras tenga motivación por aprender y enfrentar nuevos retos junto a sus estudiantes. En consecuencia, cualquier persona con un conocimiento básico del computador puede involucrarse en la elaboración de los materiales educativos computarizados (MEC), sin necesidad de dedicarle demasiado tiempo o de aprender a usar herramientas muy sofisticadas para lograrlo [28].

2.4.1. Uso de los MEC en la enseñanza de la Física

En la materia de Física, el alumno deberá manejar información de carácter matemático. Para ello utilizará herramientas como calculadoras científicas o gráficas, ordenadores con programas informáticos que le permitirán realizar cálculos, elaborar tablas, representar graficas, etc.

Mediante el uso de simulaciones, el alumno podrá realizar numerosos experimentos a los que, de otra forma, no tendría acceso porque se trata de fenómenos muy rápidos o muy lentos, o sencillamente porque se trata de experimentos caros, peligrosos o difíciles de realizar.

La utilización de programas específicos motivará y ayudará al alumno a la hora de trabajar algunos contenidos del currículo. También deberá utilizar internet para la búsqueda de información, aprendiendo a discriminar las distintas fuentes según su fiabilidad o rigurosidad [29].

Para realizar o presentar trabajos, puede utilizar herramientas como los procesadores de texto, las hojas de cálculo, editores

de ecuaciones, programas de presentaciones, correo electrónico, chats, listas de discusión.

Es necesario aprovechar al máximo las posibilidades que nos ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para la obtención, el procesamiento y la transmisión de la información. Resaltemos aquí algunas de las principales ventajas de su utilización:

- Realización de tareas de una forma rápida, cómoda y eficiente.
- Acceso a gran cantidad de información de una forma rápida.
- Realización de actividades interactivas.
- Desarrollo de la iniciativa y de las capacidades del alumno/a.
- Aprendizaje a partir de los propios errores.
- Cooperación y trabajo en grupo.
- Alto grado de interdisciplinaridad.
- Motivación del alumno/a.
- Flexibilidad horaria.

Todo ello contribuye a que el alumno/a, al final de su escolarización obligatoria, esté capacitado para el uso de sistemas informáticos, de internet y de programas básicos.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Primera Intervención

3.1.1. Sujetos de la Investigación

Para la presente investigación participó un docente de Física de nivel secundario, que labora en un colegio de la ciudad de Guayaquil. Adicionalmente participaron cuatro estudiantes de Primero de Bachillerato: dos hombres y dos mujeres, cuyas edades oscilan entre 15 y 16 años.

3.1.2. Tareas y materiales

Se presentó la prueba de entrada/salida y el sistema multimedia para que el docente colaborador los revise. El tiempo que se llevó el docente para la revisión fue de alrededor de dos horas. Luego los estudiantes desarrollaron la prueba de entrada/salida. El tiempo destinado a la realización de la prueba de entrada/salida por parte de los estudiantes fue de media hora.

3.1.3. Procedimiento

Se elaboró una prueba de entrada/salida, que contiene 4 temas de opción múltiple y un tema de desarrollo, lo cual se envió por correo electrónico al profesor encargado de revisarla.

También se le envió el sistema multimedia para que lo revise. Luego se presentó a cuatro estudiantes la prueba de entrada/salida y el sistema multimedia, de manera que pueden aportar con sugerencias acerca de la redacción de los temas y de su estructura. Para el efecto se les dio un tiempo prudencial de 2 horas.

Luego se realizó una entrevista con el profesor y los estudiantes para puntualizar las sugerencias y corregir la prueba y el sistema multimedia.

3.2. Segunda Intervención

3.2.1. Sujetos de la Investigación

En la presente investigación participaron 20 estudiantes de primero de Bachillerato que aspiran a seguir un programa de Bachillerato Internacional, pertenecientes a un colegio de Guayaquil, cuyas edades oscilan entre 15 y 16 años de edad.

3.2.2. Procedimiento

El docente presentó a los estudiantes que participaron en la presente investigación, la prueba de entrada/salida, y les indicó que tenían media hora para el desarrollo de la misma.

En una sesión posterior de trabajo el docente entregó el sistema multimedia a los estudiantes para que lo revisen durante la clase y realicen cualquier pregunta al docente investigador.

Por último se les pidió a los estudiantes, al final de la última sesión, que realicen la prueba de entrada/salida para evaluar los resultados.

3.2.3. Variables de Investigación

En el presente estudio se plantearon las siguientes variables de investigación:

- Variable independiente: Sistema multimedia acerca del procesamiento de datos.
- Variable dependiente: Rendimiento de los estudiantes medido a través de la prueba de entrada/salida.

3.2.4. Análisis de datos

Una vez que se obtengan los resultados, el investigador procederá a realizar un análisis en base al test T de Student Pareada y la Prueba de Ganancia de Hake.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de la primera intervención

En cuanto al Sistema Multimedia para el procesamiento de datos, no existió ninguna observación. Tanto los estudiantes como el profesor se mostraron conformes respecto a este trabajo.

En la prueba de entrada/salida sí existieron varias observaciones, la mayoría de estas hechas por los estudiantes y reforzadas por el profesor.

Entre las preguntas que fueron replanteadas están: la primera, la tercera y la cuarta, todas estas de opción múltiple.

En la primera pregunta, los alumnos observaron que estaba formulada de manera ambigua y que existía más de una respuesta; en la tercera pregunta, la observación fue que ese contenido no se cubría en el Sistema Multimedia para el procesamiento de datos y que estos dos instrumentos deberían de estar ligados; la cuarta pregunta en cambio

estaba mal redactada, tanto en el enunciado como en las opciones, puesto que la respuesta correcta no aparecía entre los literales a elegir.

Todo esto fue recogido de manera verbal de parte de los estudiantes, asesorados por su profesor, por medio de una entrevista que se llevó a cabo al final de la primera intervención.

Las dos pruebas se pueden revisar al final, en el ANEXO 1 y 2.

4.2. Resultados de la segunda intervención

Para la prueba de entrada/salida se evaluó a 20 estudiantes, antes y después de la intervención. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Resultados de la prueba de entrada/salida

Estudiante	Nota antes de la intervención	Nota después de la intervención
1	4	20
2	4	20
3	8	20
4	12	16
5	12	20
6	4	20
7	8	20
8	4	16
9	0	12
10	0	12
11	4	16
12	8	20
13	4	20
14	0	8
15	8	16
16	12	20
17	12	20
18	4	20
19	8	12
20	0	8

Tabla 4.2 Resultados de medidas de tendencia central y dispersión

Prueba	N	Media	Desviación Estándar	Rango
Entrada	20	5,8	4,2	12
Salida	20	16,8	4,22	12

La gráfica 4.1 muestra las notas de la prueba de entrada/salida contrastadas antes y después de la intervención.

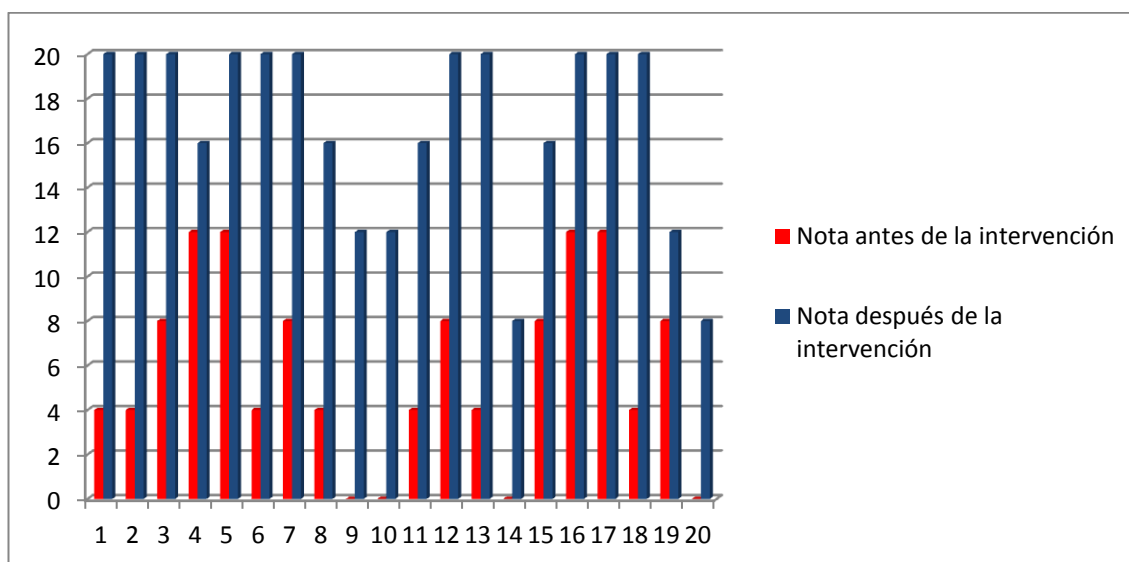


Gráfico 4.1 Notas individuales de la prueba de entrada/salida.

La gráfica 4.2 muestra el promedio de las notas de la prueba de entrada/salida contrastadas antes y después de la intervención.

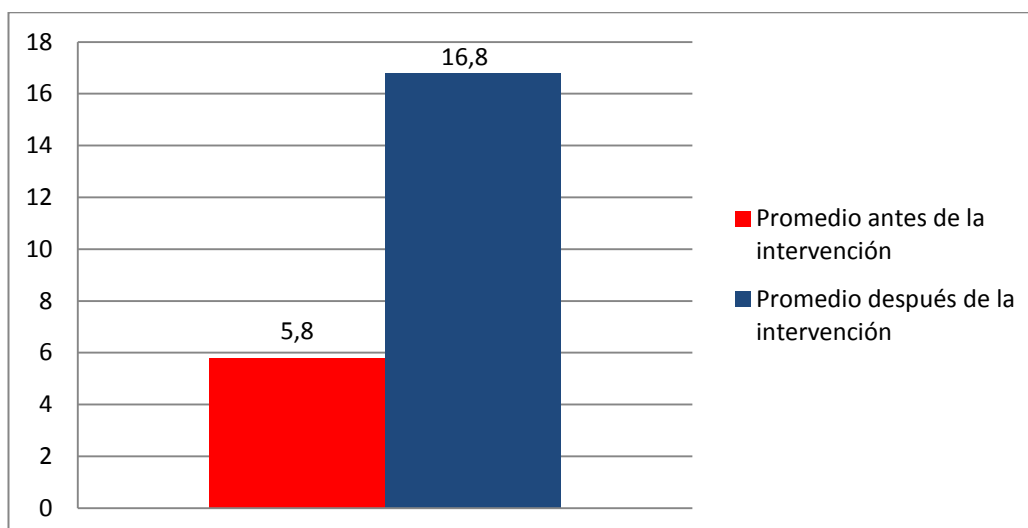


Gráfico 4.2 Promedios de la prueba de entrada/salida.

4.3. Resultados en la prueba t de student emparejada

Para realizar la prueba estadística t de student emparejada se utilizó un recurso disponible en <http://www.graphpad.com/quickcalcs/>

Los datos fueron tabulados en dos columnas: A y B, las cuales corresponden las notas de los estudiantes antes de la intervención y después de la intervención, respectivamente.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.3 Resultados de la prueba t de student emparejada

Valor de P (doble cola)	< 0.0001
Nivel de significancia (<0.05)	Extremadamente significativa
Media del Grupo A menos el Grupo B	-11.00
Intervalo de confianza (desde -12.81 hasta -9.19)	95 %
t	12.7240
Grados de libertad	19
Error estándar de la diferencia	0.865

Como se puede ver en base a estos resultados, el valor de t obtenido fue de 12.7240. El valor de $t_{\text{crítico}}$ para 19 grados de libertad, con un nivel de confianza de 0.005 es de 2.861 [30]. En este caso, como 12.7240 es mayor que 2.861, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación.

4.4. Resultados del cálculo de la ganancia de Hake

El cálculo de la ganancia de Hake se lo realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$G = \frac{\bar{X}_{sal} - \bar{X}_{ent}}{P_{max} - \bar{X}_{ent}}$$

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.4 Resultados del cálculo de la ganancia de Hake

Media del grupo antes de la intervención ($\bar{X}_{ent}$)	5.8
Media del grupo después de la intervención ($\bar{X}_{sal}$)	16.8
Puntuación máxima (P_{max})	20
Ganancia de Hake (G)	0.7746

También podemos mostrar los resultados de la ganancia de Hake de manera gráfica comparando la Ganancia de Hake con las notas, tanto antes como después de la intervención. Los resultados se muestran mediante las siguientes gráficas:

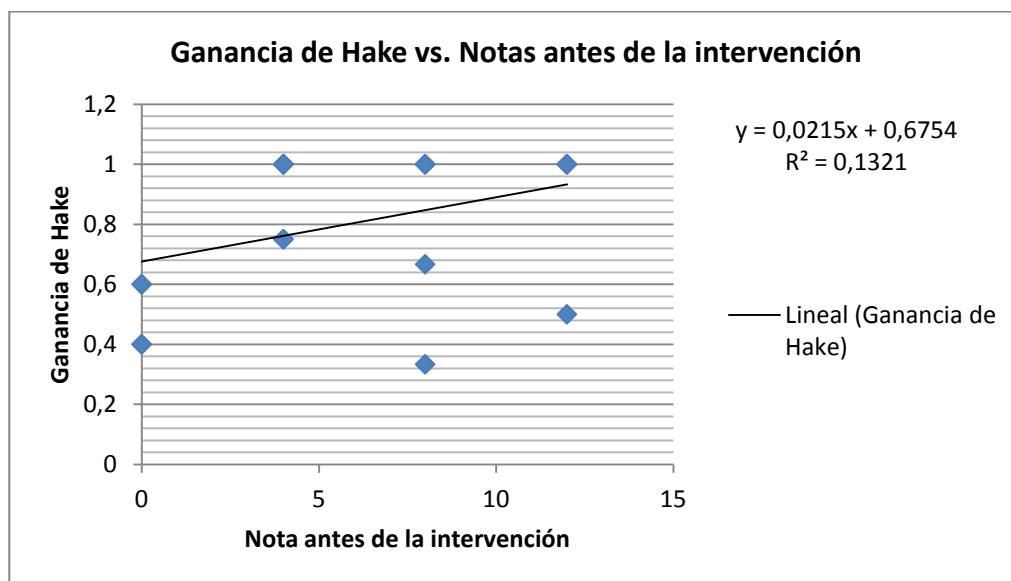


Gráfico 4.3 Gráfico Ganancia de Hake vs. Notas antes de la intervención.

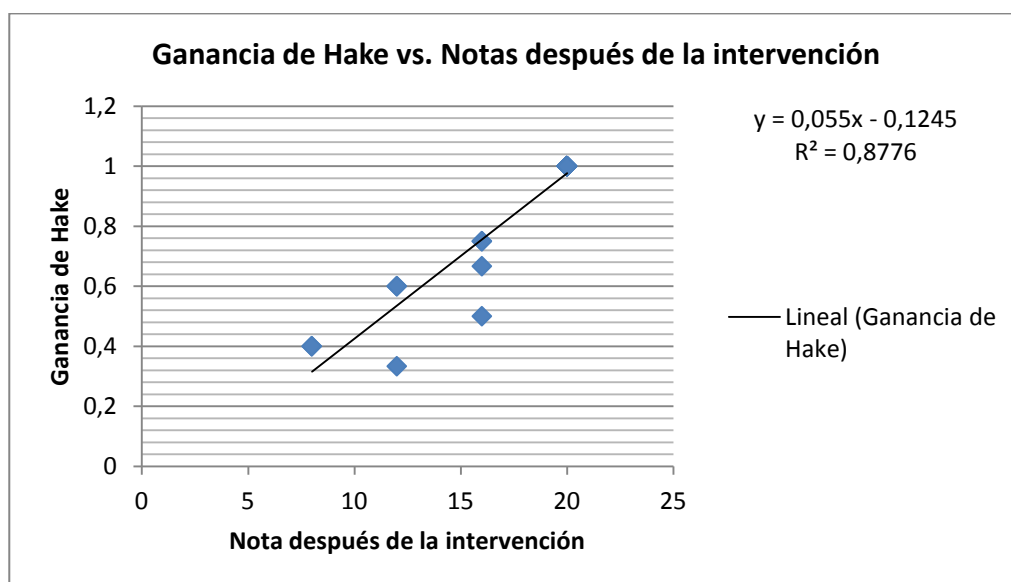


Gráfico 4.4 Gráfico Ganancia de Hake vs. Notas después de la intervención.

Como se puede ver, en base a los gráficos 4.3 y 4.4, la pendiente creció de 0,0215 a 0,055 lo que indica un aumento en la Ganancia de Hake.

También el coeficiente de determinación R^2 creció de 0,1321 a 0,8776. Este último, visto en porcentaje, indica que el 87,76% de la variación en la Ganancia de Hake (incremento) puede ser explicada por la relación que existe entre las notas después de la intervención y la Ganancia de Hake.

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

5.1. Hipótesis 1

En base a los resultados de la t de student emparejada, este estudio comprobó la hipótesis de investigación. Esto se debe a que durante el estudio se lograron completar satisfactoriamente los objetivos de la instrucción. Esto se puede ver claramente contrastando las curvas de la Ganancia de Hake antes y después de la intervención.

Una posible limitación es que los estudiantes a los que se les realizó la intervención ya habían cubierto con su profesor el capítulo de errores e incertidumbre, en el cual ya se trataron los temas evaluados en la prueba de entrada/salida. El conocimiento previo que ellos tienen pudo haber afectado a los resultados del experimento.

Otra limitación podría ser que para esta investigación no se tomó un grupo experimental y uno de control, sino que se realizó el estudio con el mismo grupo de estudiantes antes y después de la intervención, que consistía en el uso del Sistema Multimedia para el Procesamiento de

Datos. Esto también pudo haber afectado a los resultados del experimento.

Los resultados de este estudio se complementan con otros estudios en el que se usa simulaciones hechas en computadores [31] y refuerza la idea de que los computadores deberían estar mejor integrados en el currículo y en los programas de enseñanza; deberían ser utilizados como herramientas que apoyan a los estudiantes, fomentando su interacción y colaboración con el profesor, con sus propios compañeros, y con otros medios de instrucción [32], tales como el uso del internet, etc.

En base a esto se recomienda ampliar el uso de Sistemas Multimedia como apoyo en la enseñanza de diversos capítulos de Física, no solo a nivel de educación media, sino también a nivel de educación superior.

También mejorar posteriormente la versión del Sistema Multimedia para el Procesamiento de Datos, puesto que para esta investigación se lo diseñó a nivel de prototipo.

Por último se recomienda que las instituciones educativas que capaciten a sus profesores en el uso, y de ser posible, en el diseño de Sistemas Multimedia para que no se conviertan simplemente en consumidores de estos diseños, sino también en innovadores en este campo.

CAPÍTULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] MUÑOZ D., “El aprendizaje de la estadística en estudiantes universitarios de profesiones no matemáticas”, *Santillana*, 2007.

[2] FONDERE F. y SÉRÉ M., “Una sesión innovadora de trabajo de laboratorio para enseñar proceso de datos. Segundo curso de estudios de física a nivel universitario”, *Enseñanza de las ciencias*, Orsay (Francia), 1997.

[3] BATANERO C., “Los retos de la cultura estadística”, *Jornadas interamericanas de enseñanza de la estadística*, Buenos Aires, Conferencia inaugural, 2002.

[4] SEBASTIA J., “Las clases de laboratorio de física: una propuesta para su mejora”, *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol.: 3 Núm.: 1, España, 1985.

[5] GALVIS A., “Micromundos lúdicos interactivos: aspectos críticos en su desarrollo”, *IV Congresso RIBIE - Brasília*, Brasil, 1998.

[6] CARRETERO M., “¿Qué es el constructivismo?”, *artículo disponible en la siguiente dirección web:*

<http://crisiseducativa.files.wordpress.com/2008/03/que-es-constructismo.pdf>,

México, 1997.

[7] DIAZ F. y BARRIGA A., “Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista”, *Mc Graw Hill*, pág.: 30 – 32, México, 2002.

[8] SALAZAR W., “Constructivismo”, *artículo disponible en la siguiente dirección web: <http://members.fortunecity.com/bucker4/zips/constructivis.zip>,* Universidad Insurgentes, pág.: 4, México, 2002.

[9] GRUPO SANTILLANA, “Modelos Pedagógicos: Teorías”, *Editorial Santillana*, Tomo 6, pág.: 30, Ecuador, 2009.

[10] PARICA A., BRUNO F. y ABANCIN R., “Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky y comparación con la Teoría Jean Piaget”, *Universidad Central de Venezuela*, Caracas, 2005.

[11] CARRERA B. y MAZZARELLA C., "Vygotsky: Enfoque Sociocultural", *Educere, La Revista Venezolana de Educación*, Vol.: 5 Núm.:13, pág.: 41 – 44, Mérida, Venezuela, 2001.

[12] OCÉANO CENTRUM, "Enciclopedia de la Psicopedagogía", *Editorial Océano*, pág.: 112 – 113, Barcelona, España, 1998.

[13] SWITZER J., "Teaching Computer-Mediated Visual Communication to a Large Section: A Constructivist Approach", *Innovative Higher Education*, Vol.: 29 Núm.: 2, 2004.

[14] SLAVIN R., "Educational psychology: Theory and practice", *Pearson*, pág.: 257, Boston, 2003.

[15] DRIVER R., AASOKO H., LEACH J., MORTIMER E., SCOTT P., "Constructing scientific knowledge in the classroom", *Educational Researcher*, Vol.: 23 Núm.: 7, pág.: 11, 1994.

[16] PERKINS D., "Technology meets constructivism: Do they make a marriage?", *Educational Technology*, Vol.: 31 Núm.: 5, pág.: 18 – 23, 1991.

[17] HAWES G., “El pensamiento crítico en la formación universitaria”, *Universidad de Talca - Instituto de Investigación y Desarrollo Educacional*, Chile, 2003.

[18] FISHER A., “Critical Thinking: An Introduction”, *Cambridge University Press*, Inglaterra, 2001.

[19] ENNIS R., “The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities”, *University of Illinois*, USA, 2011.

[20] LIPMAN M., “Thinking in education”, *Cambridge University Press*, Second Edition, New York - USA, 2003.

[21] KUHN D., “A Developmental Model of Critical Thinking”, *American Educational Research Association – Educational Researcher*, USA, 1999.

[22] ZOHAR A., “El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: Objetivos, medios y resultados de investigación”, *Enseñanza de las ciencias*, Vol.: 24 Núm.: 2, pág.: 157 - 172, 2006.

[23] GIRELLI M., DIMA G., REYNOSO SAVIO M. F., y BAUMANN L., “Habilidades de pensamiento crítico y superior desarrolladas por un grupo de alumnos de carreras de Física universitaria. Resultados de entrevistas realizadas a sus docentes”, *Latin-American Journal of Physics Education*, Vol.: 4 Núm.: 1, Enero 2010.

[24] ESCALONA M., “Los ordenadores en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Fundamentos para su utilización”, *Revista Iberoamericana de Educación*, Cuba, 2005.

[25] LEGUIZAMÓN M., “Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC’s): una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo”, *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, Colombia, 2006.

[26] UNIVERSIDAD DEL CAUCA – COMPUTADORES PARA EDUCAR, “Crear y Publicar con las TIC en la escuela”, *Sello Editorial Universidad del Cauca*, pág.: 105 – 111, Colombia, 2011.

[27] CHIECHER A. y DONOLO D., “Investigar y transferir en un proceso único. Potencialidades de la investigación basada en diseños”, *X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur*, Mar del Plata, Argentina, 2010.

[28] GROS B., “Tendencias actuales de la investigación en docencia universitaria”, *Edusfarm, revista d’educació superior en Farmàcia*, Núm.: 1, Barcelona, España, 2007.

[29] VALEIRAS N., “Las tecnologías de la información y la comunicación integradas en un modelo constructivista para la enseñanza de las ciencias”, *Universidad de Burgos*, Tesis Doctoral, Enero 2006.

[30] TRIOLA M., “Estadística”, *Pearson*, 10ma edición, México, 2009.

[31] WINDSCHITL M. y ANDRE T., “Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivism Instruction and Student Epistemological Beliefs”, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 35, Issue 2, pp. 145 – 160, 1996.

[32] DE CORTE E., “Aprendizaje apoyado en el computador: una perspectiva a partir de investigación acerca del aprendizaje y la instrucción”, *Congreso RIBIE/96*, Colombia, 1996.

CAPÍTULO VII

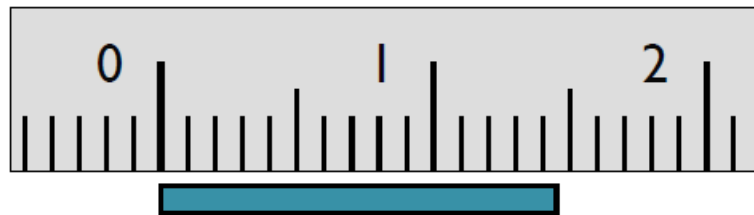
7. ANEXOS

- ANEXO 1: Prueba de entrada/salida antes de la primera intervención.
- ANEXO 2: Prueba de entrada/salida después de la primera intervención.
- ANEXO 3: Requisitos para la Instalación o Desinstalación del Sistema Multimedia.
- ANEXO 4: Descripción del Sistema Multimedia.

ANEXO 1

Prueba de entrada/salida antes de la primera intervención

¿Cuál de las siguientes opciones sería la mejor lectura de la longitud de la barra que se muestra en la figura? (Nota: la regla está graduada con espacios de 1 mm)



- a) $1,4 \pm 0,1$ cm
- b) $1,45 \pm 0,05$ cm
- c) $1,5 \pm 0,1$ cm
- d) $1,5 \pm 0,05$ cm
- e) $1,4 \pm 0,05$ cm

¿Cuál de las siguientes opciones sería la mejor lectura del cronómetro que se muestra en la figura?

- a) $20,53 \pm 0,1$ s
- b) $0,20 \pm 0,01$ s
- c) $20,53 \pm 0,01$ s
- d) $20,530 \pm 0,005$ s
- e) $20,53 \pm 1$ s



¿Cuál de los siguientes valores es correcto utilizando las reglas para el uso de cifras significativas? $H = 3,00 \text{ m}$ y $t = 0,78 \text{ s}$

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

- a) $9,86 \text{ m s}^{-2}$
- b) $9,87 \text{ m s}^{-2}$
- c) $9,8 \text{ m s}^{-2}$
- d) $9,9 \text{ m s}^{-2}$
- e) $9,862 \text{ m s}^{-2}$

En un experimento de caída libre se tiene los siguientes valores de incertidumbre $H \pm 0,02 \%$ y $t \pm 1 \%$. Estime el valor de la incertidumbre de g si se la obtiene mediante el siguiente cálculo:

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

- a) 50 %
- b) 0,02 %
- c) 1,02 %
- d) 2 %
- e) 2,2 %

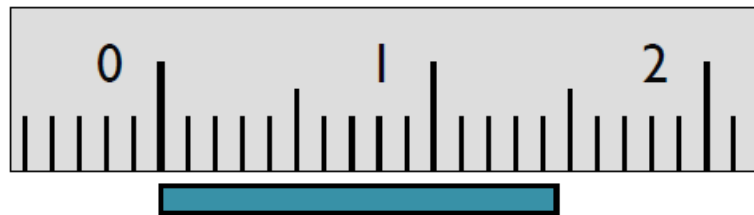
Los siguientes datos fueron tomados con un cronómetro para medir el tiempo que tarda un objeto en caer 3,00 m. Calcule $t \pm \Delta t$

Tiempo / s ($\pm 0,01 \text{ s}$)
0,78
0,60
0,69
0,81
0,83
0,75
0,82

ANEXO 2

Prueba de entrada/salida después de la primera intervención

Un estudiante utilizando la regla que se muestra a continuación toma una medida de 1,44 cm. En base a esto ¿Cuál sería la incertidumbre absoluta de la medida? (Nota: la regla está graduada con espacios de 1 mm)



- a) $\pm 0,1$ cm
- b) $\pm 0,05$ cm
- c) $\pm 0,01$ cm
- d) $\pm 0,04$ cm
- e) $\pm 1,44$ cm

¿Cuál de las siguientes opciones sería la forma correcta de tomar la lectura del cronómetro que se muestra en la figura?

- a) $20,53 \pm 0,1$ s
- b) $0,20 \pm 0,01$ s
- c) $20,53 \pm 0,01$ s
- d) $20,530 \pm 0,005$ s
- e) $20,53 \pm 1$ s



Para la siguiente medición de tiempo se tiene que $t = 0,25 \text{ s} \pm 0,01 \text{ s}$. En base a esto ¿Cuál sería la incertidumbre absoluta y relativa de esta medida?

- a) Absoluta: $\pm 0,01 \text{ s}$ Relativa: 4 %
- b) Absoluta: $\pm 0,25 \text{ s}$ Relativa: 0,04 %
- c) Absoluta: 4 % Relativa: $\pm 0,01 \text{ s}$
- d) Absoluta: 0,04 % Relativa: $\pm 0,25 \text{ s}$
- e) Absoluta: $\pm 0,01 \text{ s}$ Relativa: 0,04 %

En un experimento de caída libre se tienen los siguientes valores del porcentaje de incertidumbre: Para la altura H del 0,02 % y para el tiempo t del 1 %. Estime el valor del porcentaje de incertidumbre de g si se la obtiene mediante el siguiente cálculo:

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

- a) 2,02 %
- b) 0,02 %
- c) 1,02 %
- d) 0.04 %
- e) 2,20 %

Los siguientes datos fueron tomados con un cronómetro para medir el tiempo que tarda un objeto en caer 3,00 m. Calcule $t \pm \Delta t$

Tiempo / s ($\pm 0,01 \text{ s}$)
0,78
0,60
0,69
0,81
0,83
0,75
0,82

ANEXO 3

Requisitos para la Instalación o Desinstalación del Sistema Multimedia

Requisitos Básicos para la Instalación:

Sistema operativo: Win2000/XP/2003/Vista

Procesador: 600 MHz

Memoria: 192 MB

Descripción de la Instalación y la Desinstalación:

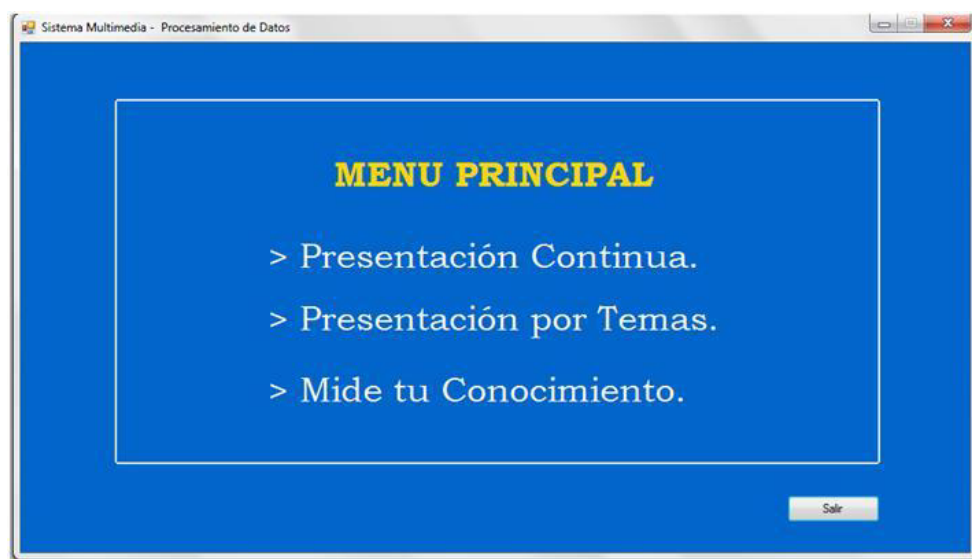
El Sistema Multimedia se instala mediante un CD de instalación. En este CD se encontrará un archivo llamado Setup, mediante el cual se abre un asistente de instalación que lo ayudará en el proceso. Una vez instalado, se creará en el escritorio un archivo ejecutable llamado "sistema.exe".

Para desinstalar el Sistema Multimedia se usará el mismo archivo Setup, que se encuentra en el CD de instalación. Si el Sistema Multimedia está instalado en el equipo, se abrirá un asistente de reparación o desinstalación que lo ayudará en el proceso.

ANEXO 4

Descripción del Sistema Multimedia

El Sistema cuenta con un MENÚ PRINCIPAL, tal como se muestra en la figura:



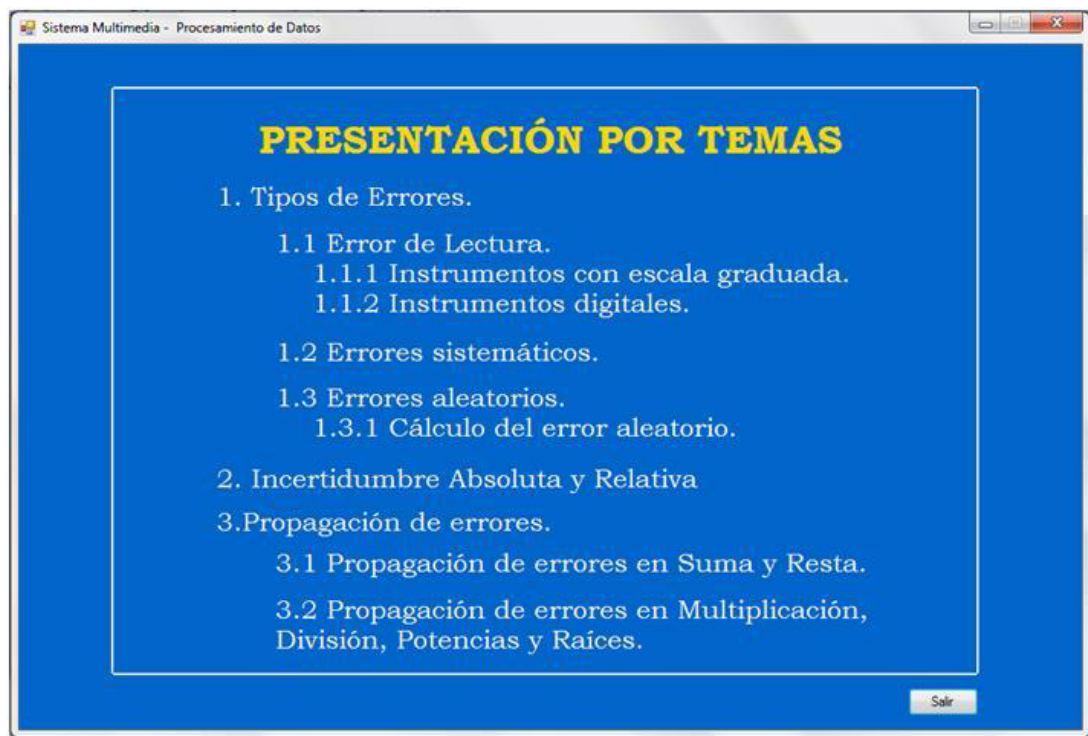
En este Menú se presentan tres opciones:

- Presentación Continua
- Presentación por Temas.
- Mide tu Conocimiento

En Presentación Continua se muestra todo el contenido teórico a través de pantallazos en los cuales el usuario elige el tiempo en el que desea cambiar de tema mediante un clic en el botón: >>

También el usuario podrá regresar a la diapositiva anterior dando clic en el botón: <<

En Presentación por Temas se muestra la siguiente pantalla:



En este menú el usuario podrá acceder al tema que desee dando clic en alguno de los literales.

En Mide tu Conocimiento el usuario podrá responder una serie de 8 preguntas presentadas de la siguiente manera:



Aquí el usuario podrá acceder a cualquiera de las 8 preguntas acerca de los temas tratados en la teoría.

Las preguntas son de opción múltiple. El usuario podrá responder a las preguntas dando un clic sobre la opción que crea conveniente. Al final, el Sistema Multimedia le brindará la retroalimentación adecuada en caso de fallar la pregunta, ya sea mostrándole la respuesta correcta o dándole la opción de revisar la teoría ligada al tema.