

**DECLARACION EXPRESA**

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Maestría, me corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

Felipe G. Naranjo Calderón



**INDICE GENERAL**

**CAPITULO I 8**

**1.- INTRODUCCION 8**

1.1.- Contexto del Problema 8

1.2.- Declaración de Problema 8

1.3.- Pregunta de Investigación 8

1.4.- Formulación de Hipótesis 8

1.5.- Formulación de Objetivos de Investigación 9

**CAPITULO 2 10**

**2.- REVISION DE LA LITERATURA 10**

2.1.- El Constructivismo 10

2.2.- Resolución de Problemas 12

2.2.1.- Concepciones Alternativas 13

2.3.- Material Educativo Computarizado (MEC) 16

2.3.1.- Simulación 18

2.4.- Investigación Basada en Diseño (DBR) 20

2.5.- Pruebas 22

2.5.1.- Prueba: t – Student Emparejada 22

2.5.2.- Ganancia de Hake G 23

2.6.- Termodinámica 23

**CAPITULO 3 26**

**3.- METODO 26**

3.1.- Primera Intervencion 26

3.1.1.- Sujetos 26

3.1.2.- Material Instruccional y Tareas 26

3.1.3.- Procedimiento 27

3.2.- Segunda Intervencion 27

3.2.1.- Sujetos 27

3.2.2.- Material Instruccional y Tareas 28

3.2.3.- Procedimiento 28

3.3.- Variables de Investigación 28

3.4.- Análisis de Datos

**CAPITULO 4 29**

**4.- RESULTADOS 29**

4.1.- Resultados de la Prueba: t – Student Emparejada 29

4.2.- Resultados de la Prueba: Ganancia de Hake G 29

4.2.1.- Resultados de los Rendimientos de la Prueba de Entrada y

Salida; Ganancia de cada sujeto de investigación.

Tabla 1 29

4.2.2.- Resultados de la Media Estadística de los Rendimientos de la

Prueba de Entrada / Salida y Ganancia de Hake, de la muestra.

Tabla 2 y Tabla 3 30

4.2.3.- Grafico 1.- Relación Grafica de: Rendimiento de Prueba de Entrada vs

Ganancia de Hake G. 31

4.2.4.- Grafico 2.- Relación Grafica de: Rendimiento de Prueba de Salida vs

Ganancia de Hake G. 31

4.2.5.- Grafico 3.- Relación Grafica de: Rendimiento de Prueba de Entrada vs

Rendimiento Prueba de Salida. 32

4.2.6.- Grafico 4.- Relación Grafica de: Rendimiento de Prueba de Entrada vs

Ganancia Absoluta. 32

4.2.7.- Grafico 5.- Histograma de los Rendimientos de Entrada y Salida

Individualizado por estudiante. 33

4.2.8.- Grafico 6.- Histograma de la Media Estadística de los Rendimientos de:

Entrada / Salida y Ganancia de la muestra. 33

**CAPITULO 5. 34**

**5.- DISCUSIÓN Y CONCLUSION**

5.1.- Hipótesis de Investigación H₁. 34

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 35**

**ANEXOS**

**ANEXO 1: DISEÑO INSTRUCCIONAL. 39**

**ANEXO 2: PLAN DE CLASE. 43**

**ANEXO 3: VASSARSTATS PRINTABLE REPORT T-TEST FOR**

**CORRELATED SAMPLES. 45**

**ANEXO 4: MATERIAL EDUCATIVO CPMPUTARIZADO “CLAUSSIUS 01”**

**PANTALLAZOS. 48**

**CAPITULO 1**

**1.-INTRODUCCION.**

**1.1.- Contexto del Problema.**

Los estudiantes que están registrados en la asignatura de Fisica B, en las carreras de ingeniería de una universidad ecuatoriana evidencian concepciones alternativas que dificultan el aprendizaje de la segunda ley de la termodinámica y particularmente en entropía, lo cual genera deficiencias en la resolución de problemas [1] [2].

El paradigma de la educación, gracias a la implementación de las tecnologías de información y comunicación, se caracteriza por la presencia de ambientes de aprendizaje fundamentados en el modelo constructivista y enriquecidos tecnológicamente [3].

Es así que, la simulación se convierte en una herramienta fundamental en el aprendizaje de las ciencias e ingeniería. La simulación en este contexto puede entenderse como la relación semántica entre la teoría, los objetos y los fenómenos, siendo así que la convierten en un instrumento clave en la explicación científica, y por lo tanto contribuye al proceso de resolución de problemas de la segunda ley de la termodinámica [3].

**1.2.- Declaración del Problema.**

El propósito del presente estudio, fue desarrollar en los estudiantes la habilidad de resolución de problemas, utilizando el constructivismo en la unidad de la segunda ley de la termodinámica, con la ayuda de un material educativo computarizado basado en la simulación.

**1.3.- Pregunta de Investigación.**

¿Cómo afecta en el rendimiento de los estudiantes universitarios de ingeniería de una universidad ecuatoriana, registrados en la asignatura de Fisica B, en la unidad de la segunda ley de la termodinámica, la aplicación de la simulación en la práctica de resolución de problemas de esta unidad?´

**1.4.- Formulación de Hipótesis.**

Las hipótesis de trabajo en la presente investigación surgen como la posible respuesta a la pregunta que se plantea.

Hipótesis de Investigación: H1

La media estadística de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba de salida es mayor que la media estadística de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba de entrada, lo que generó un mejor rendimiento académico.

Hipótesis Nula: Ho

No hay diferencia entre la media estadística de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba de salida y en la prueba de entrada, aplicada a ellos.

**1.5.- Formulación de Objetivos de Investigación.**

Diseñar y desarrollar una prueba de entrada y salida para medir del rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

Diseñar y desarrollar un material educativo computarizado basado en la simulación, para el aprendizaje de la resolución de problemas aplicados a la segunda ley de termodinámica.

**CAPITULO 2**

**2.- REVISION DE LA LITERATURA.**

**2.1.- El Constructivismo.**

Jean Piaget es considerado como uno de los líderes más relevantes del modelo constructivista, el cual se ha utilizado en las reformas educacionales de los últimos tiempos. Contrariamente a lo que suele creerse, él atribuye una importancia muy grande a la educación y declara abiertamente que: solo la educación puede salvar nuestras sociedades de una posible disolución, violenta o gradual. Adicionalmente asegura que la empresa educativa, es algo por lo que vale la pena luchar confiando en el triunfo final.

La educación constituye pues a su juicio, la primera tarea de todos los pueblos, más allá de las diferencias ideológicas y políticas [4]

Jean Piaget, no teme explicitar sus opiniones, el enuncia una regla fundamental “la coerción es el peor de los métodos pedagógicos”. Por consiguiente en el tema de la educación, el ejemplo debe desempeñar un papel más importante que la coerción.

Otra regla fundamental y que la propone en varias ocasiones es la importancia de la actividad del alumno.

“Una verdad aprendida no es más que una verdad a medias, mientras que una verdad entera debe ser reconquistada, reconstruida o medianamente redescubierta por el propio alumno” (Piaget, 1950, pág. 35).

Este principio educativo, reposa en este líder del modelo constructivista, en una realidad sicológica indiscutible, de que toda la sicología contemporánea nos enseña, que la inteligencia procede de la acción. De ahí, el papel fundamental que la investigación debe desempeñar en toda estrategia educativa; sin embargo esta investigación no debe ser abstracta, la acción supone investigaciones previas y la investigación solo tiene sentido si apunta a la acción .

Por lo tanto, se supone que una escuela sin coerción, es aquella en que el alumno debe experimentar activamente para reconstruir por si mismo lo que ha de aprender. Esto es en líneas generales el proyecto educativo de Jean Piaget [4].

Sin embargo, “no se aprende a experimentar simplemente viendo experimentar al maestro o dedicándose a ejercicios ya totalmente organizados, sólo se aprende a experimentar probando uno mismo, trabajando activamente, es decir, en libertad y disponiendo de todo su tiempo” (Piaget, 1949, pág. 39).

Según Antonio Ramírez , las características esenciales de la acción constructivista son básicamente cuatro:

Se apoya en la estructura conceptual de cada estudiante, parte de las ideas y preconceptos que el estudiante tiene sobre el tema de clase.

Anticipa el cambio conceptual que se espera de la construcción activa del nuevo concepto y su repercusión en la estructura mental.

Confronta las ideas y preconceptos afines del tema de enseñanza con el nuevo concepto científico que enseña.

Aplica el nuevo concepto a situaciones concretas y lo relaciona con otros conceptos de la estructura cognitiva con el fin de ampliar su transferencia [5].

Igualmente Ramírez, enuncia que las condiciones necesarias para potencializar la enseñanza constructivista son:

Generar insatisfacciones con los prejuicios y preconceptos, facilitando que los estudiantes se den cuenta de sus incorrecciones.

Que el nuevo concepto empiece a ser claro y distinto del anterior.

Que el nuevo concepto muestre su aplicabilidad a situaciones reales

Que el nuevo concepto genere nuevas preguntas y expectativas.

Que el estudiante observe y comprenda las causas que originaron sus prejuicios y nociones erróneas.

Crear un clima para la libre expresión del estudiante, sin coaccionar y sin temor a equivocarse.

Proporcionar las condiciones para que el estudiante sea participe del proceso de enseñanza-aprendizaje, desde la planeación de la misma, desde la selección de la actividad, desde la consulta de fuentes de información, etc. [5].

Como una de las características básicas del modelo constructivista, se considera al maestro o docente, a aquella persona profesional en su campo que es reflexiva y que ejecuta una tarea de mediación entre el conocimiento y el aprendizaje de sus alumnos, al compartir experiencias y saber, en un proceso de negociación o construcción conjunta del conocimiento y brinda una ayuda pedagógica ajustada a la diversidad de necesidades, intereses y situaciones en que se involucran sus alumnos o dirigidos, es decir el rol central del docente es esencialmente orientar y guiar la actividad mental constructiva de sus alumnos, a quienes proporciona soporte pedagógico ajustado a su competencia [6].

Dada la relevancia de la función del docente, en este modelo, Díaz- Barriga, como conclusión de su investigación definieron que un profesor constructivista debe reunir las siguientes características:

Es un mediador entre el conocimiento y el aprendizaje del alumno.

Es un profesional reflexivo que piensa críticamente en su práctica, toma decisiones y soluciona problemas pertinentes al contexto de sus clases.

Promueve el aprendizaje significativo, que tenga sentido y que sea funcional para los alumnos.

Preste ayuda pedagógica ajustada a la diversidad de necesidades o intereses y situaciones en que se involucran los alumnos.

Respeta a sus alumnos, sus opiniones aunque no las comparta.

Establece una buena relación interpersonal con los alumnos basada en valores que intenta enseñar: el respeto, la tolerancia, la empatía, la convivencia, etc.

Evita apoderarse de las palabras y convertirse en un simple transmisor de influencias, es decir no caer en la enseñanza verbalista o unidireccional [6].

Por otra parte, es importante señalar que el proceso de aplicación de estos principios constructivistas a la educación, todavía resulta utópica ya que en las escuelas en todos los niveles aun persisten aquellos maestros rezagados en la enseñanza tradicionalistas que no están dispuestos a cambiar de perspectivas acerca de lo que es la educación y el papel que tiene el alumno en la escuela [5].

**2.2.- Resolución de Problemas.**

De acuerdo a varios investigadores, la resolución de problemas es una de las tareas más creativas, exigentes e interesante para la mente humana y es un área que ha traído el interés de los científicos cognitivos desde siempre, en especial en ciencias y en matemáticas.

Por ser uno de los objetivos de la educación y de las pruebas características del aprendizaje de alto nivel, la didáctica de las ciencias y la didáctica de las matemáticas también han centrado su interés en ello [7].

Un problema, es una situación donde la meta buscada no se logra con una acción conocida, exigiendo una nueva acción o una nueva integración de acción. Resumiendo es una situación en la cual se busca un resultado y no se sabe cómo obtenerlo [8].

En su obra” Matemáticas Discovery”, Polya, define un problema como aquella situación que requiere la búsqueda consciente de una acción apropiada para el logro de un objetivo claramente concebido pero no alcanzable en forma inmediata.

No obstante, Schoenfeld en su libro “Mathematical Problem Solving” sostiene que el proceso de resolución de problemas es más complejo que lo indicado por Polya, al indicar que se involucran más elementos inclusive de carácter emocional-afectivo, sicológico, socio- cultural, entre otras. El establece también la existencia de cuatro aspectos que intervienen en el proceso de resolución de problemas:

Los recursos (entendidos como conocimientos previos o bien el dominio del conocimiento); las heurísticas (estrategias cognitivas); el control (estrategias metacognitivas) y el sistema de creencias.

También, en otro trabajo de investigación , se menciona que la resolución de problemas es la forma más elevada del aprendizaje debido a que a partir de este proceso el individuo define nuevas ideas [9].

Al igual que Esquivias (Esquivias, 1997): “la resolución de problemas es un proceso mental elevado en el que intervienen: actitudes, conocimientos previos, reglas heurísticas o algorítmicas, para aportar la mejor de las repuestas a un problema donde no lo había”, y también para Ausubel (Ausubel et al, 1998, pág. 63) “la capacidad para resolver problemas es la meta primordial de la educación”.

Los problemas, se clasifican en problemas bien estructurados y problemas mal estructurados. Los problemas bien estructurados requieren de la aplicación de un número finito de conceptos, reglas y principios estudiados, limitados a una situación problemática. Ellos tienen un estado inicial bien definido y un estado final conocido restringido por una serie de operadores lógicos. Los problemas mal estructurados no están limitados al contenido estudiado, su solución no es predecible porque uno o más de sus elementos son desconocidos o no son conocidos con cierto grado de confianza

[10][11].

Echeverría y Pozo, definen la resolución de problemas como un proceso mediante el cual dada una situación cualitativa o cuantitativa caracterizada como un problema, el estudiante trata de resolverlos de una forma inmediata o automática, enfrascándose en un proceso que requiere reflexión y toma de decisiones sobre una secuencia o pasos a seguir.

Ha sido evidente que el fracaso de los estudiantes de ingeniería en la resolución de problemas, se atribuye generalmente a la carencia en las estrategias y habilidades de resolución, pero también a la ausencia de conocimientos necesarios para abordar este proceso. El modelo de enseñanza- aprendizaje donde el profesor plantea los problemas, desarrolla los pasos hasta llegar a la solución, y los alumnos repiten la resolución que presentó el profesor y la aplicación a problemas similares, provoca la aparición de dificultades inherentes al proceso resolutivo.

Hoy, en los tiempos actuales de la enseñanza se comprende que las competencias para resolver problemas de física por ejemplo radican por tanto en la habilidad para representar las situaciones del mundo que nos rodea, en términos de modelo.

Investigadores, describen con claridad las habilidades metacognitivas puestas de manifiesto por los expertos y es que: “son capaces de pensar en el problema, mientras resuelven el problema. Los estudiantes sin embargo a menudo empiezan a resolver el problema “buceando” en expresiones algebraicas o numéricas, manipulando ecuaciones tratando de llenar huecos, hasta encontrar la repuesta. Sólo ocasionalmente utilizan su conocimiento conceptual para comprender la situación y menos aun para analizarla”. Esta carencia hace difícil que puedan planear caminos de acción, ni dar significado físico a la solución que obtienen. Al llegar al resultado, rara vez controlan su racionabilidad ya que la situación para ellos ha quedado sin sentido en las primeras etapas [12][13].

**2.2.1.- Concepciones Alternativas.**

En los últimos años de la década de los setenta aparece con marcado entusiasmo, una línea de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias, que propone el estudio de las ideas científicas de los alumnos, especialmente en las ramas de la ingeniería.

Existen diversos estudios, acerca de la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos naturales, estos estudios han encontrado que inclusive antes de tener alguna enseñanza, los estudiantes asientan con sus propios puntos de vista y explicación, así como un lenguaje propio, siendo todos ellos usualmente diferentes a los generados por los científicos.

Osborne y Bell, hacen una definición entre lo que llaman, la ciencia de los estudiantes y la ciencia de los científicos: la ciencia se refiere a los puntos de vista acerca del mundo y el significado de las palabras que los estudiantes tienden a adquirir antes de que reciban alguna enseñanza de las ciencias de manera formal, con la segunda se refiere al punto de vista científico generalmente aceptado.

Estas ideas concebidas por los estudiantes han recibido diversas denominaciones, cada una de las cuales transmite cierta concepción sobre sus status: concepción alternativa, idea previa, estudiante conceptual, error conceptual ciencia de los alumnos, miniteorias, entre otras (Driver y Easly, 1978; Duit, 1990).

Estas concepciones alternativas, tienen algunas características comunes, tales como:

Se repiten insistentemente a lo largo de los distintos niveles educativos sobreviviendo a la enseñanza de conocimientos que los contradicen.

Se hallan asociados con frecuencia a una determinada interpretación sobre un concepto científico (fotosíntesis, gravedad, fuerza, intensidad de corriente, metal, etc.) diferente a la aceptada por la comunidad científica.

Se trata de repuestas que se suelen dar rápidamente y sin dudar, con el convencimiento de que están bien.

Son equivocaciones que se cometen por un gran número de estudiantes de distintos lugares y también incluso por algunos profesores [1].

A este tipo de repuestas contradictorias con los conocimientos científicos vigentes y ampliamente extendidos, que se suelen dar de manera rápida y segura, que se repiten insistentemente y que se hallan relacionados con determinadas interpretaciones de diversos conceptos científicos se los denomina como ya fue mencionado anteriormente errores conceptuales y a la idea que lleva a cometerlo concepciones alternativas, porque realmente responden a la existencia de una idea muy diferente a las ideas científicas que queremos enseñar.

El problema de los errores conceptuales y las ideas alternativas que llevan a cometerlos, sigue siendo en la actualidad una potente línea de investigación didáctica, como lo demuestran la gran cantidad de estudios que se siguen realizando sobre este tema.

Una de las formas de entender por qué tenemos ideas alternativas tan influyentes y persistentes sobre la realidad, es que parecen cumplir unas funciones fundamentales para nuestra supervivencia [14].

Cuando el estudiante inicia su aprendizaje de un nuevo contenido, construye significados, representaciones o modelos mentales sobre dicho contenido, pero no lo hace a partir de sus ideas y representaciones previas.

Entre las causas de las ideas, Albaladejo, Caamaño y Pozo señalan: las experiencias y observaciones de la vida cotidiana; el profesorado; los libros y otros materiales escolares; la interferencia del lenguaje cotidiano y el científico; los medios de comunicación y la cultura propia de cada civilización. Tengan el origen que tengan las concepciones alternativas que los estudiantes adquieren en contacto con su entorno socionatural, cultural y universitario suponen en muchos casos una seria dificultad para el aprendizaje de la ciencia [14].

También en numerosos trabajos de investigación se han desarrollado las características que suelen tener los estudiantes, sobre los conceptos científicos; y se resumen a continuación [15].

Son construcciones personales que elabora el propio estudiante, a veces desde muy temprana edad.

Van del pensamiento perceptor al conceptual, según la edad del estudiante.

Suelen ser diferentes a las ideas reconocidas científicamente.

Algunas ideas tienen coherencia interna para ciertos estudiantes, en cambio en otros existen incoherencias y contradicciones.

Algunas ideas, son para las estudiantes verdaderas teorías que les sirve para predecir y controlar los acontecimientos.

Pueden tener inconsistencias, dependiendo del contexto de aplicación.

El razonamiento está ligado a contenidos específicos.

Suelen prestar más atención a las propiedades de los objetos que a la iteración entre los sistemas.

Destacan el pensamiento causal. El pensamiento se centra más en los estados de equilibrio.

Son ubicuas, existen en casi todas las áreas y alcanzan el dominio social e interpersonal.

En algunos casos son compartidos por estudiantes y adultos.

A veces tienen un cierto paralelismo o isomorfismo con ideas científicas vigentes, en algunas etapas anteriores de la historia del conocimiento científico.

Están expresadas en lenguajes imprecisos y términos indiferenciados

Suelen ser implícitas.

Son persistentes y muy resistentes al cambio, en mayor grado cuando mayor sea su base experimental.

Pueden ser espontaneas, es decir surgen de un modo natural en la mente de los estudiantes o debidas a la instrucción, el lenguaje o al ambiente social y cultural.

Tienen cierto grado de universalidad, aunque influido por los diferentes contextos culturales [15].

La orientación constructivista asume que el docente debe conocer las concepciones alternativas de sus estudiantes y diseñar la instrucción para que estas concepciones se desarrollen, reestructuren y evolucionen hacia unas concepciones científicamente aceptables.

En un estudio realizado sobre las concepciones alternativas, se evidencia notoriamente todo lo antes mencionado poniendo de ejemplo los conceptos de calor y temperatura en estudiantes que expresan cosas como “el cuerpo tiene calor” y “temperatura es calor”. El estudio concluye que persiste la influencia del lenguaje cotidiano en la utilización y verbalización de gran parte de las ideas referidas al calor y temperatura [15].

A continuación se detallan algunas ideas alternativas sobre calor y temperatura:

Concepto: Calor

Idea Alternativa: algo material, contenido en el cuerpo (sistema); cuanto más calor tiene el cuerpo más caliente estará.

En los cuerpos el calor puede pasar de unas partes a otras o de unos cuerpos a otros.

Concepto: Calor / Frio.

Idea Alternativa: son dos fluidos materiales y opuestos.

La sensación calor/frio, es consecuencia de la transferencia del calor/frio al cuerpo.

Concepto: Calentar / Enfriar.

Idea Alternativa: ganancia o perdida de ese ente material llamado calor.

Concepto: Caliente / Frio

Idea Alternativa: son propiedades características de los cuerpos. Por ejemplo los metales son fríos por naturaleza.

Concepto: Temperatura.

Idea Alternativa: temperatura=calor, temperatura y calor son sinónimos y aquello en todo caso mide la cantidad de calor que tiene el sistema.

La temperatura depende de la masa o del volumen.

Ante esta realidad, de la influencia de las concepciones alternativas en el aprendizaje de las ciencias y en física, más específicamente en los últimos años, se han postulado diferentes modelos educativos que tienen como propuesta fundamental lograr el cambio o transformación de las ideas previas de los estudiantes.

Estos modelos se engloban bajo la denominación de: cambio conceptual. La mayoría de los investigadores concuerdan en descubrir el cambio conceptual como un proceso de aprendizaje donde los estudiantes modifican sus concepciones sobre un fenómeno o principio, mediante la reestructuración o integración de la nueva información en sus esquemas mentales preexistentes.

Por cambio conceptual se refiere a la aplicación de estrategias instruccionales que:

Tomen en cuenta el conocimiento previo y experiencias del estudiante.

Identifiquen preconcepciones comunes.

Orienten la planificación de actividades más adecuadas para el entendimiento de los conceptos en ciencias.

Estimulen al estudiante a modificar o crear una estructura cognitiva para el nuevo conocimiento o contenido [15].

**2.3.- Material Educativo Computarizado (MEC).**

La educación como proceso vital y permanente que va más allá de la escolaridad, está estrechamente vinculada a la informática en los actuales tiempos; la escuela, el colegio, y la universidad se han ido transformando dejando de ser simples usuarios de soluciones informáticas orientadas a resolver problemas de procesamiento de datos, encontrando en este recurso tecnológico un aliado estratégico para el desarrollo de las potencialidades de los aprendices, para expandir sus capacidades y ayudarles a entender el mundo desde su propia perspectiva [16].

Material educativo computarizado MEC, es la denominación otorgada a las diferentes aplicaciones informáticas cuyo objetivo terminal es apoyar el aprendizaje.

Se caracteriza porque es el alumno quien controla el ritmo del aprendizaje, la cantidad de ejercicios, decide cuando abandonar y reiniciar, interactuar, reiterar, etc.

Por su parte, el docente encuentra en el MEC una ayuda significativa, dado que en muchos casos, en ellos se registra toda la actividad del estudiante [17].

La forma en que se usa la tecnología en las escuelas debería cambiar, para que los profesores la utilicen como compañera para facilitar los procesos de aprendizaje de sus estudiantes.

Los estudiantes no pueden aprender de la tecnología, pero la tecnología puede apoyar los procesos que los estudiantes necesitan para adquirir conocimiento. Según Jonassen, los estudiantes aprenden con la tecnología cuando [18].

Las computadoras son usadas como ayuda de exploración, para acceder a la información necesitada y para comparar perspectivas, creencias y vistas del mundo.

Las computadoras ayudan a producir aprendizajes, para simular significado del mundo real, por medio de problemas, situaciones y contextos; para representar creencias, perspectivas, argumentos e historia de otros, y por ultimo para proveer un espacio seguro y controlable para la solución de los problemas de los estudiantes.

Los computadoras ayudan al aprendizaje por medio de la conversación para colaborar con otros, para discutir, argumentar y construir consensos entre los miembros de una comunidad de aprendizaje y para ayudar al discurso entre la comunidad que está construyendo el conocimiento [18].

Las computadoras son compañeras intelectuales que ayudan al aprendizaje por medio de la reflexión; para ayudar a los estudiantes a articular y representar lo que ellos saben; para reflexionar lo que ellos han aprendido y como ellos llegaron a este aprendizaje; para la construcción personal de la representación de sus significados y para el apoyo del pensamiento consiente, (Jonassen, Peck y Wilson; 1999).

En esencia un buen MEC, es el que satisface las necesidades de quien lo utiliza. Esto implica que un buen MEC tiene condiciones como las siguientes: [19].

Tiene en cuenta las características propias (nivel de desarrollo, experiencias previas,..) de quien se supone va a interactuar con él.

Se acomoda al nivel de dominio que tenga el usuario sobre el tema de interés y sobre el ambiente computarizado.

Tiene la posibilidad de llenar vacios conceptuales o de detectar la existencia de estos y reorientar al aprendiz hacia su solución.

Tiene capacidad de promover al desarrollo de habilidades, conocimientos o destrezas consustanciales al logro de los objetivos propuestos.

Saca máximo provecho a la capacidad de interacción y de procesamiento de información que tiene el computador.

Promueve participación activa del aprendiz en; la búsqueda, generación, apropiación y aplicación del conocimiento según se amerite.

Debe brindar al docente y al alumno la posibilidad de vivir experiencias que difícilmente se puede llevar a cabo con otros medios. Es decir debe ofrecer una ganancia marginal amplia respecto a lo que se puede lograr con otros recursos educativos.

Una clasificación clásica de un MEC, ligada al enfoque educativo es:

Un MEC del tipo algorítmico, que es aquel que predomina el aprendizaje vía transmisión del conocimiento, desde quien sabe hacia quien lo desea aprender y donde el diseñador se encarga de encapsular secuencias bien diseñadas de actividades de enseñanzas que conducen al aprendiz desde donde está hasta donde debe llegar. El rol del alumno es asimilar al máximo de lo que se le transmite [19].

Un MEC del tipo heurístico, es aquel en el que predomina el aprendizaje experimental y por descubrimiento, donde el diseñador crea ambiente ricos en situaciones que el alumno debe explorar conjeturalmente. El alumno debe llegar al conocimiento a partir de la experiencia creando sus propios modelos de pensamientos, sus propias interpretaciones del mundo, los cuales puede someter a prueba con un MEC [19].

Los estudiantes rechazan las clases de ciencias centradas en el aprendizaje memorístico, mientras que por resolución de problemas asumen un rol activo cercano al del investigador novel [20].

Por lo tanto resulta novedoso implementar la enseñanza por resolución de problemas como alternativa para despertar el interés de los estudiantes hacia las ciencias de modo tal que el estudiante enfrente situaciones que activen su pensamiento y le generen la necesidad de interpretar, analizar y crear la información idónea que le permita formular soluciones hipotéticas a los problemas planteados. Aprovechando las ventajas que brinda el MEC y el interés que despierta en los jóvenes el uso de la tecnología en su cotidianidad: la implementación de un software creado bajo parámetros del MEC heurístico y/o algorítmico, de manera que se relacione perfectamente con la enseñanza por resolución de problemas, trae asegurada grandes beneficios académicos.

**2.3.1.- Simulación.**

Como una de las muchas definiciones apropiadas que se encuentran en la literatura de los MEC, es que la simulación tiene como objetivo conseguir modelos válidos para poder comprender mejor un universo determinado, facilitando el estudio y el aprendizaje [21][22].

La simulación como herramienta de apoyo al estudio presenta numerosas ventajas, si bien es cierto que como tal, debe ser bien utilizada. También se debe entender como un instrumento informático para distinguirla de otros instrumentos de simulación, que no lo son, pero que sin embargo tienen una aplicación muy parecida en los procesos de aprendizajes [23].

La simulación por lo tanto, se puede resaltar que es el tipo de software capaz de aprovechar todas las potencialidades de la computadora en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Entre sus ventajas se encuentra que estimula la motivación, la eficiencia y la transferencia de aprendizaje a situaciones reales. Permite la experimentación en un ambiente controlado, y es ideal para desarrollar estrategias centradas en el estudiante.

Existe consenso con respecto a las bondades o ventajas que trae a los estudiantes la introducción de la simulación en el proceso educativo.

La experiencia avala entre otros las siguientes: [24].

La mayoría de los estudiantes encuentran la iteración con simulaciones más motivadora y cercana a las experiencias con el mundo, el sistema o fenómeno real.

Lo aprendido con una simulación generalmente puede transferirse a la situación real más eficazmente que lo ejercitado con otros medios. De esta manera los estudiantes pueden aplicar mejor a la situación del mundo real las habilidades o el conocimiento adquirido al interactuar con una simulación pues esta brinda al estudiante la práctica y la oportunidad de probar diferentes combinaciones de condiciones.

Las simulaciones bien diseñadas pueden contribuir a la eficiencia del aprendizaje ya que al estudiante le puede tomar menor tiempo entender una asignatura cuando ha visto su contenido a través de la iteración con una simulación.

La simulación permite al estudiante experimentar con fenómenos que pueden ser difíciles de observar en el mundo real.

En una simulación se puede comprimir o dilatar el tiempo para observar el ritmo más conveniente de fenómenos que ocurren muy rápido o muy despacio.

Con la simulación por computador, el estudiante puede ensayar iteración con sistemas o fenómenos del mundo real en un ambiente seguro.

Facilitan el aprendizaje de fenómenos del mundo real mediante su simplificación o la omisión de fuentes de distracción, que si están presentes en la situación real.

Con las simulaciones pueden implementarse diferentes estrategias de enseñanzas, estas son ideales para llevar a cabo a aquellas centradas en el estudiante.

Uno de los investigadores de este tema, especifica que: “la simulación como herramienta es una forma de abordar el estudio de cualquier sistema dinámico real en el que sea factible poder contar con un modelo de comportamiento y uno en el que se puedan distinguir las variables y parámetros que los caracterizan” [25].

Por lo tanto, la simulación y el aprendizaje son dos conceptos que siempre deben ir de la mano en el proceso educativo. Bajo el punto de vista puramente instrumental podemos concluir que la mayoría de las actividades de aprendizaje siempre están basadas en entidades de simulación.

La simulación, permite entre otras cosas [25].

El aprendizaje por descubrimiento.

Fomentar la creatividad.

La autoevaluación.

La enseñanza individualizada.

El ahorro de tiempo y dinero.

Revisando las definiciones de otros investigadores, tenemos que para una simulación, se requiere que el estudiante desarrolle destrezas en los niveles de: aplicación, análisis y síntesis, en los que se ve implicado: la toma de decisiones, evaluar alternativas y resultados para reevaluar las decisiones tomadas [26].

Paralelamente se han realizados estudios que señalan la efectividad del uso de las simulaciones instruccionales guiadas, demostrando como son superadas las concepciones alternativas en determinados conceptos, después de su aplicación. Igualmente, en las experiencias en la aplicación de simulaciones instruccionales, se concluye que las mismas promueven el cambio conceptual, cuando son complementadas con ejemplos.

Se han presentado, diseños didácticos haciendo uso de las simulaciones instruccionales, en el cual destacaron como la inclusión del computador despertó un marcado entusiasmo y reforzó el interés por aprender en los estudiantes, además permitió mejorar la enseñanza conceptual en asignaturas como Física por ejemplo [26].

Uno de los investigadores de mayor influencia en el desarrollo de modelos educativos enriquecidos tecnológicamente, y de gran acogida en el conglomerado académico actual, por la jerarquía de sus trabajos de investigación es, Diana Laurillard.

Ella afirma, que los centros de educación en general y más particularmente los de educación superior, deben tener planes o proyectos ambiciosos para innovaciones tecnológicas en el campo de la enseñanza-aprendizaje de tal forma de satisfacer las exigencias de una época de desafíos en la educación universitaria.

Las tecnologías digitales han ayudado a motivar la realización de los cambios necesarios y también a ofrecer diferentes tipos de contribuciones para ayudar a los maestros y estudiantes en el desarrollo de la educación.

A pesar que la educación y la industria de la tecnología a menudo se han centrado en los requerimientos de los estudiantes, sin embargo no ha ocurrido lo mismo con las necesidades del personal de la docencia académica cuya responsabilidad es implementar los cambios tecnológicos.

Esta investigadora presenta premisas, que se deben tener en cuenta, para funcionar sólidamente, en el logro de un aprendizaje optimo:

El personal académico, deberá utilizar cada vez más la tecnología en la enseñanza, con sus estudiantes.

La comunidad académica debe estar a la vanguardia de la innovación y no ceder, la responsabilidad a otros.

Los mismos adelantos tecnológicos, que están cambiando la manera de aprender de los estudiantes, al mismo tiempo la contraparte la docencia académica debe aprovecharlos para aprender las nuevas formas de enseñanza, de manera de brindar el apoyo o soporte en forma global [27][28].

**2.4.- Investigación Basada en Diseño (DBR).**

La investigación de diseño, llamada también investigación basada en diseño (DBR, design based in research), es un paradigma método lógico que actualmente está siendo activamente aplicado y desarrollado dentro de la investigación educativa y que está probando ser de utilidad en el campo de la didáctica de las matemáticas, de las ciencias e ingeniería [29].

Se han aportado diversas definiciones de lo que es la DBR, [30].

Shavelson y Towne según cita Confrey 2006 pag.120, la definen como: “enfoques analíticos para examinar mecanismos que comienzan con ideas teóricas que son probadas a lo largo del diseño, implementación y estudio sistemático de herramientas educativas (currículo, métodos de enseñanza, Applets informáticos) que dan cuerpo al mecanismo conjeturado”. Estos autores, dentro de sus investigaciones, pretender responder a la pregunta: ¿Cómo y por qué está pasando algo? Consideran este tipo de estudio como intentos de entender y mejorar procesos educativos simultáneamente iterativos, situados y basados en teoría.

Una de las principales fortalezas que se le reconoce a la investigación basada en diseño es que limita el abismo existente entre las prácticas educativas y los análisis teóricos, ya que provee de informes sobre el aprendizaje de los alumnos relacionando directamente el proceso de aprendizaje con el medio en que se han promovido.

Las investigaciones por diseño, tiene sus raíces en las entrevistas clínicas, los experimentos de enseñanzas rusos, la psicología de Jean Piaget y en el constructivismo radical y social [30].

Guiados, por la teoría básica de que la cognición no es algo situado en el individuo pensante, sino que es un proceso distribuido entre el conocedor, el ambiente en el que el aprendizaje tiene lugar y la actividad en la que participan los alumnos, los investigadores educativos han marcado la necesidad de desarrollar herramientas tecnológicas, curriculum y especialmente teorías que les ayuden a sistemáticamente comprender y predecir como ocurre el aprendizaje [29].

La investigación basada en diseño surge entonces, en este contexto ante la necesidad de metodologías que permiten obtener argumentaciones basadas en la evidencia procedente de contextos naturales, de abordar en cuestiones teóricas sobre la naturaleza del aprendizaje de ir más allá de las limitaciones medidas del aprendizaje y de producir resultados de investigación a partir de la evaluación formativa.

Se destaca el hecho de que se prueban las teorías en la práctica, se trabajan con los docentes en la construcción del conocimiento, se reconocen los límites de la teoría, se capturan las especificidades de la práctica y las ventajas potenciales de adaptar la teoría a su contexto de forma iterativa y pulidora y además se abordan los problemas cotidianos del aula, que influyen en la enseñanza y el aprendizaje, adaptando la enseñanza a estas condiciones. [29].

El carácter distintivo de la investigación basada en diseño se evidencia como los promotores de la identificación y crecimiento de nuevas ideas y constructos. Estos estudios como son generadores de hipótesis y de marcos o estructuras organizadoras, contribuyen a la formulación de modelos más que a la estimación o validación de estos y de este modo ser de utilidad para la generación de buenas cuestiones a abordar mediante otro tipo de metodología.

Concretamente los investigadores del DBR, identifican cuatro aéreas en las que consideran que esta metodología puede aportar mayores beneficios: exploración de posibilidad para ambientes iniciales de enseñanza y aprendizaje; desarrollo de teorías contextualizadas sobre enseñanza y aprendizaje; construcción de conocimiento acumulativo de diseño y desarrollo de la capacidad humana para la innovación.

Se señala además la capacidad que tienen estos estudios para servir como incubadoras de nuevas técnicas de investigación. [29] [30].

Entre las limitaciones que se reconocen en general, a este tipo de metodología destaca las dificultades que se generan desde la complejidad de las situaciones del mundo real, la gran cantidad de información que resulta de la necesidad de combinar análisis cualitativos y etnográficos y la comparación de diseño. Simultáneamente señala que los desafíos que esta metodología conlleva debido a que muchas variables no están controladas deliberadamente a que varios tipos de datos son a menudo recogidos por distintos investigadores, lo que conlleva a problemas de coordinación y a que las argumentaciones y los resultados del estudio derivan de un bajo porcentaje de los datos recogidos. [30].

Las principales características de la investigación basada en diseño son [30].

Se centra en la caracterización de la situación en toda su complejidad, la mayor parte de la cual no es conocida a priori. Las clases o ambientes de enseñanza son consideradas complejas y condicionales, siendo necesario una amplia gama de medidas de resultados para capturar el proceso de aprendizaje que allí tiene lugar, así como el estado final del alumno.

Involucra múltiples variables, muchas de las cuales no pueden ser controladas.

Se intenta optimizar el diseño tanto como sea posible y observar cuidadosamente cómo funcionan los diferentes elementos.

Ocurre en contextos de la vida real donde habitualmente se produce algún tipo de aprendizaje. Por lo tanto el tipo de situación que comprenden son muy variados, un equipo de investigadores trabajando con un pequeño grupo de alumnos; un grupo de investigadores trabajando en un aula en colaboración con un docente; un grupo de investigadores y formadores de profesores y maestros en activo promoviendo conjuntamente el desarrollo de una comunidad profesional; un equipo de investigadores colaborando con docentes y otros agentes del sistema educativo en experimentos que involucran varias instituciones educativas.

Involucra diferentes tipos de participantes en el diseño para utilizar sus diferentes experiencias en la producción y análisis de este; estando siempre involucrada en el proceso de investigación la persona que actúa como docente.

Las teorías que se desarrollan durante el proceso de la intervención; son sencillas en tanto que son especificas a un dominio de aprendizaje y también porque son explicativas de la actividad del diseño.

Este tipo de investigación no provee de grandes teorías de aprendizajes sino que tienen un alcance teórico intermedio, no obstante etas teorías son esenciales para la mejora de la educación entendida como un proceso generativo a largo plazo.

Estas investigaciones se caracterizan por tener un refinamiento progresivo ya que el diseño es constantemente revisado a partir de la experiencia.

El proceso de la investigación tiene lugar a través de ciclos continuos de diseño, puesta en práctica, análisis y rediseño.

Los investigadores que emplean esta metodología hacen pruebas y refinan conjeturas sobre la trayectoria del aprendizaje basándose en la evidencia que van obteniendo en el transcurso de la investigación colaborando o actuando como docentes y recogiendo extensos registros sobre lo que los alumnos, los docentes y los investigadores aprenden a lo largo del proceso [30].

**2.5.- Pruebas.**

**2.5.1.- Prueba: t – Students Emparejada.**

En el presente trabajo, se realizó un análisis detallado del rendimiento académico de los sujetos de investigación, apoyados en la prueba estadística: t – Student Emparejada, con un nivel de significación de 0.05, y (n-1) grados de libertad, que para nuestra investigación correspondió a 19, dado los veinte estudiantes que fueron sometidos a la prueba.

La prueba t – Student Emparejada, asume que las muestras son dependientes y al conjunto de pares de muestras se la llama muestra por pares. Así como también se utiliza cuando a la misma muestra se realizan dos observaciones, por lo tanto la muestra está constituida por las diferencias entre las observaciones. En la presente investigación, esto significa que para cada sujeto de investigación habrá dos mediciones, medidas por la prueba de entrada y de salida, entre ambas se aplica una intervención utilizando un material educativo computarizado.

La prueba t – Student Emparejada, es una distribución estadística de probabilidad, que surge de estimar la media de una población normalmente distribuida, cuando el tamaño de la muestra es pequeña; siendo esta la base para la determinación de la diferencia entre dos medias muestrales, y para la construcción del intervalo de confianza.

Para el presente trabajo de investigación, se ha definido:

La hipótesis de investigación H1:

La media estadística de las diferencias del rendimiento de los estudiantes entre las pruebas de entrada y salida, en la unidad de Termodinámica, es mayor que cero.

La hipótesis nula H0:

La media estadística de las diferencias del rendimiento de los estudiantes entre las pruebas de entrada y salida en la unidad de Termodinámica, es igual a cero.

**2.5.2.- Ganancia de Hake (G).**

La ganancia normalizada (G), es definida por Hake, a partir de los resultados obtenidos en la prueba de entrada y salida, de los sujetos de investigación.

Los datos de la ganancia normalizada, cuantifican el efecto del diseño autoinstruccional aplicado y permite encontrar que tanto mejoró el desempeño de los estudiantes con respecto a lo que podría mejorarse.

Encontrar el valor de esta ganancia para la muestra de estudiantes seleccionados, implicará definir el objetivo que tuvo la investigación [31].

Hake, concluyo en sus investigaciones que para grupos de estudiantes en los que la instrucción aplicada había sido del tipo tradicional, la ganancia tomó valores de:

G < 0.30, y para los casos de una instrucción de tipo muy activa con estudiantes trabajando en pares y con tutorías presentes e interactuando docente-estudiante, la ganancia fue de: G > 0.30.

Por lo que se deduce que una ganancia (G), siempre mayor a 0.30 se identifica con una enseñanza que promueve en aprendizaje activo [31].

La ganancia normalizada está definida siguiendo lo establecido por Hake por la expresión siguiente para el total de una muestra:

G = (MPS – MPE) / (10 - MPE).

En donde: MPS es la media estadística de los resultados obtenidos en la prueba de salida y MPE es la media estadística de los resultados obtenidos en la prueba de entrada; 10, es la calificación máxima a obtener en la prueba de diez ítems [31].

**2.6.- Termodinámica.**

La termodinámica es la rama de la física que estudia la energía y la transformación entre sus distintas manifestaciones, como el calor y su capacidad para producir trabajo.

Nos debe quedar claro, que la termodinámica es una ciencia y quizás una de las herramientas más importantes en la ingeniería, porque se dedica a descubrir los procesos que implican cambios; en temperatura, en la transformación de la energía y la relación entre el calor y el trabajo, [32][33].

El concepto de sistema termodinámico: se puede decir que sistema es un conjunto de elementos con relaciones de interacción e interdependencia que le confieren entidad propia al formar un todo unificado.

Un sistema puede ser cualquier objeto, cualquier cantidad de materia, cualquier región del espacio, etc., seleccionado para estudiarlo y aislarlo imaginariamente de todo lo demás. Así todo lo que le rodea es el entorno o el medio donde se encuentra el sistema.

Los sistemas termodinámicos, se pueden clasificar como: aislados, cerrados y abiertos.

Los sistemas aislados son aquellos que no pueden intercambiar materia ni energía con su entorno, siendo este un modelo imaginario cuya frontera o límite del sistema impide cualquier tipo de intercambio.

El sistema cerrado es el sistema que solo puede intercambiar energía con su entorno pero no materia, es decir aquel cuya frontera admite únicamente el intercambio de energía [34][35].

El sistema abierto, en cambio si puede intercambiar materia y energía con su entorno.

La condición o existencia de un sistema termodinámico en un punto particular y en un determinado instante de tiempo se describe por un conjunto interrelacionado de cantidades susceptible de ser medidos llamadas: propiedades termodinámicas. Por lo tanto, estas condiciones descritas por dichas propiedades se llaman, de Estado.

Las propiedades termodinámicas son solo aquellas cantidades cuyos valores numéricos no dependen de la historia del sistema, es decir son independientes de la ruta seguida entre dos diferentes estados.

Las cantidades como presión y temperatura son propiedades termodinámicas ya que sus valores dependen estrictamente de la condición instantánea durante la cual son medidas.

Como ejemplo de cantidades que no son propiedades termodinámicas son trabajo, calor, transferencia de masa, pérdida de trabajo disponible, pérdida de energía, etc. [36][33].

Las propiedades termodinámicas cuyos valores dependen del tamaño del sistema son llamadas propiedades extensivas (volumen, entropía, energía interna), las propiedades intensivas son aquellas que no dependen del tamaño del sistema (presión, temperatura).

Es importante tener en cuenta que las propiedades termodinámicas describen un estado solamente cuando el sistema está en equilibrio.

El concepto de equilibrio termodinámico: un sistema está en equilibrio termodinámico cuando no se observa ningún cambio en sus propiedades termodinámicas a lo largo del tiempo.

Los estados de equilibrio son por definición estados independientes del tiempo.

Un sistema en equilibrio termodinámico satisface:

Equilibrio Mecánico (ninguna fuerza desequilibradora)

Equilibrio Térmico (ninguna diferencia de temperatura)

Equilibrio Químico.

Un estado de no equilibrio es un estado con intercambio netos de masa, energía y sus parámetros características dependen en general de la posición y del tiempo [37] [35].

Concepto de proceso termodinámico: se refiere al cambio de estado desde un estado inicial hasta un estado final.

El proceso, implica no solo conocer el estado inicial y final sino las iteraciones experimentadas por el sistema mientras esta en comunicación con su medio o entorno (transferencia de trabajo, transferencia de calor, las diferencias de entropía).

La trayectoria o ruta del proceso es la sucesión de estados que ha seguido o recorrido el sistema desde el estado inicial hasta el estado final.

Un ciclo termodinámico, es un proceso especial en el cual el estado inicial coincide con el estado final. [35].

Los procesos reversibles, son idealizaciones de procesos verdaderos. Los procesos reversibles son extremadamente útiles para definir límites al sistema, para identificar las áreas en las cuales ocurren las ineficiencias y permite dar criterios en el diseño de equipos.

Una característica importante de un proceso reversible es que dependiendo del proceso, éste representa el trabajo máximo que se puede extraer al ir de un estado a otro o bien el trabajo mínimo que es necesario para crear un cambio de estado.

Un proceso entonces es reversible, si después de que haya ocurrido el proceso, tanto el sistema como sus alrededores se pueden restaurar completamente por cualquier medio a sus estados iniciales respectivos.

El criterio que se debe tener es, que si un proceso es totalmente reversible se debe basar en su estado inicial y final [35] [37].

La entropía: es una propiedad termodinámica que mide el grado de restricciones que se han removido de un sistema y comúnmente se asocia con el grado de orden que se ha perdido entre un estado y otro [38][37].

La primera ley de la termodinámica, conocida también como ley de la conservación de la energía enuncia que la energía es indestructible y siempre que desaparece una clase de ella, aparece otra. Más específicamente la primera ley de la termodinámica establece que al variar la energía interna en un sistema cerrado, se produce calor y un trabajo.

La segunda ley de la termodinámica, indica la dirección en que se llevan a cabo las transformaciones energéticas. El flujo espontaneo de calor siempre es unidireccional desde los cuerpos de temperatura más alta a aquellos de temperatura más bajas.

En esta ley aparece el concepto de entropía, la cual se define como la magnitud física que mide la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo.

La entropía de un sistema es también un grado de desorden del mismo. En la segunda ley se establece que en los procesos espontáneos la entropía a la larga tiende a aumentar. Los sistemas ordenados se desordenan espontáneamente, ahora si se requiere restituir el orden original hay que realizar un trabajo sobre el sistema.

Esta ley, también declara que es imposible la existencia de una maquina térmica que extraiga calor de una fuente y lo convierta totalmente en trabajo, sin enviar nada a la fuente fría, [32][36][39].

Existen en termodinámica, diferentes tipos de procesos termodinámicos, siendo los siguientes:

Procesos Adiabáticos: se define como un proceso en el cual el sistema no absorbe ni cede calor, es decir Q (calor)=0.

Este proceso se puede lograr ya sea aislando térmicamente el sistema de sus alrededores o realizando el proceso rápidamente.

Como el flujo de calor es algo lento, cualquier proceso puede hacerse prácticamente adiabático si se efectúa con suficiente rapidez.

Realizando un proceso adiabático en un gas podemos observar que si este se expande, el W (trabajo) es positivo y por lo tanto ∆U (cambio de energía interna) es negativo y el gas se enfría. De manera reciproca si se comprime adiabáticamente el gas se calienta.

Un ejemplo de proceso adiabático común es la expansión de gases caliente en maquinas de combustión interna o la licuefacción de los gases en sistemas de enfriamiento

Proceso Isobárico: este proceso es aquel que ocurre a presión constante. Cuando ocurre un proceso de este tipo, tanto el calor transferido, el trabajo realizado y la variación de la energía interna, no son cero.

El trabajo (W), simplemente se define como la presión (P) multiplicada por el cambio de volumen.

Proceso Isométrico: es aquel proceso que se lleva a volumen constante, en dicho proceso el trabajo es cero; esto significa que si se agrega calor a un sistema manteniendo el volumen constante, todo el calor se utiliza para aumentar la energía interna del sistema.

Proceso Isotérmico: es aquel proceso que ocurre a temperatura constante, y en una grafica presión (P) contra volumen (V) a temperatura constante toma la forma de una curva llamada isoterma, que para un gas ideal la isoterma es una hipérbola [37] [36].

**CAPITULO 3**

**3. METODO**

**3. 1.- Primera Intervencion.**

3. 1.1.- Sujetos.

En el presente trabajo de investigación, los sujetos de investigación fueron seis estudiantes universitarios de ambos géneros que siguen una carrera de ingeniería en un centro de educación superior ecuatoriana, registrados en la asignatura de Fisica B, cuyo programa de estudio contiene la unidad de Termodinámica; con una edad promedio de 21 años, tres mujeres y tres varones, en el año 2012. Adicionalmente como sujetos de investigación se constituyeron dos docentes universitarios, uno de ellos está cursando una maestría en la enseñanza de la Fisica en una universidad ecuatoriana y el otro es profesor universitario con maestría en Enseñanza de la Fisica, de la cátedra de Fisica B.

3. 1.2.- Material Instruccional y Tareas.

La tarea instruccional correspondió a la unidad de termodinámica en la asignatura de Fisica B, en lo que tiene que ver con la segunda ley de la termodinámica y el concepto de cambio de entropía (∆S), aplicados a procesos termodinámicos reversibles con gas ideal. Esta tarea se desarrolló en un laboratorio equipado con material de cómputo correspondiente al instituto de Fisica, del instituto de educación superior ecuatoriana.

El detalle de los materiales utilizados fue:

Una prueba de entrada constituida por nueve preguntas conceptuales de opción múltiple más un problema de desarrollo, un total de diez ítems.

Entrega del contenido de la prueba de entrada, a cada uno de seis estudiantes seleccionados, documento independiente.

Igualmente, el contenido de la prueba de entrada es entregado a los dos docentes.

3. 1.3.- Procedimiento.

El procedimiento a seguir fue el siguiente:

Cada uno de los dos docentes recibe la prueba de entrada elaborada por el investigador para su correspondiente validación, revisión, sugerencias, cambios en el texto, correcciones, este nuevo rediseño es discutido en conjunto con el investigador y se procede a la nueva redacción de la prueba como paso previo de la entrega a los estudiantes.

A continuación, cada uno de los seis estudiantes, revisan el contenido de la prueba de entrada, analizan una a una las 10 preguntas, con el propósito de detectar incoherencias, y fundamentalmente que sean entendibles todas las preguntas expuestas.

Finalmente se toma en consideración si las hubiere las observaciones que han hecho los seis estudiantes que han revisado la prueba de entrada. La prueba así pulida es ahora redactada para estar lista para su aplicación en la segunda intervención.

Se procede a un registro de novedades de la prueba, considerando globalmente la participación de los docentes, los estudiantes y el investigador.

**3. 2.- Segunda Intervencion**

3. 2.1.- Sujetos.

En el presente trabajo, los sujetos de investigación fueron veinte estudiantes universitarios de una carrera de ingeniería de un centro de educación superior ecuatoriana, de ambos géneros, registrados en la asignatura de Fisica B, cuyo programa de estudio contiene la unidad de Termodinámica; con una edad promedio de 21 años, en el año 2012, siendo ellos 9 mujeres y 11 hombres.

3. 2.2.- Material Instruccional y Tareas.

La tarea instruccional correspondió a la asignatura de Fisica B, en su unidad de termodinámica, que contiene en el programa académico, el estudio de la segunda ley de la termodinámica y el concepto de cambio de entropía (∆S) aplicado a los procesos termodinámicos reversibles con gas ideal; esta tarea se desarrolló en la sala de cómputo del instituto de Fisica, de una universidad local.

Los materiales utilizados fueron:

La prueba de entrada, rediseñada, conteniendo las nueve preguntas conceptuales más un problema de desarrollo. Anexo 1: Diseño Instruccional

Doce (12) computadoras, personales de escritorio de tipo compatible genérico, distribuidas en la sala de multimedia del centro de educación superior.

El programa MEC instruccional llamado, “Claussius” versión 01, conteniendo: Los procesos termodinámicos reversibles con gas ideal. Anexo 4.

La prueba de salida, la misma que es exactamente igual a la de entrada.

3.2.3.- Procedimiento.

Aplicación de la prueba de entrada a los veinte (20) estudiantes de ingeniería.

Esta prueba, es individual para cada uno de los 20 sujetos de investigación, la misma que debe estar concluida en un tiempo de 20 minutos, al final de la misma es recogida por el docente- investigador.

Aplicación del programa autoinstruccional MEC, “Claussius”. Aquí los estudiantes en grupo de dos, se distribuyen para ocupar un computador portátil.

Ellos interactúan en pareja a medida que operan la tarea aplicada, piden asesoría y reciben retroalimentación; discuten entre ellos y llegan a respuestas de las preguntas contenidas en el MEC. El tiempo es libre hasta que culmine la autoinstruccion.

A continuación, se aplica la prueba de salida, a los 20 estudiantes, se deben tomar 20 minutos para su conclusión, la misma que es individual.

Finalmente esta prueba es recogida, para posteriormente ser evaluada.

**3.3.- Variables de Investigación.**

En la presente investigación se plantearon las siguientes variables:

Variable Independiente: como variable independiente se tomó el material educativo computarizado termodinámico versión 1.0 Claussius”.

Variable Dependiente: como variable dependiente se tomo el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería.

**3.4.- Análisis de Datos.**

En la presente investigación, se utilizó la prueba estadística: t- Student Emparejada con un nivel de significación de 0.05.

También se determinó la ganancia de Hake (G), para cada uno de los sujetos de investigación y la ganancia de Hake con la media estadística de toda la muestra.

**CAPITULO 4**

**4.- RESULTADOS.**

Los resultados obtenidos con la conclusión, de la intervención de un grupo de veinte estudiantes se detallan a continuación.

**4.1.- Resultado de la Prueba: t – Student Emparejada.**

Esta prueba estadística, la t – Student Emparejada entre las calificaciones de la prueba de salida y la prueba de entrada dio un valor de: t = 7.77 y df = 19, con un nivel de significación < 0.0001.

La intervención aplicada a los estudiantes, generó que la media estadística de la calificación de los sujetos de investigación en la prueba de salida fue mayor que la de entrada.

En el anexo 3, se muestran los resultados de la prueba utilizando el Website: “VassarStats Printable Report t – Test for Correlated Samples” para n=20.

**4.2.- Resultados de la Prueba: Ganancia de Hake (G).**

**4.2.1.- Resultados de los Rendimientos de la Prueba de Entrada y Salida y Ganancia de Hake de cada uno de los Sujetos de Investigación**

En la tabla 1, se tiene el detalle de los resultados personalizado de los sujetos de investigación.

PS: Rendimiento de la Prueba de Salida

PE: Rendimiento de la Prueba de Entrada

PS – PE: Ganancia Absoluta

G: Ganancia Normalizada de Hake

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SUJETO | PS | PE | PS - PE | G |
| 01 | 10 | 5 | 5 | 1.00 |
| 02 | 9 | 3 | 6 | 0.86 |
| 03 | 8 | 1 | 7 | 0.78 |
| 04 | 7 | 6 | 1 | 0.25 |
| 05 | 8 | 8 | 0 | 0.00 |
| 06 | 7 | 5 | 2 | 0.40 |
| 07 | 9 | 6 | 3 | 0.75 |
| 08 | 8 | 6 | 2 | 0.50 |
| 09 | 8 | 5 | 3 | 0.60 |
| 10 | 8 | 7 | 1 | 0.33 |
| 11 | 10 | 4 | 6 | 1.00 |
| 12 | 10 | 7 | 3 | 1.00 |
| 13 | 9 | 7 | 2 | 0.67 |
| 14 | 8 | 4 | 4 | 0.67 |
| 15 | 9 | 7 | 2 | 0.67 |
| 16 | 8 | 6 | 2 | 0.50 |
| 17 | 9 | 5 | 4 | 0.80 |
| 18 | 8 | 4 | 4 | 0.67 |
| 19 | 10 | 6 | 4 | 1.00 |
| 20 | 9 | 3 | 6 | 0.86 |

Tabla 1

Para el cálculo del valor de la ganancia normalizada de Hake (G), contenido en la tabla 1, se ha tomado la ecuación:

G = (PS – PE) / (10 – PE)

En donde el valor de 10, corresponde a la calificación máxima a obtener en la prueba de salida o entrada.

**4.2.2.- Resultados de la Media Estadística de los Rendimientos de la Prueba de Entrada y Salida y la Ganancia de Hake , de la Muestra: n = 20.**

La tabla 2, muestra el número de sujetos que participaron, la media, la desviación estándar, la calificación más alta, la calificación más baja y el rango, tanto de las calificaciones de la prueba de entrada como de salida

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Prueba | Sujetos | Media | Desviación  Standard | Calificación  mas alta | Calificación  más baja | Rango |
| Entrada | 20 | 5.25 | 1.71 | 8 | 1 | 7 |
| Salida | 20 | 8.60 | 0.94 | 10 | 7 | 3 |

Tabla 2

La tabla 3, muestra la media estadística del grupo de estudiantes de: los rendimientos de la prueba de entrada, y salida, su ganancia absoluta y la ganancia normalizada de Hake,

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| TOTAL  SUJETOS | MEDIA  PS | MEDIA  PE | MEDIA  PS - PE | MEDIA  G |
| 20 | 8.60 | 5.25 | 3.35 | 0.70 |

Tabla 3

**4.2.3.- Grafico 1: Rendimiento Prueba de Entrada vs Ganancia de Hake**

**4.2.4.- Grafico 2: Rendimiento Prueba de Salida vs Ganancia de Hake**

**4.2.5.- Grafico 3: Rendimiento Prueba de Entrada – Rendimiento Prueba de Salida**

**4.2.6.- Grafico 4: Rendimiento de la Prueba de Entrada vs Ganancia Absoluta**

**4.2.7.- Grafico 5: Histograma de los Rendimientos de la Prueba de Entrada y Salida por cada uno de los sujetos de investigación.**

**4.2-8.- Grafico 6: Histograma de la Media Estadística de los Rendimientos de la Prueba de Entrada y Salida y la Ganancia normalizada G**

Es indudable, que los resultados obtenidos de la ganancia de Hake, han sido notables y altamente efectivos.

Podemos puntualizar lo siguiente:

La ganancia de Hake G, individual de cada uno de los 20 estudiantes de la muestra, sometidos al proceso de instrucción, como se puede ver en la tabla # 1, revela el impacto positivo muy apreciable en el nivel de aprendizaje para cada uno de ellos.

De los veinte estudiantes, sólo uno de ellos que representa el 5% de la muestra, dio resultado muy por afuera de la tendencia, PS-PE=0 y G=0.

Además, también aparecen dos estudiantes con una ganancia G, de 0.25 y 0.33 que sin lugar a dudas son notables, representan el 10% de la muestra.

El 85% restante, es decir 17 estudiantes obtienen individualmente una ganancia de Hake por encima de 0.40, siendo un rendimiento muy valioso del aprendizaje activo a que fueron sometidos.

Finalmente la media estadística de la muestra de los 20 estudiantes, dió un valor de ganancia normalizada de Hake de 0.70.

De acuerdo a la investigación educativa de Hake, propone categorizar los resultados de la instrucción en zonas de ganancia normalizada:

Baja: G < 0.30

Media: 0.30 < G > 0.70

Alta: G > 0.70

Siguiendo esta categorización, se puede concluir que la ganancia media de la muestra obtenida es satisfactoria.

**CAPITULO 5**

**DISCUSIÓN Y CONCLUSION**

**5.1.- Hipótesis de Investigación H₁.**

El principio de Ockham, sostiene que “uno siempre debe buscar la explicación más simple para un fenómeno” (Lazar, 2010) [40]. Aplicando este principio al campo de la educación, podemos asegurar que la estrategia educativa de la presente investigación presupone que el conocimiento se construye en cada estudiante a partir de sus experiencias previas y lo que le propone la instrucción.

Los resultados obtenidos lo revalidan, ya que los sujetos de investigación mejoraron marcadamente su rendimiento académico.

Se ha encontrado que la enseñanza tradicional tiene escasa efectividad en lograr un cambio conceptual aceptable de los conceptos de física, esta deficiencia ha promovido la necesidad de un cambio en el tipo de enseñanza de la misma y se ha propuesto este diseño instruccional de enseñanza, para incrementar la ganancia conceptual en el aprendizaje.

Para asegurar el éxito de la enseñanza con este método que es un aprendizaje activo, el docente debe haber experimentado el aprendizaje tal como sus estudiantes lo perciben, deberá participar en grupos cooperativos con otros profesores y aprovechar la experiencia que ellos tienen e identificar como los estudiantes abordan las ideas previas, errores conceptuales y sus dificultades en el aprendizaje.

Con la prueba t- Student emparejada, con un nivel de significancia de 0.005 se obtuvo un valor de t=7.77, lo que concluyó la aceptación de la hipótesis de investigación y el rechazo de la hipótesis nula.

La muestra de estudiantes de este proyecto adquirió una mayor comprensión y habilidad en la adquisición de conocimientos. Según Hake, con estilo tradicional de enseñanza (conferencia) señala que normalmente aumentan los resultados pretest y postest en un 20%, mientras que los cursos que usan métodos interactivos de enseñanza aumentan la ganancia hasta un 70%, como lo refleja este trabajo de investigación.

Una eventual limitación de este estudio, podría ser la formación académica de los estudiantes participantes, dado que el conocimiento previo que ellos pueden haber adquirido, alcanzaría a afectar los resultados de la investigación.

Los resultados de este estudio se complementan con otras investigaciones en donde se aplican este tipo de metodología, investigadores educativos pioneros como: Hake; Benítez y Mora [31][41]

En resumen, es evidente que la metodología de enseñanza activa utilizando un material educativo computarizado, que permite mejorar el proceso aprendizaje de los estudiantes, sería conveniente que se divulgue a la comunidad educativa.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

[1] Carrascosa, Jaime: “El Problema de las Concepciones Alternativas en la Actualidad (Parte 1) .Análisis sobre las Causas que lo Originan y/o mantienen”, 2008.

[2] Warren M. Christensen; David E. Meltzer: C. A. Ogilvie. “Students ideas regarding entropy and the second law of thermodynamics in an introductory physics course”

[3] Agustín García Barneto, Rafael Gil Marín. “Entornos constructivistas, aprendizaje basado en simulaciones informáticas”. Revista Electrónica de las Ciencias, 2009.

[4] Jean Piaget (1896-1980). Unesco, Oficina Internacional de Educación, Pag. 199.

[5] Antonio Ramírez Toledo. “El Constructivismo Pedagógico”. Lic., en Pedagogía. Universidad Veracruzana. Catedrático del Colegio de Altos Estudios de Acagucan, Ven.

[6] Díaz-Barriga, Frida et all. “Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo”. México: McGraw-Hill, 2005.

[7] Dificultades Algebraicas en la Resolución de Problemas por Transferencia.- Vicente Sanjose, Tomas Valenzuela, Ma. Carmen Fortes y Joan Josep Solaz-Portolez. Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias (2007).- Vol.6, #3. Pag. 538- 561.

[8] Javier Bojorge, “Aprender a Resolver Problemas, para Aprender como Aprender”.- Universidad Autónoma de la ciudad de México.- Foro ICA-2009.

[9] María Teresa Esquivias Serrano, Arturo González Cantil, Irene María Vila.- Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica. N°1(2) 2003.

[10] Instruccional Design Model for Well-Structured and III-Structured Problems-Solving Learning Outcomes- David H. Jonassen.

[11] Design Problems for Secondary Students.- David H. Jonassen.- University of Missouri-Columbia.- USA.

[12] Zulma Gangoso, María Elena Trugol, Isabel Brincones, Alberto Gatloni.- “Resolución de Problemas, Comprensión, Modelización y Desempeño: un caso con estudiantes de Ingeniería”.- Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias y X Taller Internacional de Enseñanza de la Fisica. La Habana, Cuba Marzo de 2008

[13] Research Issues in Problems Solving.- David H. Jonassen.- University of Missouri-Columbia.-USA.-The 11th International Conference on Education Research New Paradigm to Learning and Instruction.- September 29-Octuber 1 / 2010.

[14] Las Ideas Alternativas del Alumnado de Primer Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la Conservación de la Energía, el Calor y la Temperatura. Carlos Bañas Sierra; Vicente Mellado Jiménez y Constantino Ruiz Macías.- Dpto. Didáctica de las Ciencias Experimentales y de Matemáticas. Universidad de Extremadura.

[15] Estrategias de Enseñanza Basada en el Campo Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias.- Mirna C, Mahmud y Oscar A. Gutiérrez.- Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Barquisimeto Luis Beltrán Prieto Figueroa.- Barquisimeto (Venezuela).

[16] Adriana Natalia Palomares Parada y Martha Elizabeth Villareal Hernández, “Material Educativo Computacional para el Desarrollo de Competencias Científicas”. Estudiositas, edición de abril de 2009, 4(1): 17-26.

[17] Miriam Cecilia Leguizamón González.- “Diseño y Desarrollo de MEC: una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo”. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC.

[18] Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers. - David H. Jonassen: University de Missouri - Columbia, 1994.

[19] Álvaro H. Galvis Panqueva.- “Evaluación de Materiales y Ambientes Educativos Computarizados”.- Informática Educativa. Proyecto SIIE, Colombia.- Vol. 6, #1.

[20] Adriana Natalia Palomares Parada y Martha Elizabeth Villareal Hernández, “Material Educativo Computacional para el Desarrollo de Competencias Científicas”. Estudiositas, edición de abril de 2009, 4(1): 17-26.

[21] Fendt, Walter, (2004). Applets Java de la Fisica: Applets de Simulaciones.

Recuperado el 27 de Marzo de 2012:<http://www.walter-fendt.de/ph11s>.

[22] Fuentes, Raúl y Herrera, Susana (2002). Tecnología, Cognición, y Aprendizaje: Construcción Educativa de Realidades Mediante la Simulación Computacional.

Recuperado de 19 de Abril de 2012.:<http://web.udg.es/tiec/orals/c38.pdf>.

[23] Fonseca, Medardo; Hurtado, Álvaro; Lombana, Carlos y Ocaña, Oscar. (2006). La Simulación y el Experimento como Opciones Didácticas Integradas Para la Conceptualización en Fisica. Revista Colombiana de Fisica, 38(2), 707-710.

[24] La Simulación Computarizada como Herramienta Didáctica de Amplias Posibilidades.- M.Sc. Lilia Ester Rodríguez Chávez y Dra. C. Mercedes Rubén

Quesada.

[25] José Manuel Ruiz Gutiérrez.- “La Simulación como Instrumento de Aprendizaje”.

Catedrático de Tecnología Eléctrica.- Instituto de Educación Superior “Francisco García Pavón

[26] Luisa Casadei Camiel, Marisol Cuicas Ávila, Eddie Debel Chourio, Zulma Álvarez Vargas. “La Simulación como Herramienta de Aprendizaje en Fisica”

Recuperado el 15 de Febrero de 2012. <http://revista.inie.ucr.ac.cr.-> Costa Rica.

[27] The effective use of digital technologies for learning and teaching.- Diana Laurillard (2009).

[28] Learning, Media and Technology.- Diana Laurillard.- Institute of Educational Technological.- Open University UK (2010).

[29] Marta Molina, Encarnación Castro y Enrique Castro.- “Un Acercamiento a la Investigación de Diseño a través de los Experimentos de Enseñanza”.- Universidad de Granada (2006).

[30] “Estudios de Diseño para Perspectiva Prometedora en la Investigación Educativa”.-

María Cristina Rinaudo y Danilo Dinolo.- Departamento de Ciencias de la Educación. Facultad de Ciencias Humanas.- Universidad Nacional de Rio Cuarto (Cordova – Argentina).

[31] Hake, R. R. (1998). - Interactive Engagement Versus Traditional Methods: A six thousand-students survey of mechanics test data for introductory physics courses.

American Journal of Physics, 66, 64-74.

[32] Notas del Curso de Termodinámica para Ingenieros.- Oscar A. Jaramillo Salgado.- Universidad Nacional Autónoma de Mexico.- Centro de investigación de Energía.- Departamento de Sistemas Energéticos.- Privada Xochicalco S/N., Tenuxco, Morelia – Mexico 62850.- Mayo 03 2008.

[33] Thermodynamics: An Engineering Approach with Students Resources. - Yunus A. Cengel and Michael A. Boles. - McGraw – Hill Science / Engineering / Math.

Edition Six (September / 2006).

[34] Engineering Thermodynamics: Tarik Al-Shemmeri.- 2010 Tarik Al-Shemmeri ApS.

[35] Información específica que se debe conocer para entender el significado físico de algunos enunciados clásicos de la segunda ley de la termodinámica.- Miguel Campos Solaron: Magister Ens. De las Ciencias, mención Fisica.- Departamento de Ciencias Básicas.- Unidad Académica Los Ángeles de la Universidad de Concepción.- Chile.

[36] Apuntes de Termodinámica Elemental: E.Barrull. Recuperado el 26 de Abril de 2012.

htt://www.biopsychology.org/apuntes/termodin/termodin.html.

[37] Thermodynamics:

Recuperado el 25 de Abril de 2012.:htt://web.mit.edu/16.unified/www/FALL/Thermodynamics/index.html.

[38] Simple Nature: An Introduction to Physics for Engineering and Physical Science Students. - Benjamin Crowell. - Chapter 5: Thermodynamics.

[39] Fundamentals of Engineering Thermodynamics: Michael J. Moran and Howard N. Shapiro. - Wiley, 5 edition (June, 2003).

[40] Lazar, N. (2010). Ockham´s razor. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2(2), 243-246.

[41] “Enseñanza Tradicional vs. Aprendizaje Activo para Estudiantes de Ingeniería”.- Y. Benítez y Cesar Mora.- Universidad Nacional Autónoma de Mexico.- Facultad de Estudios Superiores Cuacititlan.- Estado de Mexico.

Instituto Politécnico nacional, Centro de Investigaciones en Ciencias y Tecnologías

Avanzada.- Cuidad de Mexico.- Revista Cubana de Fisica.

**ANEXOS**

**ANEXO 1: DISEÑO INSTRUCCIONAL**

Las etapas que comprende nuestro diseño instruccional para el material educativo computarizado que se utilizó, usando el computador como medio de transmisión, fueron las siguientes:

Análisis

Planificación y Diseño

Desarrollo

Evaluación e Implementación.

**1.- ANALISIS**

**1.1.- Meta Instruccional.**

La meta instruccional de nuestro proyecto queda especificada de la manera siguiente:

Al finalizar la instrucción los estudiantes serán capaces de:

Demostrar mediante cálculos el cambio de entropía ∆S, para los procesos termodinámicos reversibles con gas ideal a: presión constante o isobárica, a volumen constante o isométrico, a temperatura constante o isotérmica y proceso sin transferencia de calor o adiabático.

**1.2.- Análisis Instruccional**

**1.2.1.- Habilidades de Entrada.**

Las habilidades que inicialmente tienen que tener los estudiantes, como prerrequisitos para lograr el éxito en la instrucción que se ha planificado son:

Conocer el concepto de calor y temperatura.

Conocer el concepto de presión y volumen

Conocimiento de la definición de gas ideal

Conocimiento de la definición de la primera ley de la termodinámica

Tener conocimiento de cálculo diferencial

**1.2.2.- Objetivos Específicos.**

Al finalizar la instrucción el estudiante será capaz de:

Dada una pregunta en forma escrita declarar la definición de un proceso termodinámico reversible isobárico y sus representaciones graficas en un diagrama PV.

Dada una pregunta en forma escrita, declarar la definición de un proceso termodinámico reversible isométrico y sus representaciones gráficas en un diagrama PV.

Dada una pregunta en forma escrita, declarar la definición de un proceso termodinámico reversible isotérmico y sus representaciones gráficas en un diagrama PV.

Dada una pregunta en forma escrita, declarar la definición de un proceso termodinámico reversible adiabático y sus representaciones gráficas en un diagrama PV.

Dada una pregunta escrita, declarar la definición de la primera ley de la termodinámica.

Dada una pregunta escrita, declarar la definición del cambio de entropía en procesos termodinámicos reversibles.

Dado un problema escrito, calcular el cambio de entropía para un proceso termodinámico reversible isotérmico.

Dado un problema escrito, calcular el cambio de entropía para un proceso termodinámico reversible adiabático.

Dado un problema escrito, calcular el cambio de entropía para un proceso termodinámico reversible isobárico.

Dado un problema escrito, calcular el cambio de entropía para un proceso termodinámico reversible isométrico.

**1.2.3.- Preguntas Para la Prueba de Entrada y Salida.**

**1**.- Si el área bajo la curva en un diagrama PV, que corresponde a un proceso termodinámico reversible de un gas ideal, es igual a cero.

Indique, si este proceso se refiere a uno:

a.- adiabático (sin transferencia de calor)

b.- isotérmico (temperatura constante)

c.- isométrico (a volumen constante)

d.- ninguno de las anteriores.

**2**.- ¿Cómo se representa gráficamente en un diagrama PV, el valor del trabajo mecánico (W), para cualquier proceso termodinámico reversible?

a.- no es factible representar gráficamente el trabajo W, en un diagrama P-V

b.- se representa calculando la longitud o extensión de la línea o curva del proceso.

c.- el trabajo W, queda representado gráficamente en un diagrama P-V, con el área bajo la curva del proceso termodinámico que corresponda.

**3**.- El enunciado de la primera ley de la termodinámica, no es más que otra forma de expresar físicamente, el principio de la conservación de la energía.

a.- falso

b.- verdadero.

**4.-** La variación de entropía ∆S, depende de los estados: inicial y final, dado que es independiente de la trayectoria reversible en un proceso termodinámico

a.- falso

b.- verdadero

**5.-** ¿Como usted podría aumentar la entropía (S), de un mol de un metal que esta a temperatura ambiente?

a.- aumentando o incrementando su temperatura

b.- disminuyendo su temperatura

c.- ninguno de los dos casos anteriores.

**6.-** El cambio de entropía ∆S, en un ciclo termodinámico de un proceso reversible es igual a:

a.- mayor que cero

b.- menor que cero

c.- igual a cero

7.- Si usted tiene un objeto caliente, muy cerca de un bloque de hielo por ejemplo. La dirección del flujo de energía en forma de calor, en forma espontanea, será del:

a.- bloque de hielo al objeto muy caliente.

b.- objeto muy caliente al bloque de hielo

c.- no existe flujo espontaneo.

**8.-** En un proceso termodinámico reversible que mantiene constante su temperatura, el valor del trabajo W, será igual a:

a.- cero

b.- el valor de su cambio de energía interna.

c.- el calor agregado al proceso.

d.- ninguna de las tres opciones.

**9.-** ¿Por qué en un proceso termodinámico reversible sin transferencia de calor, o adiabático el cambio de entropía ∆S, es igual a cero?

a.- porque no hay cambio de energía interna ∆U

b.- porque el cambio de entropía es insignificante en procesos adiabáticos dado que Q=0.

c.- porque el valor del cambio de entropía ∆S no depende de la temperatura.

**10.-** Dos moles de un gas ideal, mantiene una temperatura de 150°C, durante un proceso termodinámico reversible; conociendo que la relación volumétrica entre la condición final e inicial del proceso es 2.5. Calcular el cambio de entropía que se genera.

a.- cero

b.- 15.236

c.- -15.236

d.- ninguna de las anteriores.

**2.- DISEÑO Y PLAIFICACION**

El diseño y planificación de nuestro proyecto, está determinado por:

El rol del material educativo computarizado.

El diseño de la estrategia instruccional

El diseño de los pantallazos.

**2.1.-El Rol de la Computadora..**

El material educativo computarizado, mantiene la atención del estudiante, dado que interactúa con él, visualmente despierta su atención y va construyendo sus propios conceptos, y recibe retroalimentación.

El material educativo computarizado, presenta el propósito al estudiante como una secuencia mostrada en la pantalla del monitor, de las definiciones, conceptos, representaciones graficas y problemas de resolución aplicativos.

El estudiante debe recordar los prerrequisitos para lograr éxito en su prueba, las definiciones de: calor y temperatura; presión y volumen; gas ideal; la primera ley de termodinámica, el manejo de cálculo diferencial básico.

El contenido de la lección, se presenta de forma que el estudiante inicialmente revisa en la pantalla de su computador conceptos básicos de la lección, los entiende de forma que queda motivado y preparado para seguir con el contenido siguiente y enfrentar las preguntas, dar sus repuestas, recibir los resultados de las mismas y finalmente recibe retroalimentación

.

Se muestra ciertas guías para el aprendizaje, se dará una instrucción en la que se informa la logística del trabajo a efectuar; se formarán parejas de estudiantes para cada computador y se explicará el manejo del MEC, en el computador.

Durante todo el desarrollo de la instrucción se retroalimentará a los estudiantes, con el propósito de incrementar la retención y progresen en la construcción de sus conocimientos. El MEC, contiene la alternativa de repetir personalmente la lección y autoevaluarse.

Estas retroalimentaciones realizadas por el docente, al mismo tiempo se convierten en pruebas formativas hacia los estudiantes; en cambio la prueba sumativa será la prueba de salida, que cada estudiante en forma individual debe realizar a continuación de finalizar su lección en el computador.

**2.2.- Diseño de la Estrategia Instruccional.**

La estrategia instruccional para nuestro proyecto considera que la aplicación que mejor lo apoya es la piagetiana o constructivista.

Esta estrategia es para asistir al estudiante en sus esfuerzos de aprendizaje en cada objetivo específico, identifica oportunidades para que el instructor retroalimente al estudiante y haga preguntas que apoyen el proceso.

**2.3.- Diseño de Pantallazos.**

Anexo - 4: Power Points de Pantallazos de MEC Termodinámico “Claussius” [29][30][31][32][26].

El cual contiene:

1.- Definiciones Fundamentales Termodinámicas.

2.- Procesos Termodinámicos Reversibles con Gas Ideal.

\* Proceso Isobárico

\* Proceso Isométrico

\* Proceso Isotérmico

\* Proceso Adiabático

En cada uno de los procesos descritos, se detallan sus características, y se implementan ejercicios de aplicación; así mismo al final de cada uno de ellos existe un pequeño cuestionario para evaluación, con la particularidad que si el estudiante falla tantas veces las repuestas de opción múltiples que aparecen en un número de cuatro preguntas, en forma automática el MEC, lo retroalimenta tantas veces sea necesario hasta que conteste correctamente.

**3.-DESARROLLO**

**3.1.- Programación.**

Para la presentacion del contenido de la instrucción se utilizara el material educativo computarizado en Power Point.

**3.2.- Evaluación Formativa.**

La evaluación formativa se genera en los estudiantes a partir que ellos en un grupo pequeño prueban inicialmente el contenido de los ítems de entrada, para determinar si esta necesita revisarse, como ya se lo menciono anteriormente.

Mientras más veces es evaluado formativamente este material durante la etapa de desarrollo es probable que sea más efectivo.

**4.- Implementación.**

Se implementará en un aula de multimedia del Instituto de Fisica de una universidad ecuatoriana. Se dotará de 12 estaciones de trabajo con computadoras, para la operación de 20 estudiantes reunidos en parejas de forma de ocupar un computador por grupo de dos estudiantes; ellos interactuarán vivamente durante la autoinstrucción.

**ANEXO 2: PLAN DE CLASE**

Nuestro plan de clase se desarrolló, de forma siguiente:

**TITULO:** Resolución de problemas, de la segunda ley de la termodinámica, utilizando como herramienta, material educativo computarizado.

**CURSO:** Fisica B.

**AUDIENCIA:** Estudiantes universitarios de ambos géneros de un centro de educación superior ecuatoriana con una edad promedio de 21 años, registrados en la signatura de Fisica B, y que siguen carreras de ingeniería. Ellos tienen concepciones alternativas relacionadas con los conceptos termodinámicos, de los diferentes procesos de transferencia de energía en forma de calor.

**OBJETIVO INSTRUCCIONAL:** Calcular el cambio de entropía para procesos termodinámicos reversibles con gas ideal: proceso isobárico, proceso isotérmico, proceso isométrico y proceso adiabático.

**PREREQUISITO:** Conocer los conceptos de: calor y temperatura, presión y volumen: gas ideal y primera ley de la termodinámica. Los conceptos matemáticos básicos del caculo diferencial.

**METODOLOGIA:** Constructivismo de Jean Piaget.

**LUGAR:** Sala de cómputo con estaciones de trabajo equipadas con computadoras.

**INSTRUCTOR:** Ing. Felipe Naranjo Calderón

**FECHA:** A determinarse.

**TIEMPO:** No definido

**SECUENCIA DE LA INSTRUCCION EN CLASE:**

**1.-** El docente se dirige a la audiencia, de estudiantes en el aula, y expone el titulo de la clase.

Expone la meta instruccional y declara los objetivos específicos a conseguir

**2.-**Hace entrega de la prueba de entrada a cada estudiante para su desarrollo individual.

**3.-** Seguidamente los estudiantes, culminan su prueba de entrada, y proceden a entregar al docente presente, cada una de las 20 pruebas que corresponde a los 20 sujetos de investigación.

**4.**- A continuación, el docente explica el siguiente paso, que se trata del manejo del MEC, su logística y manejo, se forman grupos de dos estudiantes y utilizan ambos un solo computador en donde está cargado el MEC a utilizarse que es el “Claussius” versión 01.

Cada grupo de dos, discute, interactúa con su par, toman resolución en conjunto.

**5.-** El docente soporta, guía, retroalimenta a cada grupo formado, dando repuestas a las inquietudes de los mismos.

**6.-** No hay tiempo límite y cada pareja de estudiantes llega a culminar todo el material instruccional MEC que es el objetivo. Este ambiente de aprendizaje se caracteriza por: ser activo, dado que los estudiantes se identifican significativamente con las actividades propuestas; constructivo porque los sujetos construyen su propio conocimiento en virtud de su conocimiento previo; ser intencional porque los estudiantes logran la conceptualización y la resolución de problemas; por ser auténticos por la motivación de los estudiantes que se genera por las actividades relacionadas con las manifestaciones reales y por ser cooperativos al establecer los estudiantes relaciones con sus pares para la obtención del aprendizaje significativo.

**7.-** A continuación cada uno de los 20 estudiantes se somete a la prueba de salida que es igual a la de entrada en forma totalmente individual, que al finalizar se torna en una evaluación sumativa.

**ANEXO 3: VASSAR PRINTABLE REPORT T-TEST FOR CORRELATED SAMPLES (FRIDAY AUG. 10 2012 09:51:34).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Data Entry* | | | |
| Pairs | Xa | Xb | d=Xa—Xb |
| Principio del formulario    Final del formulario | Principio del formulario    Final del formulario | Principio del formulario    Final del formulario | Principio del formulario    Final del formulario |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Data Summary*Q | | | |
| Summary | Xa | Xb | d |
| n | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  sum | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  mean | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  sumsq | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  SS | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  variance | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  St. dev. | Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |

Variances and standard deviations are calculated with denominator = n-1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Meana—Meanb | t | df |
| Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario | Final del formulario  Principio del formulario    Final del formulario |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Final del formulario  P | one-tailed | Principio del formulario    Final del formulario |
| Final del formulario  two-tailed | Principio del formulario    Final del formulario |

Final del formulario

Final del formulario