



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN



MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA DEL
CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS PURAS
Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Autor: Licdo. OROZCO J., LUIS D.

Tutor: Ing. MSc. BOLÍVAR, ALEJANDRO.

Bárbula, Julio 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN



MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA DEL
CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS PURAS
Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Autor: Licdo. OROZCO J., LUIS D.

Trabajo presentado ante el Área de estudios de
Postgrado de la Universidad de Carabobo para
optar al Título de Magíster en Matemática y
Computación

Bárbula, Julio 2018

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR Y APROBACIÓN DEL
PROFESOR DEL SEMINARIO

**MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA
DEL CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE
SUSTANCIAS PURAS Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA**

Aprobada en el Área de Estudios de Postgrado por el Ing. MSc. Enrique Flores,
Profesor del Seminario de Investigación y Trabajo de Grado

Firma Autógrafa

C.I.

Tutor: Ing. MSc. BOLÍVAR, ALEJANDRO.

Acepto la tutoría del presente Trabajo según las condiciones del Área de Estudios de
Postgrado de la Universidad de Carabobo

Firma Autógrafa

C.I. 10.975.010



ACTA DE DISCUSIÓN DE TRABAJO DE GRADO

En atención a lo dispuesto en los Artículos 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo de Grado titulado:

“MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA DEL CALCULO DE PROPIEDADES TERMODINAMICAS DE SUSTANCIAS PURAS Y SU REPRESENTACION GRAFICA

Presentado para optar al grado de *MAGÍSTER EN MATEMATICA Y COMPUTACION* por el (la) aspirante:

LUIS DANIEL OROZCO J.
V.- 12.737.891

Habiendo examinado el Trabajo presentado, decidimos que el mismo está **APROBADO**.

En Valencia, a los dieciséis (16) día del mes de Julio del año dos mil dieciocho.

Alejandro Bolívar
Prof. Alejandro Bolívar
C.I.: 699500
Fecha: 16/07/2018

Gladys Arocha
Prof. Gladys Arocha
C.I.: 19107328
Fecha: 16/07/2018
FE: 12/07/2018 al-

Alejandro Contreras
Prof. Alejandro Contreras
C.I.: 14143539
Fecha: 16/07/2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN



VEREDICTO

Nosotros, Miembros del Jurado designado para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: **MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS PURAS Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA**, presentado por: Licdo Luis Orozco, titular de la C.I. 12.737.891 para optar al título de Magíster en Matemática y Computación, estimamos que el mismo reúne los requisitos para ser considerado como: Aprobado

Nombres y Apellidos	Cédula de Identidad	Firma
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Bárbula, Julio 2018

DEDICATORIA

Dios quiso que, después de Él, honrásemos a nuestros padres, a los que les debemos la vida, quienes han velado por nuestro proceso de crecimiento y formación. No en vano encabeza el segundo fragmento de los Mandamientos. Encierra además una recompensa: *“Honra a tu padre y a tu madre, para que se prolonguen tus días sobre la tierra que el Señor, tu Dios, te va a dar”*. (Éx. 20, 12).

En otro versículo está escrito: *“Por eso deja el hombre a su padre y a su madre y se une a su mujer, y se hacen una sola carne”*. (Gn. 2, 24). *“De manera que ya no son dos sino una sola carne”*. (Mt. 19, 6).

Quien más que mi madre y mi esposa pueden merecer todo mi corazón, toda mi alma y todo mi esfuerzo. Es para ustedes.

A mis hijos, les robé mucho tiempo, sin embargo mis obstáculos salvados serán experiencias tuyas, mis metas logradas harán más largo el camino que han de emprender y mis pensamientos constituirán la mira de sus sueños.

Entiendan que todos ustedes son mi soporte y grandeza.

A mi hermana y sobrino.

Por último, a la incansable Mary Schwarzenberg.

Luis Orozco.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, “*Se que eres Todopoderoso: lo que piensas, lo puedes realizar*”. (Job 42,2), omnipotens sempiternus Deus, por guiarme en todo momento y permitirme culminar esta etapa.

A la Santísima Virgen del Carmen bajo tu regazo me auxilio, fiel protectora cuida siempre a mi familia, amigos, a quienes ahora no están y a mí.

A la ilustre Universidad de Carabobo, especialmente la Facultad de Ingeniería, por su aporte en el desarrollo de mis estudios, los cuales hoy hacen posible la realización de una meta anhelada.

Al Prof. Alejandro Bolívar, por su apoyo, extrema paciencia, dedicación y brindarme las herramientas necesarias para que esta investigación sea un éxito. Sin Ud., no hubiese podido elaborar este trabajo de grado. De corazón...Mil Gracias.

A todas aquellas personas que no se mencionan pero que sin su ayuda no hubiese sido realidad la culminación de mis estudios de postgrado y en particular este trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

Páginas Preliminares	ii
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tablas	xii
Índice de Gráficos	xiii
Resumen	xiv
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
Planteamiento del Problema	18
Objetivos de la Investigación	27
Objetivo General	27
Objetivos Específicos	27
Justificación de la Investigación	28
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	
Antecedentes	32
Bases Teóricas	36
Fundamentos de la Termodinámica	36
Teoría de Aprendizaje de Gagné	50
Material Educativo Computarizado	52
Aspectos Computacionales del Material Educativo Computarizado ..	59
Paradigma de Programación	60
Plataforma Tecnológica	61
Teoría de Desarrollo de Software	62

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo y Modalidad de Investigación	64
Diseño de la Investigación	66
Fases Metodológicas	66
Diagnóstico de la Necesidad	67
Población y Muestra	67
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	68
Validez y Confiabilidad	71
Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos Recogidos	71
Presentación de los Resultados	72
Diseño de la Propuesta	85
Desarrollo de la Propuesta	95
Desarrollo del Material Educativo Computarizado	95
Introducción	95
Justificación	97
Fundamentación Teórica	98
Factibilidad	99
Pertinencia	99
Utilidad Institucional	99
Utilidad Académica	99
Costos	99
Utilidad Social	99
Planificación del Contenido	100
Evaluación de la Propuesta	109
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	
Análisis costo beneficio	118
Costos para la Ejecución del Proyecto	119

CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXO A-1: Instrumento de diagnóstico aplicado a los estudiantes de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo	133
ANEXO A-2: Tabla de Especificaciones	135
ANEXO A-3: Instrumento de validación de la encuesta del material educativo computarizado aplicado a los estudiantes de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo	136
ANEXO A-4: Instrumento de evaluación del material educativo computarizado aplicado a los estudiantes de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo	138
ANEXO A-5: Tabla de Especificaciones	140
ANEXO A-6: Instrumento de validación de la encuesta de evaluación del material educativo computarizado aplicado a los estudiantes de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo	141
ANEXO A-7: Códigos del Material Educativo Computarizado para la Enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras	143

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		
1	Superficie P-v-T	40
2	Diagrama Temperatura vs. Volumen específico (T-v)	46
3	Diagrama Presión vs. Volumen específico (P-v)	47
4	Diagrama Presión vs. Temperatura (P-T)	47
5	Procedimiento Public Sub Calcular	86
5.1	Procedimiento Public Sub Calcular	87
5.2	Procedimiento Public Sub Calcular	88
5.3	Procedimiento Public Sub Calcular	89
5.4	Procedimiento Public Sub Calcular	90
5.5	Procedimiento Public Sub Calcular	90
5.6	Procedimiento Public Sub Calcular	91
6	Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re()	92
6.1	Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re()	93
6.2	Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re()	94
7	Pantalla de trabajo en Visual Basic del Material Educativo Computarizado	101
8	Pantalla inicial del Material Educativo Computarizado	102
9	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	103
10	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	104
11	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	105
12	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	106
13	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	107
14	Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado	108

ÍNDICE DE TABLAS

Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 1	73
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 2	74
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 3	75
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 4	76
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 5	77
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 6	78
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 7	79
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 8	80
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 9	81
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 10	82
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 11	83
Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 12	84
Tabla 1: Planificación del Contenido	100
Tabla 2: Propiedades Termodinámicas	115
Tabla 3: Propiedades Termodinámicas	116
Tabla 4: Costos para la Ejecución del Proyecto	119

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 1	73
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 2	74
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 3	75
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 4	76
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 5	77
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 6	78
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 7	79
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 8	80
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 9	81
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 10	82
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 11	83
Gráfico de Frecuencias de alternativas de la pregunta N° 12	84



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN



MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA ENSEÑANZA DEL
CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE SUSTANCIAS PURAS
Y SU REPRESENTACIÓN GRÁFICA

RESUMEN

La presente investigación se fundamenta en el desarrollo de un material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras, fundamentado el mismo en la Teoría de Aprendizaje de Gagné. La presente investigación proporciona una opción tecnológica para realizar el cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras, utilizando un lenguaje de amplio conocimiento y manejo de los estudiantes, aparte de ser uno de los lenguajes de programación de uso más extendido en la actualidad. Para llevar a cabo el diagnóstico de la investigación se aplicó un instrumento tipo Escala de Likert el cual constó de 12 preguntas. El mismo fue sometido a las pruebas de validación por parte de expertos y a la prueba de confiabilidad mediante el cálculo del coeficiente del Alpha-Cronbach obteniéndose un valor de 0.85, el cual representa una confiabilidad muy alta. Dicho instrumento fue aplicado a 32 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, durante el Curso Especial de Avance y Nivelación del año 2016, que cursaron la asignatura en el semestre anterior. El análisis de la información obtenida fue realizado a través de distribuciones de frecuencias absolutas y porcentajes, con su respectivo gráfico de barras. En la fase de diseño de la propuesta se realizaron los diagramas de flujo del material educativo computarizado para tener el norte al momento de escribir el código. Se desarrolló el material educativo computarizado y finalmente se evaluó el mismo a través del juicio de un experto y la realización de una encuesta a los estudiantes usuarios del material educativo computarizado.

Palabras claves: Material Educativo Computarizado, diagramas de flujo, Propiedades Termodinámicas.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
ÁREA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN MATEMÁTICA Y COMPUTACIÓN



COMPUTED EDUCATIONAL MATERIAL FOR THE TEACHING OF THE
CALCULATION OF THERMODYNAMIC PROPERTIES OF PURE
SUBSTANCES

ABSTRAC

This research is based on the development of a computerized educational material for the teaching of the calculation of thermodynamic properties of pure substances, based on the Gagné Theory of Learning. This research provides a technological option to perform the calculation of thermodynamic properties of pure substances, using a language of extensive knowledge and management of students, apart from being one of the most widely used programming languages today. To carry out the diagnosis of the research, a Likert Scale instrument was applied, which consisted of 12 questions. It was subjected to validation tests by experts and the reliability test by calculating the Alpha-Cronbach coefficient, obtaining a value of 0.85, which represents a very high reliability. This instrument was applied to 32 students of the Faculty of Engineering of the University of Carabobo, during the Special Course of Advancement and Leveling of the year 2016, who studied the subject in the previous semester. The analysis of the information obtained was done through absolute frequency distributions and percentages, with its respective bar graph. In the design phase of the proposal, the flow diagrams of the computerized educational material were made to have the north at the time of writing the code. The computerized educational material was developed and finally it was evaluated through the judgment of an expert and the realization of a survey to the students who use the computerized educational material.

Keywords: Computerized Educational Material, flow diagrams, Thermodynamic Properties.

INTRODUCCIÓN

Los avances de la investigación científica, hacen que cada día sea más imperativa la necesidad de incrementar el poder computacional.

Los continuos adelantos en el área computacional, apuntan a pensar en la utilización de máquinas ejecutando programas de rutina para alcanzar un objetivo o propósito común. Lo cual necesariamente es el umbral de un nuevo campo para programadores e investigaciones en el área de las ciencias computacionales y la matemática.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos en los cuales se va desarrollando la propuesta desde el planteamiento de la necesidad existente pasando por una revisión de trabajos anteriores y una documentación teórica necesaria que apoye la investigación.

En el capítulo I se presentan tanto en el planteamiento de la problemática existente como en la justificación de la investigación, la necesidad existente de realizar la presente investigación y sugerir una propuesta para solucionarla. Los objetivos tanto general como específicos se pueden observar en este capítulo los cuales delimitan la investigación.

El capítulo II contiene la revisión de trabajos anteriores y la sustentación teórica de la investigación. Adicionalmente se definen términos básicos que se utilizan en el desarrollo de la presente investigación.

Posteriormente en el capítulo III se desarrolla el marco metodológico en el cual está enmarcada la investigación y las teorías que soportan la estructura que se mantiene y se mantendrá en el desarrollo de cada una de las siguientes fases del proyecto de investigación hasta la consecución de la propuesta final.

Finalmente el capítulo IV, presenta los aspectos administrativos que deben ser tomados en cuenta en el proyecto de investigación. Posteriormente se reflejará las necesidades que deben tomarse en cuenta en la propuesta final.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

El estado natural del universo puede explicarse como un conjunto de tareas y acontecimientos complejos interrelacionados que pasan al mismo tiempo dentro de una secuencia. La ciencia ha tratado de comprender, desde el punto de vista matemático, los diversos fenómenos físicos del universo. Lo cual le ha llevado años de experimentación y utilización de recursos para poder obtener una adecuada interpretación.

En el uso de recursos, la tecnología empleada, ha mejorado con el transcurrir del tiempo. Basta con observar el desarrollo de las herramientas utilizadas. Una de ellas el computador. Desde el primer ordenador digital totalmente electrónico, el Colossus, hasta el empleo de transistores en los computadores. Como también el empleo actual de varios microprocesadores en un solo procesador, son indicios del mayor empleo de tecnología y más aún la mejora en el uso de los recursos disponibles.

En el presente, dada la complejidad del mundo actual, con el manejo inmenso de conocimientos e información propia de esta época de crecimiento tecnológico es indispensable contar con una herramienta que permita manejar información con

eficiencia y flexibilidad, esa herramienta es la computadora asociada al manejo del software.

A la par de la evolución del hardware, también el software ha ido mejorando y minimizando los tiempos de ejecución. Inicialmente, las computadoras se programaban en código máquina (tiras de unos y ceros), dedicándose un computador a un solo usuario. El desarrollo del primer compilador de Fortran al principio de los años 60, junto con toda la teoría de lenguajes formales para producir software desarrollada en aquella época por Chomsky dio lugar al desarrollo de los lenguajes de alto nivel, siendo la tendencia actual el desarrollo de lenguajes de programación cercanos al lenguaje natural.

Sucede pues que el desarrollo de lenguajes y compiladores, originó que se empezaran a desarrollar herramientas computacionales que facilitaran la tarea de programar una aplicación determinada. A estas herramientas se les denominó depuradores, pues ayudaban al programador a mejorar un programa de los errores que pudiera tener y de esta forma lograr que fuera más eficaz. Posteriormente vino el desarrollo de la interfaz gráfica, con lo cual se mejoró notablemente el proceso de programar y depurar una aplicación. Este desarrollo de la interfaz gráfica ha permitido que muchas más personas se acerquen al mundo de la programación, ya que la principal característica de estos entornos es que son entornos agradables al usuario, permitiéndole desarrollar programas de una forma cómoda y eficaz.

Ahora bien, la utilización de recursos tanto de hardware como de software es mayor debido a la creciente demanda en diversas áreas de la ciencia. Las necesidades en cálculos cada día son mayores y por lo tanto el software se ha orientado en

resolver problemas de la cotidianidad en organizaciones y empresas para minimizar el uso del recurso humano, automatizar los procesos y aumentar la eficiencia.

En la actualidad las empresas, organizaciones o compañías han orientado su interés por los procesos automatizados. Dichos procesos ayudan a reducir la cantidad de horas-hombre invertidas para solucionar problemas así como también han mejorado la eficiencia en las actividades cotidianas de una organización. En la automatización de dichos procesos se evidencia el progreso tecnológico que han tenido las distintas ramas de la ingeniería. Aún más, la indiscutible obligatoriedad de avance a la par de cada una de las áreas de la ingeniería debido a su interrelación y la necesidad de resolver problemas inmersos en la interdisciplinariedad para obtener la solución más efectiva y eficiente.

Para dar respuesta a la rapidez en el avance de la automatización de las actividades de las organizaciones, el proceso de formación de los futuros profesionales debe orientarse a satisfacer las demandas que de ellos hacen las organizaciones, pues éste, el proceso de formación, debe nutrirse de los cambiantes métodos, modelos y herramientas tecnológicas que surgen cada día.

En una sociedad post-industrial se ha producido una transición económica, que reestructura la sociedad entera, entre una economía basada en la industria a otra basada en los servicios. Por lo tanto la configuración actual de la sociedad, que ha evolucionado a la Sociedad de la Información (ubicada cronológicamente en la postmodernidad), exige mayor preparación en el uso de las tecnologías. En este sentido, plantea López F. (1995), las estructuras piramidales que caracterizaban a la

sociedad moderna o época de la modernidad, están cambiando a una forma mucho más aplanada, reticular, en la cual juega un gran papel la nueva tecnología.

Si antes la industria y la generación en serie eran la clave del éxito en las sociedades, aunado al indiscutible cambio en los modelos educativos, hoy en día es necesario pensar nuevamente en la posición de la sociedad ante el inminente cambio y la respectiva transformación en los paradigmas educativos. No obstante, el punto de quiebre entre una sociedad y la otra es bastante difícil de establecer.

Sin embargo, comentan Hurtado, I y Toro, J. (2001), lo que sí se puede establecer claramente en los actuales momentos, es que la postmodernidad es la sociedad de la comunicación generalizada, en la cual existe posibilidad de tener múltiples alternativas cualitativas abiertas. Sumado a lo que plantea, Penrose, R. (s.f.) en su libro titulado: “La mente nueva del emperador”, en el cual destaca que; “Durante las últimas décadas, la tecnología de las computadoras electrónicas ha hecho enormes progresos. Y estoy seguro de que en las próximas décadas tendrán lugar nuevos progresos en velocidad, capacidad y diseño lógico”. (p.17).

De manera que, tratando de utilizar el progreso computacional de las últimas décadas, así como también el avance en el diseño y desarrollo de programas que aporten soluciones en el área de la ingeniería, con un alto sentido pedagógico, se estima necesario desarrollar un software para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, actualmente, se utilizan curvas de aproximación al momento de calcular las propiedades termodinámicas de sustancias puras, lo cual hace bastante difícil y poco práctica su obtención. Aunado a la cantidad de material en tablas con gráficas que el estudiante debe evaluar para obtener la respuesta.

No es menos cierto que el mayor obstáculo y resistencia a la hora de utilizar nuevos recursos en la enseñanza y aprendizaje de la termodinámica lo constituyen los estudiantes, debido a que en la mayoría de los casos, según Flores, S., y Otros, (2003), prefieren mantener el modelo tradicional de enseñanza, a través de “la transmisión de conocimientos en una sola vía, del instructor al alumno (...) donde se pone demasiado énfasis en ilustrar varios métodos matemáticos para calcular propiedades” (p.3). Además de la falta de recursos tecnológicos disponibles en la Facultad que les permita ir adaptando nuevas estrategias de enseñanza en el cálculo de las propiedades termodinámicas de sustancias puras.

Es usual que cuando se imparte la termodinámica tiene una orientación basado en el aspecto teórico y generalizando el práctico a problemas globales que no consideran las particularidades de interés en el uso de los equipos industriales y tecnologías de vanguardia, los cuales estarán a disposición de los futuros profesionales de la ingeniería. Esta situación, viene a sumarse como una nueva dificultad en el proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que los estudiantes difícilmente relacionan los aspectos teóricos y prácticos de su área de desarrollo profesional con los instrumentos y herramientas que consiguen en el campo laboral, más aún, la adecuación de los nuevos profesionales con tecnologías no utilizadas en su formación académica les ocasiona conflictos en un primer instante para adaptarse.

Es por ello, que la presente investigación, en busca de que el futuro profesional de la ingeniería se inserte en las nuevas tecnologías tanto en su proceso de formación como posteriormente en su desempeño profesional y logre sobreponerse a dificultades y adecuarse rápidamente a los cambios tecnológicos, propone el desarrollo de un material educativo computarizado como propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje, así como otros casos ya desarrollados en su mayoría basadas en herramientas tecnológicas tales como la construcción del LabVIEW, una herramienta virtual de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la termodinámica, realizado por Quiñones, C., y Otros, (2006), así como también el uso de hojas de cálculo que permiten seguir paso a paso el procedimiento de cálculo de un problema termodinámico, por Barragán, J. y Bazúa, E. (2004), los cuales han sido desarrollados para brindar ese acercamiento a nuevas estrategias metodológicas en el proceso de enseñanza y aprendizaje y reducen la aversión a cambios en el proceso de formación.

Es cierto que para realizar los diagramas de las propiedades termodinámicas se deben realizar aproximaciones, ajustes de curvas y una cantidad considerable de tareas en el área matemática y computacional, sin embargo dichas tareas se traducen en código y rutinas de computación que luego serán aplicables a una importante cantidad de sustancias puras; como afirma Cabero, J. (2002), “La automatización, es decir, la realización de actividades sin la intervención directa del hombre se está convirtiendo en una de las características más significativas de las máquinas, herramientas e instrumentos técnicos del siglo que viene”. (p. 3). Por tanto, en esta sociedad emergente surgen nuevas necesidades e intereses. Por una parte la necesidad de mantenerse informado y comunicado, la automatización de tareas comunes y repetitivas y diseños tecnológicos de avanzada.

Adicionalmente será un recurso de importante valía tanto en organizaciones y empresas, como también en el área de formación técnica, por ello es importante hacer énfasis tanto en el área didáctica como en la pedagógica.

De igual manera, Enred (2004), “Sociedad de la Información en el siglo XXI: un requisito para el desarrollo. Buenas prácticas y lecciones aprendidas”, aclara de manera precisa:

“por un lado, el convencimiento de que el desarrollo de la Sociedad de la Información, lejos de ser un fin en sí mismo, es un objetivo que tiene como razón de ser la mejora y el aumento de la calidad de vida del ciudadano. Por otro, que son muchas las acciones emprendidas en los últimos años orientadas a hacer llegar las ventajas del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, las TIC, a todas las regiones y ámbitos sociales, y que es necesario partir de estos ejercicios reales, de su mayor o menor fortuna, para aprender de la experiencia y seguir avanzando sobre bases sólidas”. (p.11).

Todo lo cual demanda el surgimiento de una ética comunicacional y la revisión de experiencias acertadas para no seguir arrastrando los fracasos de modelos ya experimentados y sin resultados positivos para el progreso educativo. Por tanto la educación, como componente esencial de la sociedad cambiante, exige, entonces, un cambio radical en sus métodos, técnicas y modelos pedagógicos. A la vez deja clara la necesidad de verificar las experiencias exitosas en los países que han integrado las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como medio y herramienta de

enseñanza en los procesos educativos y el uso de materiales educativos computarizados.

Más aún, de cara a los cambios exigidos por los sistemas educativos, es evidente la implementación total de procesos educativos computarizados en la mayoría de los centros educativos de países con desarrollos tecnológicos importantes, tales como; En Europa: Alemania, España, Francia, Inglaterra, Japón, Rusia, y en América: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, entre otros. Los cuales han respondido de forma satisfactoria a los procesos de cambios educativos planteados por la nueva sociedad. Por lo que es predecible la instauración de estructuras educativas similares en países menos desarrollados tecnológicamente, como es el caso de Venezuela.

Destaca Cabero, J. (2007) que los procesos tecnológicos vinculados a las TIC (elearning, software educativos, entre otros), se han convertido en una base clave de la competitividad en las Sociedades de la Información; básicamente por dos razones, la tecnología y el sector de las comunicaciones no se detienen en su crecimiento, y el valor de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos de producción contribuyendo a acelerar los procesos e involucrar la mayor cantidad de conocimiento posible. Todo ello aunado a que cada vez más se nos muestra la imposibilidad de lograr un conocimiento absolutamente cierto y demostrable.

Mantenerse al margen del uso de la tecnología y software con la amplia gama de oportunidades existentes en la actualidad, sería darle la espalda a los avances tecnológicos y menospreciar las oportunidades de avance y desarrollo que

proporciona el uso de materiales educativos computarizados por los futuros profesionales que forma las universidades venezolanas.

Estos cambios favorecen los roles y funciones que los profesores deben desempeñar en estos entornos tecnológicos de formación, en este sentido, algunos autores se inclinan hacia algunas propuestas.

Mason (1991), citado por Cabero, J. (2007), pronostica, ya al inicio de la década de los 90, que los profesores desempeñarían tres roles fundamentales:

- **Organización:** establecer la agenda para el desarrollo de la actividad formativa (objetivos, horarios, reglas de procedimientos...), teniendo que actuar como impulsor de la participación.
- **Social:** crear un ambiente social agradable para el aprendizaje, y por último,
- **Intelectual:** centrar las discusiones en los puntos cruciales, hacer preguntas y responder a las cuestiones de los estudiantes para animarles a elaborar y ampliar sus comentarios y aportaciones.

Entonces, ¿cuáles han sido las experiencias educativas universitarias con el uso de materiales educativos computarizados, en países que las hayan implementado en sus respectivos sistemas educativos, con el objetivo de aprender de las buenas prácticas e insertarlas en el proceso de formación de los futuros profesionales del país?.

Cabero, J. (2002) comenta que una de las características primordiales de la sociedad del futuro la constituirá la interactividad y por lo tanto en este contexto cultural, social y tecnológico, la universidad como instituto de formación de la sociedad, estará inmersa en cambios internos y externos propios del sistema educativo. Entre los cuales menciona la incorporación de las redes de comunicación y la necesidad de dominar nuevas habilidades instrumentales y tecnológicas. Al respecto Villar, L. y Cabero, J. (1997), agregan: “la universidad no puede ser una espectadora desapasionada de acontecimientos, sino un agente activo respecto de las necesidades y de su tiempo”. (p. 34).

¿Cuáles son las características de un material educativo computarizado que permitiría calcular las propiedades termodinámicas de sustancias puras?.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Desarrollar un material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras y su representación gráfica, mediante un programa en computadora.

Objetivos Específicos

1.- Diagnosticar las necesidades educativas en el cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

2.- Diseñar el material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

3.- Desarrollar el material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

4.- Evaluar el funcionamiento del material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

Justificación de la Investigación

En la actualidad los procesos computacionales son cada vez más complejos y requieren tanto del programador como del hardware, equipos que sean capaces de procesar un volumen considerable de datos y procedimientos. A continuación se presentan los propósitos que argumentan el desarrollo y proporcionan luces en la sustentación tanto práctica como teórica de la presente investigación.

Conveniencia

El resultado de esta investigación podría ser empleado en futuros trabajos de grado y centros de investigaciones que utilicen aplicaciones computacionales y matemáticas en las cuales se requieran evaluar diagramas de propiedades termodinámicas de sustancias puras para resolver problemas.

Adicionalmente se ha determinado que existe la necesidad en las asignaturas de Termodinámica I y II de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, ya que no tienen herramientas tecnológicas que permitan realizar el cálculo de las propiedades termodinámicas.

Implicaciones prácticas

La investigación básicamente aportará diagramas de propiedades termodinámicas en los estados de saturación de sustancias puras que permitirán ser utilizados en centros de investigaciones y de formación al momento de resolver problemas de aplicación de dichas sustancias.

Será de gran utilidad práctica para la formación de futuros ingenieros mecánicos porque les aportará una visión de los diversos diagramas de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras utilizando una herramienta tecnológica, ya que actualmente lo hacen a través de tablas ya elaboradas y herramientas tecnológicas que están en desuso con lo cual se estaría aportando un avance considerable en el uso de nuevas herramientas computacionales.

Utilidad metodológica

Los resultados de ésta investigación favorece a los investigadores en el área en virtud de establecer procedimientos y técnicas de desarrollo de diagramas de las propiedades termodinámicas en los estados de saturación de una sustancia pura utilizando un programa de computadora, las cuales pueden ser punto de referencia para mejorar futuros procesos de programación.

De igual forma se realizan los diagramas de las propiedades termodinámicas en los estados de saturación de una sustancia pura mediante un programa de computadora para mantener la metodología actual de programación que es empleada en dicha Escuela de la Facultad de Ingeniería, en la cual los estudiantes realizan programas utilizando dicho software.

Relevancia social

Los diagramas de las propiedades termodinámicas en los estados de saturación de una sustancia pura son utilizados tanto por estudiantes e investigadores como por empresas y organizaciones que trabajen con sustancias puras y mezclas para obtener variaciones en las propiedades de las sustancias sin tener que realizar complejos montajes.

Su importancia también radica en el aprendizaje que se obtendrá en los estudiantes con la implementación del mismo lo cual aumentará su dominio en el área así como el aprovechamiento de su estructura didáctica y pedagógica.

Los profesores perderán en los nuevos entornos su papel de transmisores, en exclusiva de información ya que estos nuevos medios de comunicación y los nuevos espacios de formación podrán una amplitud de datos a disposición de los estudiantes.

Todo esto significa que el profesor deje de ser uno de los ejes fundamentales en todo el proceso de transmisión de la información y de generación del conocimiento, por el contrario, los materiales educativos computacionales lo van a llevar a que desempeñe nuevas funciones relacionadas con la búsqueda de

información en la red, la adaptación de las necesidades generales de sus estudiantes, o a las necesidades y demandas concretas y específicas a medida que avanza el proceso de formación o el proceso de aprendizaje aumenta la complejidad.

Adicionalmente, los resultados de esta investigación pueden ser implementados en otras áreas de las ciencias para realizar investigaciones científicas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

El marco teórico permitirá realizar una revisión de los antecedentes relacionados con el presente trabajo de investigación, así como el soporte teórico para poder obtener el desarrollo computacional que se requiere.

La implementación o desarrollo de rutinas de programación que aporten soluciones a problemas en áreas específicas de ingeniería constituyen un reto y tema de interés tecnológico por la alta capacidad y diversidad al momento de focalizar el problema y aportar una solución. En este sentido, es importante realizar una revisión teórica que oriente el estudio de ésta área tecnológica.

Por tanto, la fundamentación teórica o marco teórico, comenta Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007:88): “supone mucho más que la exposición de teorías, es la disertación lógica de un investigador que justifica teóricamente la existencia de un problema, necesidad u objeto de análisis”.

Antecedentes

Fierro, E. y Otros, (2016), en su investigación titulada: **“Método de Contribución de Grupos: una Herramienta Fundamental en cursos Avanzados de Termodinámica y Física de Fluidos para la Estimación de Propiedades de Sustancias”**, este trabajo describe una propuesta didáctica realizada durante un

semestre en la asignatura de tópicos en física, de la malla curricular de la carrera de ciencias físicas de la Universidad de Concepción, donde se propone a los alumnos estudiar, analizar y estimar propiedades termodinámicas de sustancias.

Entre las conclusiones de los autores, afirman que se convierte en una herramienta útil en métodos de enseñanza como el Aprendizaje basado en problemas (ABP). Las tareas asignadas no se limitan a repeticiones de lo desarrollado en clases, sino que estimulan al estudiante a la búsqueda de información.

Esta herramienta convierte al docente en un guía, vinculándolo con el proceso de aprendizaje. La utilización de métodos de estimación de propiedades como el descrito en este trabajo, contribuye en la motivación e interés del estudiante por la asignatura y el trabajo colaborativo, así como también en aumentar la adquisición de conocimientos sobre planillas de cálculo, manejo de bases de datos, software educativos y conceptos de termodinámica, fisicoquímica y física de fluidos. Sobre esta base, se considera importante vincular con la presente investigación a los fines de acercar a los estudiantes con una herramienta tecnológica, en este caso con un material educativo computarizado, que teniendo al docente como guía, le permita articular los conocimientos adquiridos en las clases con la utilización del computador.

Concluyen los autores que por todas estas razones se propone la utilización del MCG como una herramienta fundamental para el desarrollo de tópicos afines con termodinámica y físico-química en pregrado y postgrado.

Méndez, G. (2017), en su Trabajo de Grado titulado: **“Desarrollo de un Software para Centrales Térmicas de Ciclo Rankine con Precalentadores Abiertos, Cerrados y Recalentamiento”**, expone el desarrollo e implementación de una aplicación informática para la simulación de circuitos termodinámicos de ciclo Rankine en diferentes configuraciones.

Las líneas de programación fueron desarrolladas en Visual Studio. Se inicia con un estudio bibliográfico relacionado con los ciclos termodinámicos de vapor en diferentes configuraciones y de las propiedades termodinámicas del agua usando la formulación recomendada por la Asociación Internacional IAPWS (The International Association for the Properties of Water and Steam).

Se identifican las ecuaciones de gobierno, las variables y los parámetros de funcionamiento en una determinada configuración del circuito termodinámico; esto permite de modo particular la obtención de arreglos matemáticos de los parámetros que participan y de los requerimientos de información para resolver dicho arreglo. Adicionalmente se obtiene un reporte con los valores de las propiedades termodinámicas de estado y la eficiencia térmica del ciclo. Esta aplicación desarrollada se puede utilizar como una herramienta versátil y muy útil para la resolución de problemas de ciclos de potencia Rankine. En la simulación de circuitos termodinámicos y comparando los resultados obtenidos guardan concordancia con sus similares desde otra metodología, lo que demuestra la versatilidad de la aplicación desarrollada.

Esta investigación aporta material bibliográfico de suma importancia ya que está asociado con ciclos termodinámicos y propiedades termodinámicas de algunas

sustancias, lo cual orienta al momento de comprender las ecuaciones y modelos matemáticos objeto de la presente investigación.

Así mismo, existen investigaciones que orientan acerca del uso de herramientas tecnológicas y software para apoyar las actividades educativas. Dichas investigaciones formulan estrategias pedagógicas y didácticas que enriquecen las investigaciones y nuevas herramientas computacionales. En este orden, Rúa, E. y Otros (2014), en su investigación titulada: **“Aprendizaje interactivo de termodinámica de fluidos apoyado en las tecnologías de la información y comunicación”**, tienen como objetivo general diseñar un modelo de aprendizaje interactivo de la termodinámica de fluidos apoyado en un software educativo y en las Tecnologías de la Comunicación e Información (TIC) e implementarlo a futuro en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD y otras universidades.

Con el fin de mejorar la metodología de enseñanza actual los autores buscan aplicar un modelo de aprendizaje significativo de la termodinámica donde el estudiante relacione la información nueva con la de conocimientos previos que tiene, buscando aplicar las TIC como apoyo a través del software educativo Termograf donde el estudiante interactúa desde cualquier computador con acceso a internet.

Esta investigación permite obtener una guía de desarrollo del material educativo computarizado, de la fundamentación teórica y metodológica así como también verificar y evaluar las opciones de visualización que se le otorgan al usuario. Además aporta una visión en el abordaje del software educativo y hace una acertada integración entre el modelo de enseñanza y aprendizaje y el paradigma tecnológico.

Lo cual sirve de orientación en el desarrollo del material educativo computarizado que se propondrá en la presente investigación.

Bases Teóricas

La sustentación teórica de una investigación, constituye para el investigador la columna vertebral debido a que crea los cimientos de cualquier análisis posterior. En palabras de Kerlinger, F. (1973:9): “una teoría es un conjunto de constructos (conceptos), definiciones y proposiciones relacionadas entre sí, que presentan un punto de vista sistemático de fenómenos especificando relaciones entre variables, con el objeto de explicar y predecir los fenómenos”.

Como teorías fundamentales que sustentan la presente investigación es importante realizar una evaluación bibliográfica acerca de sustancias puras, propiedades termodinámicas y sistemas termodinámicos, así como también la fundamentación en la teoría del aprendizaje a utilizar, la teoría instruccional de diseño de materiales educativos computarizados, el paradigma y la plataforma computacional.

a) Fundamentos de Termodinámica

Hill, J., y D., Kolb, (1999:15), nos comentan que: “La materia se puede clasificar también en sustancias puras y mezclas. Las sustancias puras tienen composición definida o fija”. Para apoyar esta definición y ampliarla a los fines de la presente investigación, Kurt, R. (2006:140) afirma que las sustancias puras “son sustancias uniformes en su composición química, y estables, por lo que no cambian

mientras permanezcan en el estado en el cual se observan”. “Las sustancias puras son sustancias que están en una fase determinada”.

Es posible determinar las propiedades termodinámicas de las sustancias puras con ciertas ecuaciones pero estas son complejas y además se emplea mucho tiempo para obtener su solución, por lo cual para resolver de una manera más fácil y emplear menor tiempo se usan las tablas donde encuentras: temperatura, presión, volumen específico, energía interna y entalpia. Moran, M. y H. Shapiro, (2004:85), argumentan que: “El estado termodinámico de un sistema cerrado en equilibrio queda definido como tal mediante los valores de sus propiedades termodinámicas”.

El estado termodinámico es una condición del sistema definida por aquellas propiedades fundamentales del sistema. Normalmente se identifica por intermedio de propiedades macroscópicas observables, tales como la temperatura y la presión.

Una sustancia pura es aquella que tiene una composición química homogénea e invariable. Puede existir en más de una fase, pero su composición química es la misma en todas las fases. Las sustancias puras están formadas por uno o varios componentes que presentan un aspecto homogéneo. Si solo existe un componente, de manera exclusiva, son los llamados elementos químicos (carbono, oro, calcio, azufre, etc.), y si en cambio existen varios componentes, son los llamados compuestos químicos. Por ejemplo, el agua es una sustancia pura, no obstante está formada por dos elementos: hidrógeno y oxígeno. En cambio, el diamante está compuesto exclusivamente de un elemento: carbono. Si bien estrictamente el aire no es una sustancia pura, se puede considerar como tal mientras no cambie de estado.

Las moléculas de las sustancias están sometidas a dos tendencias opuestas:

- **La energía cinética de traslación** que poseen las moléculas que tienden a separarlas, depende directamente de la temperatura. A mayor temperatura mayor energía cinética de traslación.

- **La energía potencial de atracción** que tienden a reunir las, depende de la intensidad de las fuerzas de atracción entre las moléculas y de la proximidad entre ellas.

Dependiendo de la fuerza dominante las sustancias las encontraremos en estado sólido, líquido, gaseoso o coexistiendo en varias fases.

Las propiedades de las sustancias son todas sus características evaluables, cuyo valor dependa de las condiciones a las que estén sometidas.

Las propiedades pueden dividirse en dos tipos generales:

- **Propiedades Intensivas.** Son aquellas propiedades independientes de la masa del sistema.

Presión.

Temperatura.

Densidad.

Energía Interna Específica.

Cualquier propiedad por unidad de masa.

- **Propiedades Extensivas.** Son aquellas propiedades cuyo valor varía directamente con la masa del sistema.

Masa.

Volumen.

Energía Interna.

Los diagramas de propiedades termodinámicas se basan en tablas de valores que se usan para construir gráficas bidimensionales y tridimensionales. Los diagramas tienen una exactitud limitada por la calidad gráfica de la reproducción y por el tamaño, de modo que cuando se quiere obtener una exactitud mayor se recurre directamente a las tablas.

En la actualidad se cuenta con datos generalmente considerados como fidedignos de una cantidad considerable de sustancias. Al menos se encuentran tablas de propiedades de las sustancias más comunes: agua, aire, vapor, amoníaco, dióxido de carbono, algunas sustancias orgánicas, refrigerantes comunes y los hidrocarburos más simples. Las tablas de propiedades termodinámicas sirven para determinar los valores de las variables de estado que corresponden a ciertas condiciones de un sistema que nos interesa por alguna razón.

El comportamiento de una sustancia pura resulta muy complejo debido a la variabilidad de sus propiedades con los cambios de estado. La ecuación que relaciona la presión (P), la temperatura (T) y el volumen específico molar (v) será de la forma:

$$f(T, P, v) = 0 \quad (1)$$

La representación gráfica de esta ecuación dependiente de tres variables en el espacio, da como resultado una superficie, que recibe el nombre de superficie P-v-T del sistema y que se muestra a continuación. Ver Figura 1.

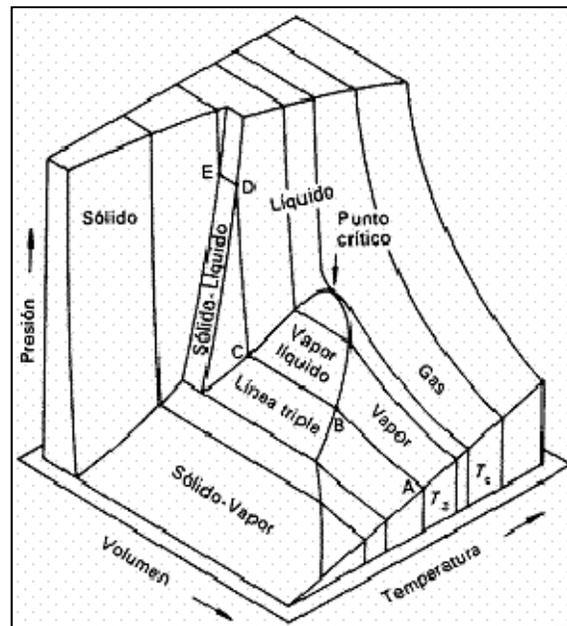


Figura 1: Superficie P-v-T. FUENTE: Moran, M. y H. Shapiro (2004)

Las sustancias existen en diferentes fases, a temperatura y presión ambiente el cobre, hierro, plástico, oro es sólido, el aire, el nitrógeno es gaseoso, el agua, el mercurio es líquido. Una sustancia puede tener varias fases con estructuras moleculares diferentes, por ejemplo el carbono puede existir como grafito o diamante en fase sólida. El hielo puede existir con siete fases sólidas diferentes.

Una fase se identifica como un arreglo molecular distinto, homogéneo en su totalidad y separado de las demás fases por medio de superficies identificables. Por ejemplo el agua y el hielo, estas son fácilmente identificables. A nivel molecular, los

enlaces moleculares del estado sólido son más fuertes que el estado líquido y este que el estado gaseoso. En las moléculas del sólido existen pequeñas distancias intermoleculares, las fuerzas de atracción entre las moléculas son grandes y las mantienen fijas dentro del sólido. En las moléculas del líquido es similar al estado sólido únicamente que las moléculas ya no mantienen posiciones fijas entre si y pueden rotar y trasladarse libremente. En un líquido las fuerzas intermoleculares son más débiles con relación a un sólido, pero son fuertes en comparación con los gases.

En la fase gaseosa las moléculas están bastante apartadas unas de otras y no hay un orden molecular. Las moléculas del gas se mueven al azar, en continuo choque entre sí y con las paredes del recipiente que las contienen. Las fuerzas moleculares son muy pequeñas, en particular en bajas densidades, y las colisiones son la única interacción entre las moléculas. Las moléculas en estado gaseoso tienen un nivel de energía bastante mayor que en la fase líquida o sólida, o sea que el gas debe liberar una gran cantidad de energía antes de que pueda congelarse o condensarse.

Una sustancia pura puede existir en diferentes fases dependiendo del proceso, por ejemplo en la caldera existe agua líquida y vapor; un refrigerante en un condensador evaporativo existe inicialmente como vapor, luego como líquido.

Una propiedad de estado o propiedad de punto de una sustancia, es aquella que dado un estado tiene solamente un valor definido, y tendrá siempre el mismo valor para el estado dado, sin importar como se haya alcanzado ese estado. Entre las propiedades de estado se tienen:

- Volumen específico (v)

- Energía interna específica (u)
- Entalpía específica (h)
- Entropía específica (s)

Volumen específico (v)

Es el espacio que ocupa la unidad de masa de una sustancia; se mide en metros cúbicos por kilogramo (m³ /kg). Se obtiene como:

$$v = \frac{V}{m} \quad (2)$$

Energía interna específica (U)

Es una función de estado porque únicamente depende del estado en que se encuentre el sistema sin depender del proceso mediante el cual el sistema ha llegado a ese estado. Está relacionada con los constituyentes del sistema y es la suma de la energía cinética debido al movimiento de traslación de las moléculas, la energía cinética debida a la rotación de las moléculas, la energía cinética debida a la vibración de los átomos pertenecientes a la molécula y la energía potencial debida a las fuerzas intermoleculares.

Esto es:

$$U = EC_T + EC_R + EC_V + EC_{IM} \quad (3)$$

Como variables de estado para definir la energía que posee un sistema en virtud de sus energías moleculares, atómicas y subatómicas, se suelen usar la temperatura y el volumen específico:

$$U = f(T, v) \quad (4)$$

El cambio en energía interna se puede expresar como:

$$dU = C_v dT \quad (5)$$

De (5), se tiene que C_v se conoce como capacidad calorífica (calor específico) a volumen constante.

Entalpía específica (H)

La entalpía se define como la combinación de dos variables que aparecen con mucha frecuencia en el balance de energía:

$$H = U + Pv \quad (6)$$

Donde P es la presión y v es el volumen específico.

La entalpía se considera función de la temperatura y la presión:

$$H = f(T, P) \quad (7)$$

Entropía específica (S)

Es una función de estado, una propiedad extensiva, se calcula a partir del calor intercambiado en un proceso.

$$S = f(Q, T) \quad (8)$$

Para un proceso reversible cuasiestático entre dos estados de equilibrio, si dQ es el calor absorbido o liberado por el sistema durante algún intervalo pequeño de la trayectoria, el cambio de entropía, dS , entre dos estados de equilibrio está dado por el calor transferido, dQ , dividido entre la temperatura absoluta T del sistema, en ese intervalo.

Esto es:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad (9)$$

La trayectoria de estados por la que pasa la materia se llama proceso. Proceso Isotérmico es el que se realiza a temperatura constante. Proceso Isobárico es el que se realiza a presión constante. Proceso Isométrico (isocónico) es el que se realiza a volumen constante.

Un ciclo termodinámico es un conjunto de procesos que secuencialmente retorna la sustancia de trabajo a sus condiciones iniciales. Cuando un sistema partiendo de un estado inicial pasa a través varios estados y regresa finalmente al mismo estado inicial se dice que sea ha efectuado un ciclo.

En termodinámica se entiende por equilibrio un estado en el cual no hay cambios ni tendencia a que se verifique algún cambio a escala macroscópica. Para que exista una tendencia al cambio es necesaria la presencia de una fuerza impulsora. Que se produzca el cambio dependerá de la fuerza impulsora y de la resistencia al cambio que se tenga.

Fuerzas impulsoras:

- Fuerzas mecánicas que tiende a provocar la transferencia de energía como trabajo.
- Diferencias de temperatura que tienden a provocar flujos de calor.
- Los potenciales químicos que tienden a provocar que las sustancias reaccionen químicamente o que sean transferido de una fase a otra.

Un sistema está en equilibrio térmico si la temperatura es la misma en todo el sistema. Un sistema está en equilibrio mecánico si la presión es la misma en cualquier punto del sistema con el tiempo. La variación de la presión dentro de los sistemas como resultado de la gravedad, generalmente es pequeña y suele despreciarse en el análisis termodinámico. Un sistema constituido por dos fases, se encuentra en equilibrio de fases cuando la masa de cada fase alcanza un nivel y permanece ahí. Un sistema se encuentra en equilibrio químico si su composición química no cambia con el tiempo, no hay reacción química.

Resulta obvio que para determinar el estado del sistema sin ninguna posibilidad de duda se necesitan dos valores de propiedades de estado. Por lo común se conoce alguno de los valores de las propiedades P-V-T, generalmente la presión o la temperatura, que son las propiedades más fáciles de medir. Con menor frecuencia

puede que se conozca alguna de ellas y otra propiedad de estado como la entalpía, la entropía o el volumen específico, o se sabe que el estado corresponde a la condición de líquido o de vapor saturado. Es decir, en este último caso el punto que representa al estado del sistema se encuentra sobre la curva de líquido saturado o sobre la curva de vapor saturado. En las tablas de propiedades normalmente se suele dar una tabla para los valores de la sustancia saturada y otra por separado para los valores de la sustancia sobrecalentada.

Para comprender de forma completa el comportamiento de las sustancias puras es necesario tener en cuenta los diagramas de propiedades. Estos diagramas son tres: el diagrama Temperatura vs. Volumen específico (T-v), (Ver Figura 2), el diagrama Presión vs. Volumen específico (P-v), (Ver Figura 3), y el diagrama Presión vs. Temperatura (P-T), (Ver Figura 4). Estos diagramas son extraídos de las proyecciones sobre los planos que determinan los ejes de las llamadas superficies P-v-T.

Diagramas de Propiedades

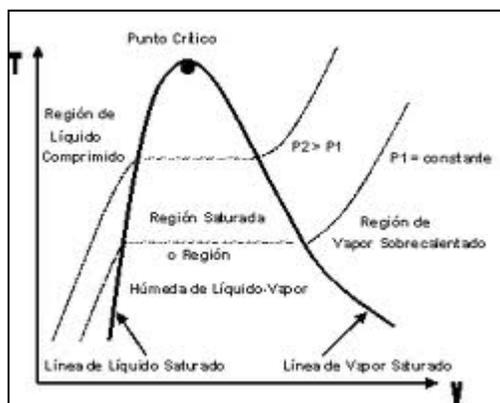


Figura 2: Diagrama Temperatura vs. Volumen específico (T-v). FUENTE: Moran, M. y H. Shapiro (2004)

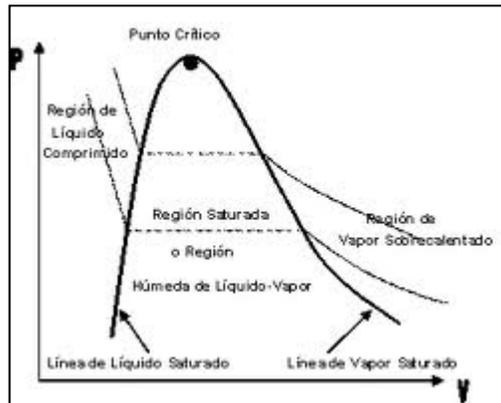


Figura 3: Diagrama Presión vs. Volumen específico (P-v). FUENTE: Moran, M. y H. Shapiro (2004)

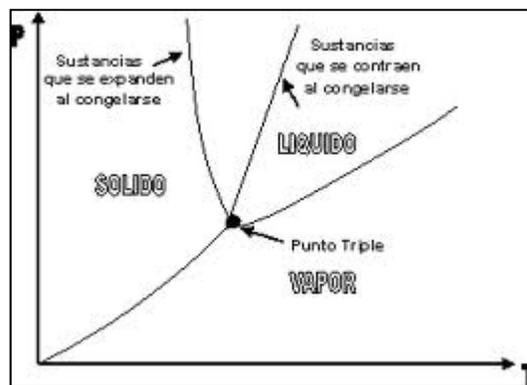


Figura 4: Diagrama Presión vs. Temperatura (P-T). FUENTE: Moran, M. y H. Shapiro (2004)

En la curva de vaporización coexisten en equilibrio las fases líquida y vapor. Igualmente, en la curva de fusión coexisten en equilibrio las fases sólidas y líquidas, y en la curva de sublimación coexisten en equilibrio las fases sólida y vapor.

El punto crítico (P_c y T_c) representan la mayor T y P para las que una especie química pura puede existir en equilibrio líquido-vapor. Sobre estas condiciones no es

posible diferenciar entre propiedades del gas o del líquido, por lo que se habla de fluido. En el punto triple coexisten en equilibrio las tres fases.

La temperatura a la cual se efectúa la vaporización a una presión dada se llama temperatura de saturación (o temperatura de ebullición), y es única para esa presión. La presión a la que ocurre este cambio físico de la materia para una temperatura dada se llama presión de saturación.

Es muy improbable que se tenga como dato una propiedad de estado que coincida exactamente con un valor de la tabla. Por ejemplo, si se tiene tabla de vapor con entrada por presiones y se necesita encontrar alguna propiedad y el estado que le corresponde a la presión de 35 Kpa del agua, es probable que no encuentre esa presión en la tabla. Habrá dos entradas, que corresponden a un valor por encima y a otro por debajo de la presión que tenemos. En ese caso no queda otra solución que interpolar entre esos dos valores.

Los sistemas termodinámicos son generalmente clasificados en ideales, aproximadamente ideales o semi-ideales y no ideales. Los sistemas semi-ideales son aquellos en los que pueden tener éxito los modelos ideales (que pertenecen a sistemas teóricos que no existen en la realidad), tales como la ley de gases ideales, la ley de Henry, la ley de Dalton y otras por el estilo. En estos modelos simples no se toman en cuenta las interacciones entre partículas.

Los sistemas no ideales se apartan fuertemente en su comportamiento del que describen los modelos ideales simples y solo se pueden describir mediante métodos

de estimación de propiedades termodinámicas que toman en cuenta las interacciones entre partículas, como ser los efectos asociativos, el momento dipolar y otros que limitan la libertad de acción de las moléculas o condicionan en determinadas direcciones dicha libertad.

Muchos sistemas no ideales se comportan de tal modo como consecuencia de su estructura química. La presencia de grupos fuertemente polares en sus moléculas, el gran tamaño de las mismas, su geometría y la posibilidad de ionizarse o asociarse entre sí hace que muchos sistemas tengan un comportamiento no ideal en cualquier condición física, es decir, para cualquier combinación posible de variables de estado en las que pueda existir el sistema como tal.

Otros sistemas no se apartan o solo se apartan poco del comportamiento ideal en determinadas condiciones, pero cuando se cambia el estado del sistema modificando sustancialmente los valores de sus variables de estado comienzan a comportarse de modo progresivamente menos ideal para terminar siendo no ideales en condiciones extremas.

Este comportamiento influye directamente sobre los métodos apropiados para la estimación de las propiedades de la mezcla. Por ejemplo, las moléculas de simetría esférica como el CH_4 se pueden describir bien mediante una ecuación de estado basada en dos parámetros. Las moléculas no esféricas y las moléculas débilmente polares también se pueden describir mediante una ecuación de dos parámetros, pero las desviaciones del comportamiento real con respecto al que predicen las ecuaciones son lo suficientemente grandes en las zonas de interés práctico como para justificar el uso de un tercer parámetro, tal como el factor acéntrico.

b) Teoría de Aprendizaje de Gagné

Los fundamentos de la teoría de Gagné, servirán de sustentación teórica educativa, en dicha teoría se ubican elementos básicos que constituyen el aprendizaje, Gagné, R. (1979), para lograr ciertos resultados de aprendizaje es preciso conocer las condiciones internas que va a intervenir en el proceso y las condiciones externas que van a favorecer un aprendizaje óptimo.

Condiciones Internas. Gagné se basa en las teorías del procesamiento de la información para introducir su teoría del aprendizaje y explicar las diferentes condiciones internas que intervienen en él. Las condiciones internas del sujeto según Gagné son:

Fase de Motivación: La motivación es una fase preparatoria. El sujeto debe de estar motivado para conseguir un cierto objetivo.

Fase de Comprensión: Cuando ya existe una motivación, el individuo debe recibir algún estímulo que pueda ser codificado y guardado en su memoria. Es preciso que se active la atención mediante un estímulo externo y que ésta se mantenga durante un cierto tiempo.

Fase de Adquisición: Una vez percibido el estímulo se entra en la fase de adquisición, durante la cual el individuo reconstruye la información recibida para almacenarla en la memoria.

Fase de Retención: En esta fase, la información anteriormente codificada, llega al almacén de la memoria a largo plazo donde será organizada para poder ser recuperada.

Fase de Recuerdo: Cuando la información es retenida en la memoria a largo plazo hemos de comprobar que puede ser recuperada cuando la necesitemos.

Fase de Generalización: Uno de los objetivos más importantes del aprendizaje es la transferencia y la generalización, que consiste en aplicar los conocimientos aprendidos y recordados a nuevas situaciones.

Fase de Ejecución: En un proceso de aprendizaje la única fase que puede ser observada es la de la actuación, en la que el sujeto ejecuta una respuesta.

Fase de Realimentación: En este proceso el profesor puede comprobar que el alumno ha adquirido cierto conocimiento o habilidad, pero es más importante que lo perciba el propio alumno.

Condiciones Externas. Los diferentes procesos internos que tienen lugar durante un proceso de aprendizaje se ven necesariamente afectados por condiciones externas al individuo. Las condiciones externas son definidas por Gagné como aquellos eventos de la instrucción, externos al individuo, que permiten que se produzca un proceso de aprendizaje. Estas condiciones pueden entenderse como la acción que ejerce el medio sobre el sujeto. La finalidad del diseño instructivo se

encuentra en intentar que estas condiciones externas sean los más favorables posibles a la situación de aprendizaje.

c) Material Educativo Computarizado

Los materiales educativos computarizados y las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) van de la mano, el término TIC, según lo expresan Ramilo, C. y Villanueva P. (2001), comprende las innovaciones tecnológicas y la relación existente entre la información y la comunicación que está convirtiendo al mundo en sociedades de información y conocimiento. Lo cual se debe al desarrollo vertiginoso de dichas tecnologías, la línea que separa a la información de la comunicación y de los diversos tipos de medios tiende a difuminarse.

Comentan que la acelerada aproximación entre las telecomunicaciones, las transmisiones multimedia y los materiales educativos computarizados son la fuerza propulsora la cual origina numerosos cambios en la vida del hombre, como por ejemplo: la divulgación del conocimiento, la interacción social, las prácticas económicas y de negocios, los compromisos políticos, los medios, la educación, el esparcimiento y el entretenimiento. Internet con su capacidad de proyectar múltiples medios en el ciberespacio, constituye la expresión más compleja de estos desarrollos tecnológicos, además, como afirma Vélaz (2003), en el nuevo marco educativo que se dispone, considera por demás, que los materiales formativos en el componente virtual de la educación deben tener una serie de características con el objeto de que sean didácticos.

Los nuevos roles, según Cabero, J. (2007), que debe desempeñar el profesor en entornos tecnológicos a partir de las ideas de los autores las resume de la siguiente manera:

- Consultor de información/facilitador del aprendizaje.
- Diseñadores de situaciones mediadas de aprendizaje.
- Moderador y tutores virtuales.
- Evaluadores continuos.
- Orientadores.

Los materiales educativos computarizados y el uso de la tecnología, comenta Cabero, J. y Otros (2008), independientemente de su potencial instrumental, son solamente medios y recursos didácticos, movilizados por el profesor cuando les puedan resolver un problema comunicativo o le ayuden a crear un entorno diferente y propicio para el aprendizaje. No son por tanto la panacea que van a resolver los problemas educativos, es más, algunas veces incluso los aumentan.

Para la creación de materiales educativos computarizados, según Cabero (2008, citando a Prendes 2003,11) necesita los siguientes puntos iniciales:

- Conocer el contenido, saber cómo estructurarlo, organizarlo y cómo presentarlo.
- Conocer bien la audiencia.
- Definir la metodología de uso.
- Mantener el interés del usuario.
- Personalizar el uso del material. Facilitar modos de elaborar el conocimiento de forma individualizada y crítica.

- Ofrecer el control al usuario y definir los grados de interactividad.
- Hacer un diseño simple... pero no simplista. Ha de propiciarse la presentación multimedia de los contenidos que favorezca el procesamiento de la información así como la comprensión y la memorización, pero con cuidado de no caer en el abuso y los artificios que redundan en la estética, no en la riqueza de la información.
- Herramientas que ayuden al alumno a orientarse en la navegación. Los mecanismos de navegación han de ser lo más intuitivos posible y pasar desapercibidos, lo importante son los contenidos.
- Recursos de ayuda complementarios a los contenidos. Con ellos además ha de promoverse la implementación de distintas estrategias y capacidades.
- Como regla básica, los criterios pedagógicos han de primar sobre los aspectos técnicos o estéticos.

En trabajos adicionales como en, Cabero y otros (2002) hablan de ya haber realizado también propuestas para la virtualización de los contenidos, donde tras hacer hincapié en la necesidad de buscar estructuras específicas que se adaptaran a las potencialidades de la red: interactividad, hipertextualidad, entre otras, se señalaban algunos aspectos que se podían contemplar, tales como:

- Más información no significa más aprendizaje.
- Ideas generales: actualidad, relevancia, pertinencia científica, transferencia a diferentes situaciones de aprendizaje.
- Navegación libre.
- Que ofrezcan diferentes perspectivas.
- Presentación de materiales no completos.
- Utilización de mapas conceptuales.
- Dificultad progresiva.
- Realizar materiales con una estructura hipertextual.

- Significación de los estudios de caso.

Igualmente, la interacción del alumno con el sistema, las actividades que realice en el mismo, y otro cúmulo de variables, va a depender de la metodología, diseño y estrategia que se aplique.

Diferentes estudios realizados en los últimos años han puesto de manifiesto la diversidad de técnicas y estrategias que pueden mobilizarse en estas situaciones de formación, que van desde la utilizadas para el trabajo individual con los materiales de estudio (estrategias para la recuperación de información, trabajos con recursos de la red, contratos de aprendizajes, trabajo autónomo con materiales interactivos, entre otros), hasta las que se refieren a la enseñanza en grupo centradas en la presentación de la información (exposición didáctica, preguntas al grupos, simposio, mesa redonda o panel), y las puestas en acción para el aprendizaje colaborativo (estudios de casos, trabajo en pareja, pequeños grupos de discusión, grupos de investigación).

Otros Aspectos Generales a Considerar:

- El papel del currículum.
- Las actitudes que los alumnos tengan hacia el medio.
- El contexto instruccional, psicológico y físico.
- Las posibilidades de intervención sobre el medio por profesores y alumnos.
- Reflexionar sobre el acto didáctico en el que se utilizarán y la metodología que se aplicará sobre el mismo.
- Diferentes tipos de materiales multimediatelemáticos.
- Nivel de calidad técnica y versatilidad.

El diseño de materiales Multimedia y Telemáticos de Enseñanza:

Cabero (2002) menciona algunos principios a contemplar para el diseño y desarrollo de materiales de formación multimedia con posibilidad de ser soportados en la red:

Cuanto menos más.

Señala primordialmente que más información no significa más aprendizaje ni comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes, el aprendizaje vendrá a partir de la actividad cognitiva que realice el estudiante con la información, la estructura didáctica en la cual lo insertemos y las demandas cognitivas que se le reclamen que haga con el material.

Lo técnico supeditado a lo didáctico.

Busca que no se introduzcan excesivos virtuosismos que lleven al estudiante a distraerse de la información clave y significativa y a perderse en los detalles insignificantes, así como la incorporación de demasiados elementos repercutan en una presentación más lenta de la información con la consabida demora, afectando directamente en el aumento del aburrimiento y el desinterés por parte del receptor.

Legibilidad contra irritabilidad.

Siendo la facilidad con que se capta y percibe la información por el usuario lo más importante en medios formativos, la cual estará determinada por una suma de factores tales como:

- a.- El tamaño de la letra.
- b.- La distribución de los diferentes elementos en la pantalla.
- c.- Los colores utilizados.
- d.- El tamaño de la página, etc.
- e.- Evitar el aburrimiento. Se puede evitar con unos contenidos de calidad y un diseño instruccional imaginativo y dinámico.

Algunos elementos comunes a utilizar en la creación y planificación de materiales formativos multimedia a utilizar en la red:

- a.- La presentación o introducción.
- b.- Los objetivos.
- c.- Los contenidos.
- d.- Mapa conceptual.
- e.- Las actividades, como las siguientes:
 - e.1.- Proyectos de trabajo. Que se aborde un tópico de interés para el estudiante (se le pueden plantear varias opciones y que escoja o bien puede ser él mismo quien ofrezca alternativas). Que permita la aplicación de los aprendizajes derivados de la acción formativa de forma integrada.
- f.- Visitas a sitios web donde imperen las siguientes:
 - f.1.- Facilidad de acceso a la información.
 - f.2.- Aspectos técnicos.
 - f.3.- Resultados de aprendizaje.
 - f.4.- Presentación de la información.
 - f.5.- Aspectos Multimedia.
 - f.6.- Aspectos de Diseño.
 - f.7.- Autenticidad.
 - f.8.- Navegación.

f.9.- Conexiones.

f.10.- Análisis y reflexión de la información presentada.

f.11.- Realización de ejemplos presentados.

f.12.- Análisis de imágenes.

f.13.- Estudio de casos.

f.14.- Resolución de problemas.

f.15.- Lecturas de documentos.

f.16.- Referencias y recursos de ampliación.

g.- La autoevaluación, contemplando: Una breve introducción que ayude a los estudiantes a comprender la finalidad y el uso que debe hacer de la autoevaluación.

h.- La autocorrección, que se hace al momento de realizar cada actividad debe ofrecer una valoración conjunta tanto de proceso como de resultado.

i.- Indicar al estudiante en qué aspectos debe evaluarse. Establecer los criterios o estándares con los cuales comparar los resultados obtenidos.

j.- Evitar reducir el proceso de autoevaluación a ponerse una calificación. No necesariamente cuando un alumno se pone una calificación reflexiona sobre el proceso y los resultados.

k.- Evitar que el alumno se evalúe solo, fomentando la coevaluación y heteroevaluación.

Es una visión menos cercana a la ingeniería pero más pedagógica y se enfoca en el contenido y en el diseño de nuevas estrategias instruccionales, lo que permite estar en plena concordancia con su postura de que lo que importa es la estrategia que use el docente y no en el medio en sí, que sólo debe ser considerado como un recurso, es decir verdaderamente un medio y no un fin, apartando la visión de la aparatología y de la simple digitalización de materiales y recursos.

Así mismo Cabero (2002) menciona la ya existencia de enormes cantidades de materiales y recursos disponibles en la web para usos didácticos, y que deberíamos convertirnos en evaluadores y seleccionadores de los recursos más adecuados a los contextos y población para los cuales buscamos mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

d) Aspectos Computacionales del Material Educativo Computarizado.

El desarrollo del material educativo computarizado, se realiza bajo un lenguaje de amplio conocimiento y manejo de los estudiantes, como lo es Visual Basic. Es uno de los lenguajes de uso más extendido, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos, además de que permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows, dado que tiene acceso prácticamente total a la API de Windows, incluidas librerías actuales.

Ciertamente habría una restricción en el uso del lenguaje de programación, ya que no se posee licencia. Pero consideremos la amplia distribución de los paquetes de Microsoft en nuestro país y revisemos la posesión de licencia que se tiene. En cuanto a la restricción de que sea de código abierto o no, se tiene que el paquete de desarrollo de Visual Basic, efectivamente no es de código abierto. No se puede modificar ni tener acceso total a modificar las librerías, pero los productos que se obtienen, los desarrollos computacionales, son de código abierto en cuanto se tiene acceso a su código fuente para revisar, modificar o cambiar.

Otra pregunta importante acerca del lenguaje de programación sería, ¿es de distribución gratuita?. Pues actualmente hasta Microsoft ofrece la descarga gratuita

del paquete de instalación que comprende soporte para empaquetado y distribución; es decir, permite generar un módulo instalador que contiene al programa ejecutable y las bibliotecas DLL necesarias para su ejecución. Con ese módulo la aplicación desarrollada se distribuye y puede ser instalada en cualquier equipo (que tenga un sistema operativo compatible).

Otro aspecto a considerar es la conveniencia de utilizar una versión de Visual Basic 2010 con respecto a otras versiones más actuales o incluso a otros lenguajes utilizados en la actualidad. Acerca de esto, se sabe que el software antiespía ofrecido por Microsoft, fue codificado en Visual Basic 6.0, más aún, la protección que ofrece a través de su popular Windows Defender, fue reescrito en código C++.

La aplicación que se utiliza tiene un lenguaje propio y de alto nivel, debido a las expectativas básicas que debe cubrir, como cálculos de ingeniería, además de poder graficar datos y resultados, ya que en ingeniería, son la mejor forma de verificar los cálculos.

d.1) Paradigma de Programación

Es un lenguaje funcional y no orientado a objetos; es un lenguaje de programación dirigido por eventos, además es posible usar el propio entorno integrado para diseñar una interfaz de usuario, con menús y cuadros de diálogos sencillos.

Aunque Visual Basic es de propósito general, también provee facilidades para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos usando Data Access Objects, Remote Data Objects o ActiveX Data Objects. Visual Basic contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que integra editor de textos para edición del código fuente, un depurador, un compilador (y enlazador) y un editor de interfaces gráficas o GUI.

d.2) Plataforma Tecnológica

El entorno de desarrollo es muy similar al de otros lenguajes. Es necesario un lenguaje multiplataforma ya que debe ser posible ejecutarlo en cualquiera de las opciones que dispongan tanto estudiantes como profesores en un momento dado. Aunado a ello se consideró oportuno alojar el código en la plataforma GitHub, la cual es una plataforma de desarrollo colaborativo de software para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git.

El control de versiones es un sistema que registra los cambios realizados sobre un archivo o conjunto de archivos a lo largo del tiempo, de modo que puedas recuperar versiones específicas más adelante. Esto se hizo con la finalidad de enriquecer el código realizado y que se pueda mejorar o ampliar las prestaciones del mismo, pero tener acceso y control de las mejoras o ajustes realizadas por los usuarios de la plataforma.

d.3) Teoría de Desarrollo de Software

Se utilizó el Paradigma de Desarrollo Ágil, ya que es un paradigma de las Metodologías de Desarrollo basado en procesos ágiles. Estos intentan evitar los tediosos caminos de las metodologías tradicionales enfocándose en las personas y los resultados. Usa un enfoque basado en el Valor para construir software, colaborando con el cliente e incorporando los cambios continuamente.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

El desarrollo del aspecto o fundamentación metodológica, comprende una de las secciones en las cuales se describen los procesos o pasos inherentes a la investigación, es decir la metodología a utilizar en el desarrollo del trabajo de investigación.

Existen diversos autores quienes encauzan las investigaciones para poder delimitarlas, darle sentido y direccionalidad. En este orden, Quiroz, M. (2003), comenta:

La metodología se caracteriza por ser normativa al (valorar), pero también es descriptiva cuando (expone) o comparativa cuando (analiza). La metodología también estudia el proceder del investigador y las técnicas que emplea. De ahí que ésta auspicie la variedad de procedimientos, criterios, recursos, técnicas y normas prácticas que el docente investigador puede aplicar según las necesidades...Con esta lógica y hablando de investigación, en la metodología el investigador descifra de manera descriptiva, por demás detallada, cómo piensa realizar el trabajo de investigación, teniendo en cuenta cada elemento.... (p.70).

A su vez Rojas Soriano, R. (1989:178): "La investigación es una búsqueda de conocimientos ordenada, coherente, de reflexión analítica y confrontación continua de los datos empíricos y el pensamiento abstracto, a fin de explicar los fenómenos de la naturaleza".

Tipo y Modalidad de Investigación

Se han descrito diversos tipos de investigación según el enfoque de cada autor. Por tanto, existen múltiples tratados sobre las tipologías de la investigación. En tal sentido, la presente investigación se fundamentará en una de tipo documental, debido a que se estará consultando en libros, documentos electrónicos, entre otros para cimentar la investigación. En consecuencia la presente investigación utilizará una metodología cuantitativa debido a la necesidad de cuantificar los resultados en cuanto a eficiencia, rapidez y fiabilidad. Todo ello enmarcado en la modalidad de Proyecto Factible.

De acuerdo a lo expresado anteriormente, Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000):

La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento.

Las fuentes documentales pueden ser, entre otras: documento escritos, como libros, periódicos, revistas, actas notariales, tratados, encuestas y conferencias escritas; documentos fílmicos, como películas, diapositivas, fílmicas; documentos grabado, como discos, cintas y cassetes, incluso documentos electrónicos como páginas web. (p.18).

Adicionalmente, Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007:153), delimitan que tipos de investigación pueden ser enmarcados como Proyectos Especiales o Factibles. En tal sentido argumentan:

Proyectos Especiales o Factibles son dirigidos a la ideación, desarrollo y elaboración de prototipos. El Prototipo es un modelo original sobre el cual se materializa un nuevo patrón y del cual se derivan representaciones o copias del mismo tipo. Ejemplo de investigaciones desarrolladas en esta tipología: Desarrollo de software con un fin específico. (p.153).

De igual forma, se ajusta a un diseño de campo, según lo expresado por Campbell y Stanley (1970):

Este diseño de investigación permite no solo observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad objeto de estudio, en su ambiente cotidiano, para posteriormente analizar e interpretar los resultados de estas indagaciones (p.134).

La presente investigación se realiza como una herramienta que permitirá a los estudiantes e investigadores del área de Ingeniería obtener datos muy aproximados de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras, así como también su representación gráfica. Todo esto a partir del desarrollo de un software de aplicación, por tanto, esta investigación se enmarca perfectamente como un Proyecto Factible.

Diseño de la Investigación

La investigación se centrará en el diseño fundamentado en el paradigma cuantitativo y el diseño no experimental. Esto debido a que es el diseño de investigación que recolecta datos de un solo momento y en un tiempo único. El propósito de este método es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Aunado a ello, será transversal descriptivo, ya que son aquellos que tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables.

El proyecto factible, según el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y de Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006), debe enmarcarse en unas etapas, las cuales son las siguientes:

...comprende las siguientes etapas: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta, procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados. (p.21).

Fases Metodológicas.

En función alcanzar el objetivo de la presente investigación se analizarán las siguientes fases:

- **FASE I. Diagnóstico de la Necesidad**
- **FASE II. Diseño de la Propuesta**

- **FASE III. Desarrollo de la Propuesta**
- **FASE IV. Evaluación de la Propuesta**

FASE I. Diagnóstico de la Necesidad. En esta etapa se explicó mediante el instrumento realizado, la situación actual. Se estructuran los objetivos y luego se realiza una revisión teórica con referencia al tema producto de la presente investigación. Adicionalmente se determina la población y muestra del presente estudio, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Por último se realiza el análisis de los datos, en función de la validez y confiabilidad del instrumento aplicado.

Población y Muestra

Los sujetos a quienes va dirigido el software educativo que se propone, son los estudiantes de las secciones de Termodinámica de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Sin embargo como se realiza un material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras y su representación gráfica, mediante un programa en computadora, se identificaron tanto las estrategias exitosas implementadas por los docentes, que permiten la aprobación de los estudiantes en esta materia así como evidenciar la necesidad de desarrollar un software educativo que les sirva de apoyo para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras. (Ver Anexos).

En este sentido, se realizó un muestreo no probabilístico y se circunscribió a una de las secciones de la asignatura mencionada, con 32 estudiantes de ambos sexos,

durante el Curso Especial de Avance y Nivelación 2015, por tener mayor acceso y control a los estudiantes de la misma, en este sentido, De Barrera (2008), señala que la muestra se realiza cuando:

“la población es tan grande o inaccesible que no se puede estudiar toda, entonces el investigador tendrá la posibilidad seleccionar una muestra. El muestro no es un requisito indispensable de toda investigación, eso depende de los propósitos del investigador, el contexto, y las características de sus unidades de estudio”. (p. 141).

Técnicas e Instrumentos para recolectar la información

Las técnicas de investigación, en palabras de Rojas, R. (1989:178), pueden ser percibidas como un “conjunto de reglas, operaciones o procedimientos específicos que guían la construcción y el manejo de los instrumentos de recolección y análisis de datos”. En esa misma dirección apunta, Quiroz, M. (2003:23), cuando explica que: “el verdadero valor de las técnicas radica en que ellas son precisamente las herramientas que le permiten al investigador conseguir su propósito; entre otras cosas, porque son la parte instrumental de la metodología de la investigación”.

A todas luces, se utilizó principalmente la técnica de observación durante la Fase I de la investigación, esto con el objetivo de diagnosticar el estado actual de la situación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, específicamente en el estudio de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras, para posteriormente proponer una herramienta que facilite dicho estudio. La Observación, en palabras de Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007:175),

afirman que “constituye la técnica expedita para recabar los datos, el investigador recopila los datos por sí mismo o por interpuesta persona o instrumento. Como técnica, observar no significa ver ni mirar”.

Busot (1.991) citado por Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007), clasifica la técnica de la observación en:

a) Observación Directa: Se realiza sin ayuda de máquinas ni aparatos. El observador se encuentra en el lugar objeto de análisis mientras ocurre el hecho problemático y registra por se la data.

b) Observación Indirecta: Es el registro de hechos a través de un instrumento auxiliar.

c) La Observación Interna: Permite al observador ser parte integrante de la realidad observada, bien porque solicita su incorporación o porque forma parte de ella con anterioridad.

d) La Observación Externa (Sin participación): En ella, el observador se coloca fuera del alcance del hecho observado.

e) La Observación Experimental: Puede ser directa o no, interna o no. La diferencia reside en su condición puramente experimental; esto es, como técnica administrada en una investigación de ese carácter, donde el experimento es el hecho fundamental.

f) La Observación Documental: Como técnica, se emplea en los momentos de la investigación en que se requiere recabar datos a través de fuentes documentales”.(p. 176).

Bajo este enfoque, en el desarrollo de las fases del proyecto de investigación, la técnica de observación a utilizar será la Observación Indirecta, Experimental y Documental.

En cuanto a los instrumentos de recolección de los datos, Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007:178), afirman que: “conforman el equipaje del que se apresta el investigador para armar su base de datos”. Estos instrumentos pueden variar según el tipo de investigación, Morles (1.989) citado por Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007), caracteriza los instrumentos en dos grandes grupos, según su configuración física:

“De lápiz y papel: Incluye todos aquellos cuyo soporte es el papel y sus derivados. Así, se cuentan los Tests, Cuestionarios, Chek – List (Lista de chequeo), Registros Anecdóticos, Lista de Control, Escalas Valorativas, Escalas de Actitudes, Series históricas, Diferenciales Semánticos, Censos, entre otros.

Máquinas y Aparatos: Se refiere a las herramientas empleadas para recoger información; así, se cuentan los equipos de ensayos, equipos de pruebas y video – filmadoras, entre otras. En este renglón sólo se incluirán aquellas máquinas y aparatos que sirvieron para recabar data, no para exhibirla. Por ejemplo, si la video filmadora se empleó para recopilar evidencia de situaciones se incluirán. Si se empleó para efectos de la exposición final no se incluirá”. (p.178).

Para realizar la presente investigación, básicamente en el desarrollo de la Fase I, se utilizó ambos tipos de instrumentos, sin embargo se hará especial énfasis en la utilización de un instrumento tipo Escala de Likert (encuesta) dirigida a los estudiantes de Termodinámica I de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para obtener información acerca de sus inquietudes y expectativas de mejora en el estudio de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras.

La información necesaria para el diagnóstico de la necesidad de esta investigación se obtuvo a través de un instrumento tipo Escala de Likert, el cual constó de 12 ítems, con una columna adicional destinada para la argumentación o explicación de las respuestas dadas por los estudiantes. El referido instrumento se sometió a pruebas de validez por expertos del área y la confiabilidad se realizó a través del cálculo del coeficiente Alfa-Cronbach.

Validez y Confiabilidad

La validez del instrumento de recolección de la información requerida para esta investigación se determinó mediante el juicio de tres expertos, docentes adscritos a la Universidad de Carabobo, uno de la Facultad de Ingeniería en el área de Termodinámica, y dos Magíster egresados de la Maestría Matemática y de Computación, para obtener la visión tanto teórica como procedimental del desarrollo computacional.

Por otro lado, una vez aplicado el instrumento, se determinó el coeficiente correspondiente al Alfa-Cronbach utilizando un software computacional con dicha librería el cual indicó la confiabilidad del instrumento. Se determinó el coeficiente correspondiente al Alfa-Cronbach resultando 0,85 lo cual indica que la confiabilidad del instrumento es muy alta.

Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos Recogidos

Se utilizó la técnica de la estadística descriptiva, al momento de procesar y analizar los datos recogidos de la encuesta. Para ello se tabularon los datos que los

estudiantes reflejaron en sus encuestas y se ubicaron frecuencias y porcentajes de acuerdo a las respuestas obtenidas. Posteriormente se presentaron distribuciones que se analizaron e interpretaron en cuadros y diagramas.

Presentación de los Resultados.

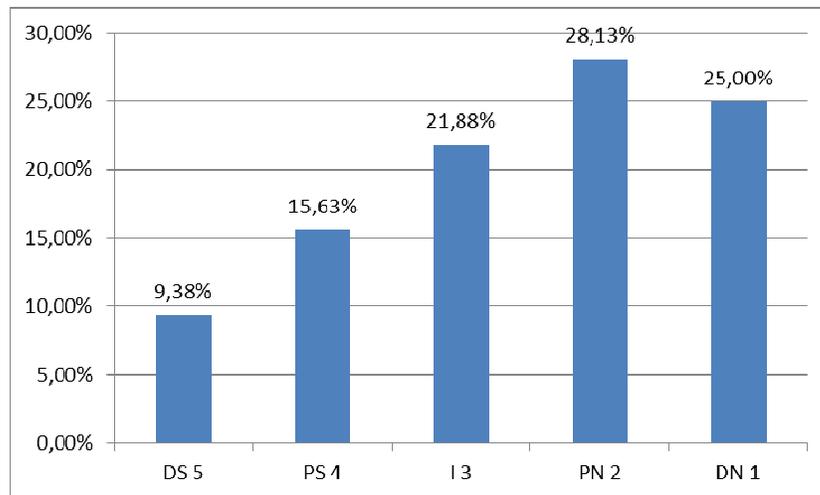
Se realizó una presentación de los resultados una vez que se realizó el análisis de los datos recogidos, utilizando medidas de Tendencia Central y diagramas para observar sus respectivos porcentajes de forma visual.

Luego de aplicar el cuestionario a los estudiantes que cursaron la asignatura Termodinámica I, (Ver Anexos), se procedió a realizar el análisis de los resultados obtenidos, los cuales se presentan a continuación:

Ítem N° 1: ¿Considera actualizados los métodos de enseñanza en la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
1	3	9,38	5	15,63	7	21,88	9	28,13	8	25

Gráfico 1



Fuente: Elaboración propia

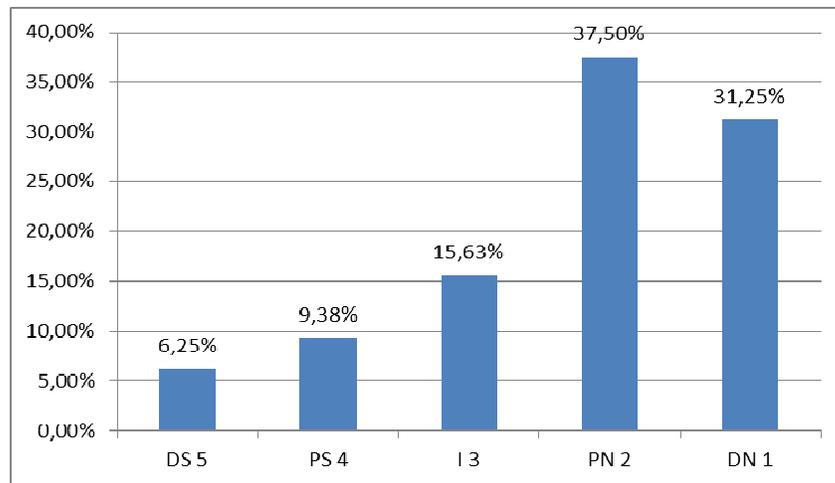
Análisis

En esta pregunta se puede constatar que los estudiantes consideran que los métodos de enseñanza en la asignatura Termodinámica no están actualizados. Esto se refleja en que el porcentaje que opina que probablemente no están actualizados los métodos es de 28,13% sumado a los que opinan que definitivamente no están actualizados los métodos de enseñanza son 25%, entre ambas opiniones resulta 53,13%, lo cual refleja una cifra superior al 50% del curso. Esto da una idea de la opinión que tienen los estudiantes en cuanto a la actualización de los métodos de enseñanza.

Ítem N° 2: ¿El profesor utiliza varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
2	2	6,25	3	9,38	5	15,63	12	37,50	10	31,25

Gráfico 2



Fuente: Elaboración propia

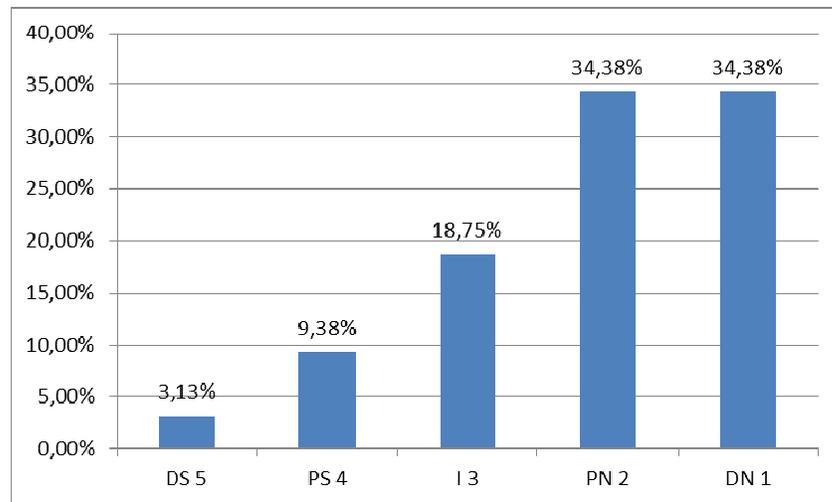
Análisis

Este ítem refleja que los estudiantes consideran que el profesor probablemente no utiliza o definitivamente no utiliza varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura, dicha situación se muestra en los porcentajes de estudiantes que tienen esa opinión. En el primer caso, probablemente no utiliza varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura el 37,50% de los estudiantes encuestados afirmaron dicha situación. En el segundo caso, 31,25% afirmaron que el profesor definitivamente no los utiliza. Dicha situación refleja la marcada tendencia que tienen los estudiantes en mencionar que no son utilizados varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura.

Ítem N° 3: ¿Las técnicas de enseñanza que utiliza el profesor para el desarrollo de su clase hacen uso de la tecnología?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
3	1	3,13	3	9,38	6	18,75	11	34,38	11	34,38

Gráfico 3



Fuente: Elaboración propia

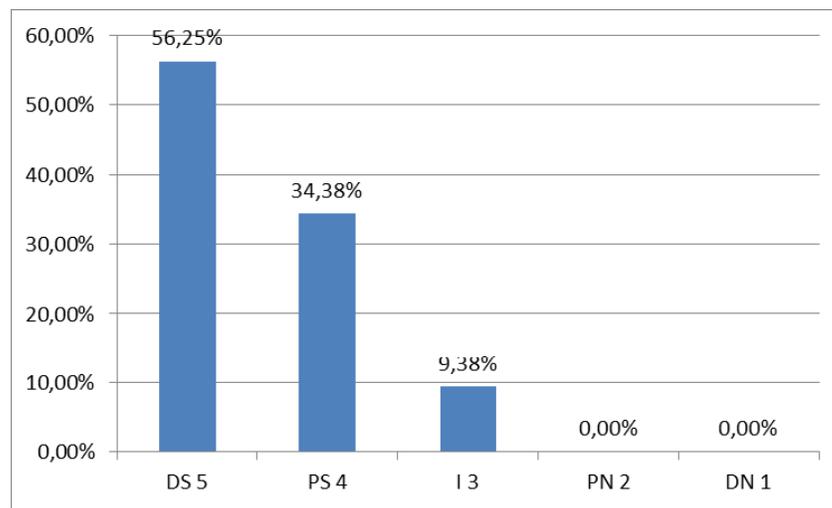
Análisis

Este cuestionamiento, muestra que los estudiantes consideran, en la suma de las tendencias, que el profesor probablemente no utiliza o definitivamente no utiliza la tecnología para el desarrollo de las clases. Sin profundizar en el tema, es claramente visible el acentuado uso de métodos tradicionales al impartir las clases de Termodinámica. Vale decir, un uso excesivo del pizarrón, cuando existen recursos tecnológicos que pueden apoyar la actividad docente.

Ítem N° 4: ¿Tiene usted un buen desempeño en el uso del computador?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
4	18	56,25	11	34,38	3	9,38	0	0	0	0

Gráfico 4



Fuente: Elaboración propia

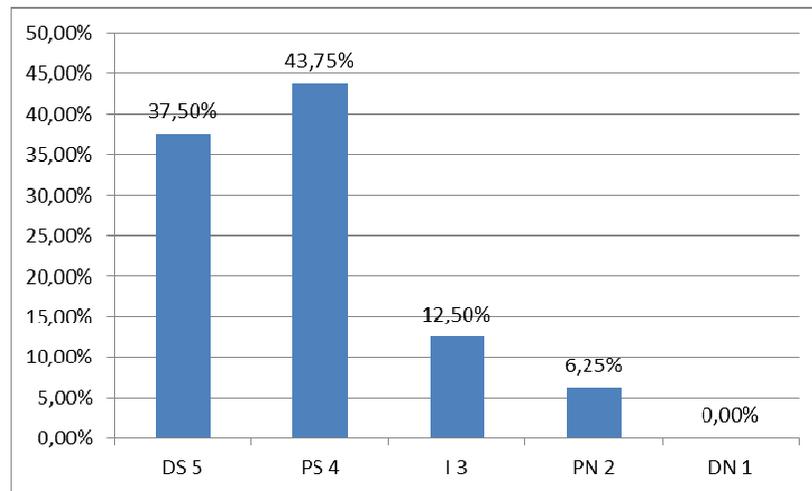
Análisis

Los estudiantes consideran que tienen un buen desempeño en el uso del computador, ya que 56,25% considera que definitivamente si tiene un buen desempeño en el uso del computador, sumado a 34,38% que considera que probablemente si tiene un buen desempeño en el uso del computador, lo cual es la materia prima para poder implementar el uso de recursos tecnológicos, como por ejemplo software educativo o materiales educativos computarizados para apoyar la actividad docente.

Ítem N° 5: ¿Conoce usted de algún software educativo que se utilice como apoyo en la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
5	12	37,50	14	43,75	4	12,50	2	6,25	0	0

Gráfico 5



Fuente: Elaboración propia

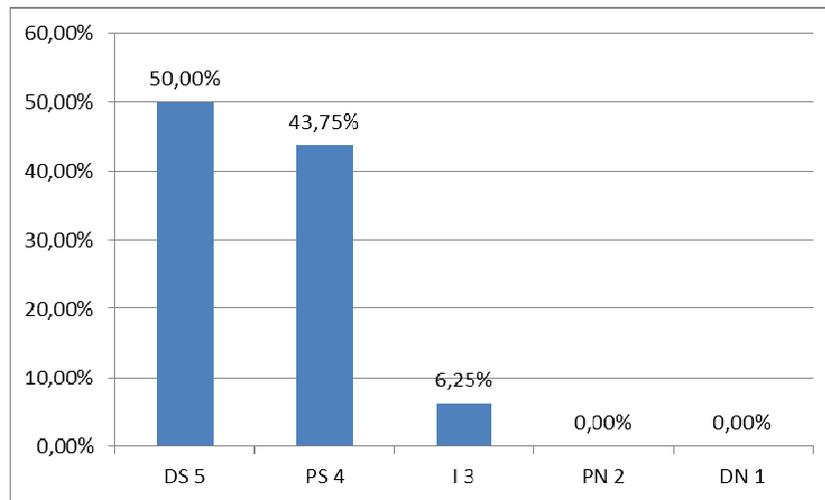
Análisis

Ahora revisemos la siguiente afirmación que realizan los estudiantes, ellos indican que definitivamente si conocen (37,50%) y probablemente si conocen (43,75%) de algún software educativo que se utilice como apoyo en la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica, sin embargo a pesar de que conocen que existe dicho software educativo, no es cierto que lo utilicen en sus clases. De hecho preguntas anteriores muestran que no se utilizan recursos tecnológicos entre los métodos de enseñanza.

Ítem N° 6: ¿Considera usted necesario el uso de software educativo que le permita observar con mayor facilidad el cálculo de las propiedades termodinámicas?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
6	16	50	14	43,75	2	6,25	0	0	0	0

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia

Análisis

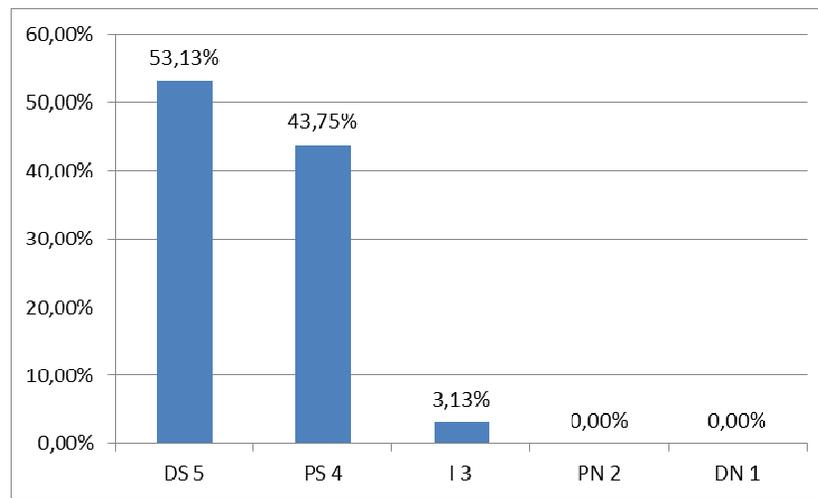
De los estudiantes encuestados, 50% afirma que definitivamente si consideran necesario el uso de software educativo que les permita observar con mayor facilidad el cálculo de las propiedades termodinámicas, ello sumado a que 43,75% consideran que probablemente si es necesario el uso de software educativo. Es decir 93,75% de los estudiantes consideran que es necesario el uso de software educativo que les permita observar con mayor facilidad el cálculo de las propiedades termodinámicas. Esta situación va mostrando una tendencia de los estudiantes a favor de implementar

materiales educativos computarizados que les apoyen en la realización de los cálculos efectuados.

Ítem N° 7: ¿Cree usted necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
7	17	53,13	14	43,75	1	3,13	0	0	0	0

Gráfico 7



Fuente: Elaboración propia

Análisis

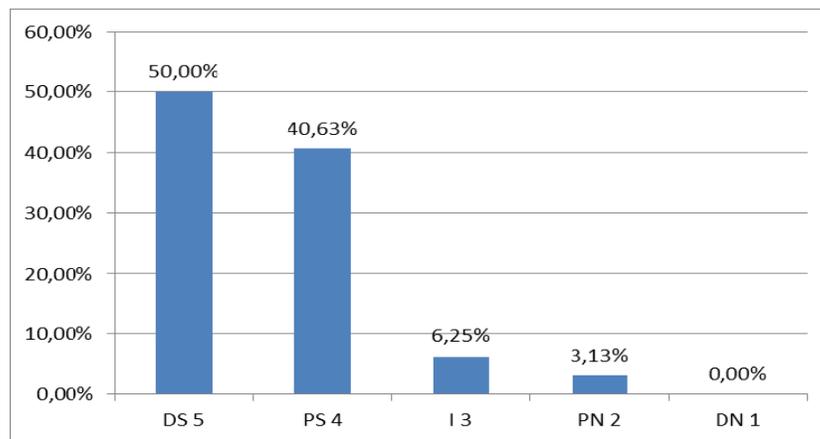
En este ítem, 53,13% de los estudiantes que considera que definitivamente si es necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica. Sumado al 43,75% de los estudiantes que consideran probablemente si es necesario, resulta 96,88% de los estudiantes que afirmaron que es necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica. Lo cual marca una orientación estudiantil hacia

comenzar a utilizar estrategias adicionales a las tradicionales para realizar la labor docente.

Ítem N° 8: ¿Apoyaría usted la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
8	16	50	13	40,63	2	6,25	1	3,13	0	0

Gráfico 8



Fuente: Elaboración propia

Análisis

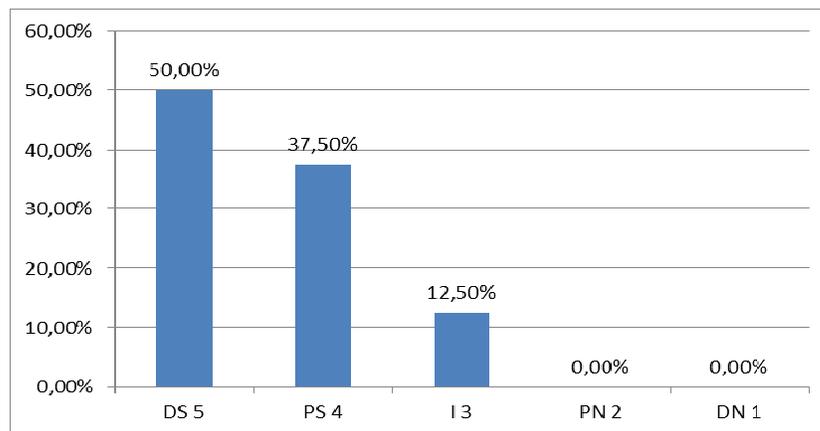
De los estudiantes encuestados, 50% afirmó que definitivamente si apoyaría la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica. Aunado a ello, el 40,63% sostuvo que probablemente si apoyaría tal situación. Sigue mostrándose la tendencia estudiantil a favor de comenzar a utilizar estrategias adicionales en la

enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica. Lo que hace falta es, quizás, el acercamiento docente por el uso de los materiales educativos disponibles en la actualidad.

Ítem N° 9: ¿Usted cree que el uso de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica elevaría el nivel académico de su formación?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
9	16	50	12	37,50	4	12,50	0	0	0	0

Gráfico 9



Fuente: Elaboración propia

Análisis

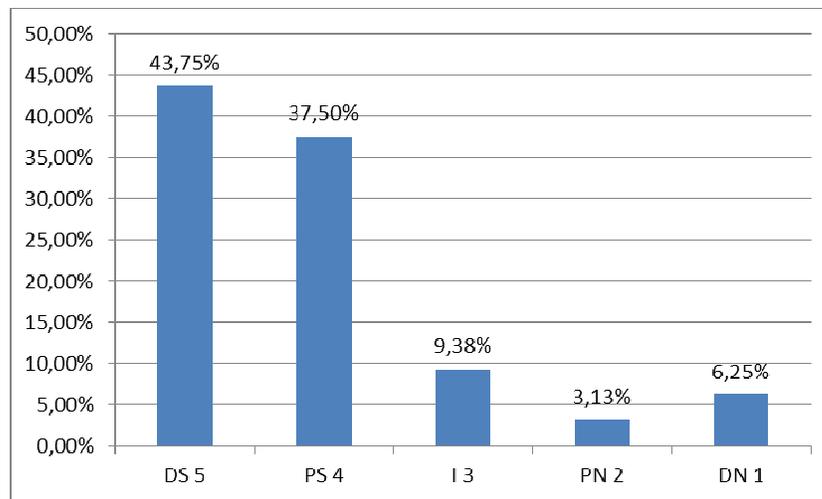
Los estudiantes encuestados indican en un 50% que definitivamente si cree que el uso de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica elevaría el nivel académico de su formación y un 12,5% indica que probablemente si elevaría el nivel. La suma de estos dos porcentajes afirmativos indica que la mayoría de los estudiantes están muy conscientes de la posibilidad de aumentar el nivel académico de su formación

utilizando software educativo. Adicionalmente es necesario recordar que afirmaron conocer la existencia de dichos materiales educativos computarizados. Lo cual pone de manifiesto la conciencia cierta de las afirmaciones realizadas por los encuestados.

Ítem N° 10: ¿Considera costoso el acceso a programas educativos computarizados con licencia?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
10	14	43,75	12	37,50	3	9,38	1	3,13	2	6,25

Gráfico 10



Fuente: Elaboración propia

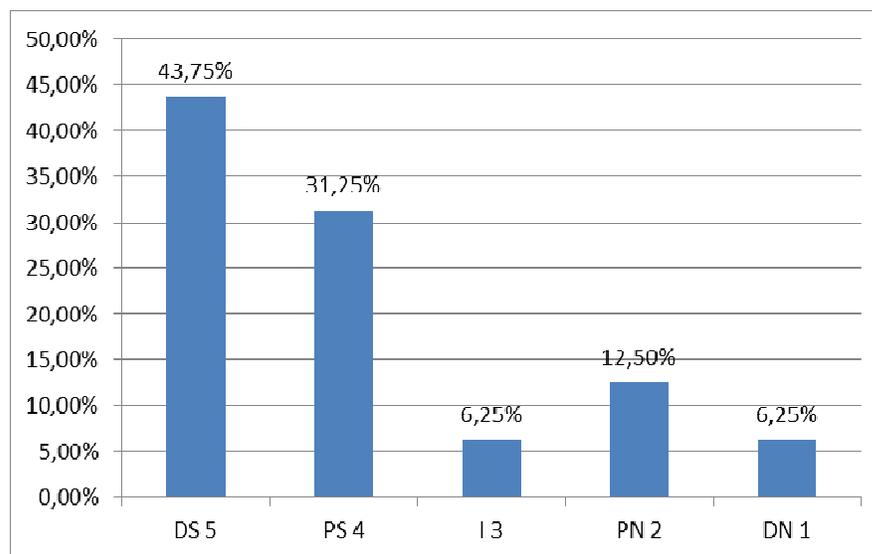
Análisis

De los datos obtenidos, el 43,75% considera definitivamente si es costoso el acceso a programas educativos computarizados con licencia y 37,50% considera que probablemente si lo es. Ello indica que la orientación no es por materiales educativos computarizados con licencia de uso, por el contrario orientar el uso hacia materiales educativos computarizados disponibles que no requieran de una licencia de uso.

Ítem N° 11: En base a la necesidad de avance tecnológico del país, ¿considera oportuna la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
11	14	43,75	10	31,25	2	6,25	4	12,50	2	6,25

Gráfico 11



Fuente: Elaboración propia

Análisis

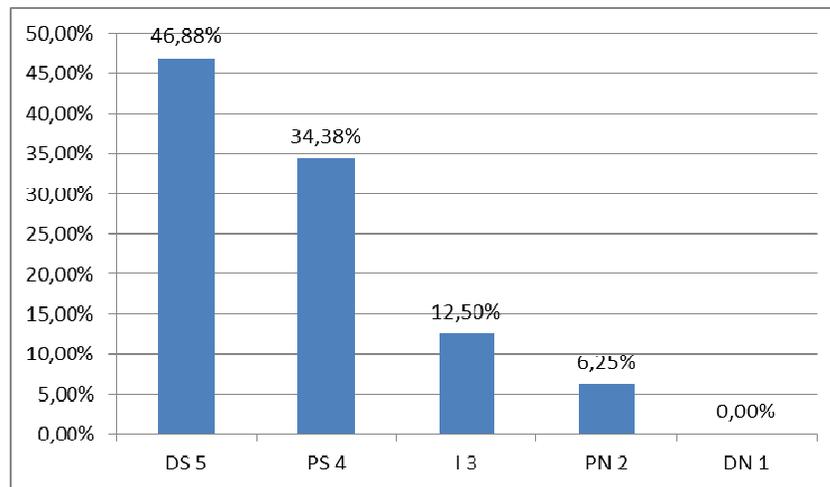
Sobre la base de la necesidad de avance tecnológico del país, el 43,75% de los estudiantes encuestados considera que definitivamente si es oportuna la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica y el 31,25% afirma que probablemente si es oportuna. Ambos porcentajes, 75%, va en sintonía no solamente

con los cambios que deben generarse en el país sino además con las necesidades que están cubriéndose a nivel mundial, como lo es la utilización de tecnología.

Ítem N° 12: Desde el punto de vista social, ¿cree pertinente el uso de software educativo en la actualidad para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

OPCIONES	Definitivamente Sí (DS 5)		Probablemente Sí (PS 4)		Indeciso (I 3)		Probablemente No (PN 2)		Definitivamente No (DN 1)	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
12	15	46,88	11	34,38	4	12,50	2	6,25	0	0

Gráfico 12



Fuente: Elaboración propia

Análisis

En total sintonía con el ítem anterior, el 46,88% de los estudiantes encuestados afirma que definitivamente si es pertinente, desde el punto de vista social, el uso de software educativo en la actualidad para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica, sumado a que el 34,38% considera que probablemente si lo es. Ello sigue reflejando que los estudiantes consideran desde el punto de vista académico y social que es necesario el uso de materiales educativos computarizados en la asignatura de Termodinámica, tanto para apoyarlos en el cálculo de las

propiedades de sustancias puras como para mejorar su nivel de formación y estar en consonancia con los cambios mundiales en cuanto al uso de la tecnología.

FASE II. Diseño de la Propuesta. Esta etapa comprendió el diseño de los algoritmos necesarios para el cálculo de las propiedades termodinámicas de sustancias puras y su representación gráfica, así como también las rutinas y procedimientos previstos para lograr el desarrollo del software.

Se presentan en esta fase los diagramas de flujo de algunas de las rutinas de cálculo de las propiedades de las sustancias puras que se utilizaron en el software educativo, a los fines de referenciar el procedimiento global de cada una de ellas.

El diagrama de flujo del Procedimiento Public Sub Calcular, (Ver Figura 5), corresponde a una rutina que tiene como principal función ejecutar identificar la sustancia que ingresa el usuario para enviar a otra subrutina de cálculo. Sin embargo dependiendo de la sustancia elegida por el usuario, realiza las asignaciones o cálculos dentro de la misma rutina calcula.

El alcance de esta rutina, como se evidencia en la misma es de alcance público. Ahora bien, se presenta el diagrama de flujo de la misma, pero seguidamente se muestra por partes (Ver desde Figura 5.1 hasta Figura 5.6) para detallar la rutina.

Figura 5: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

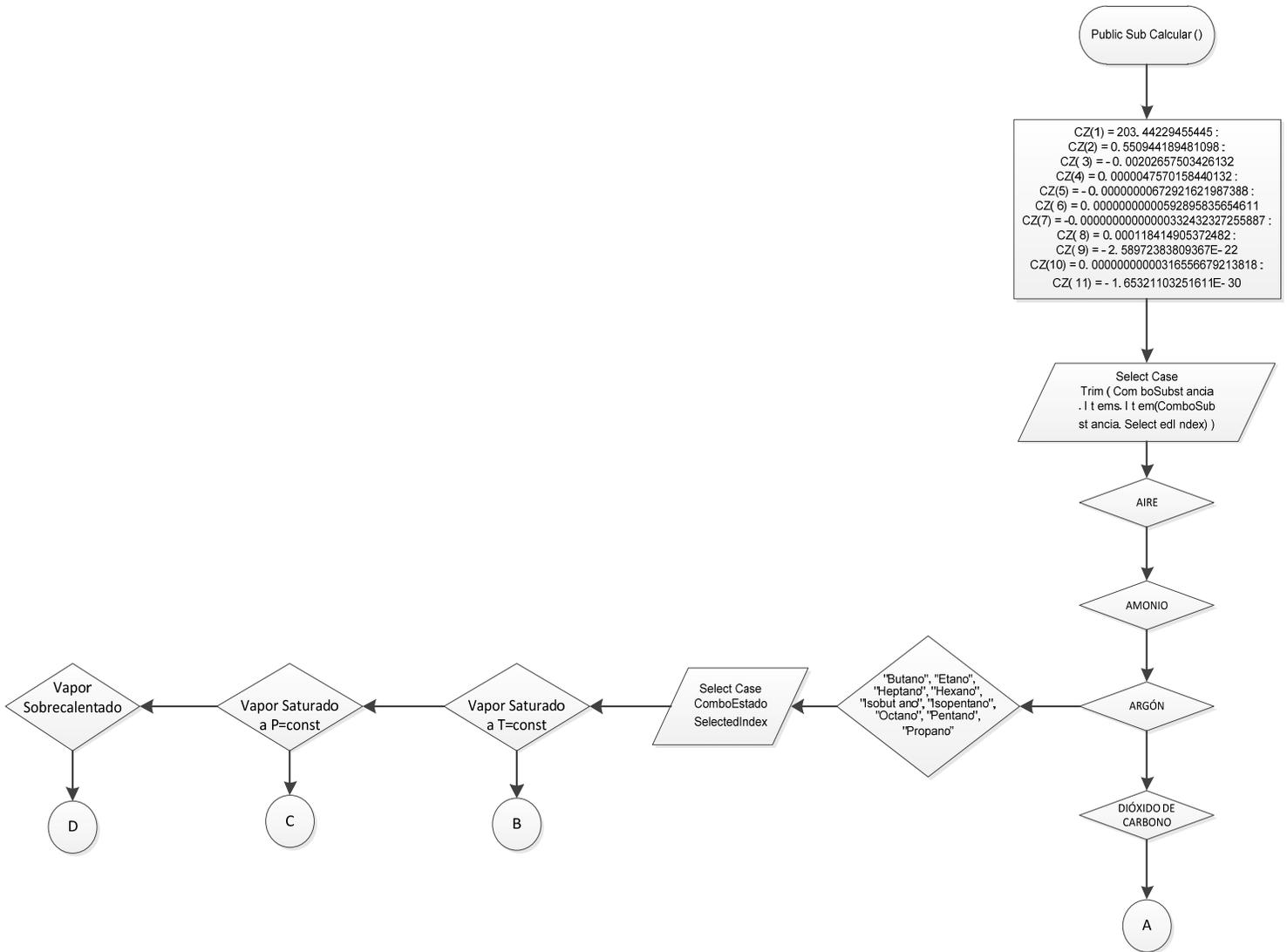


Figura 5.1: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

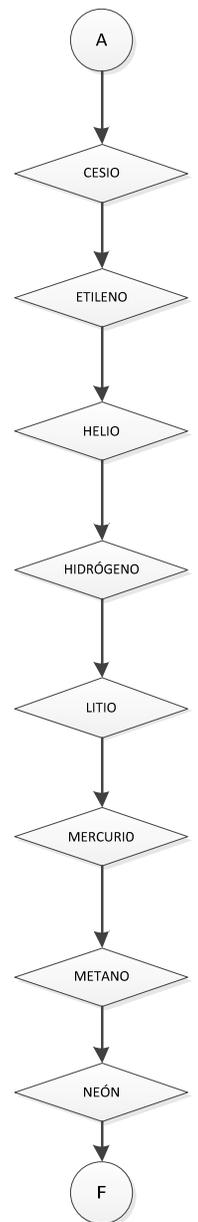
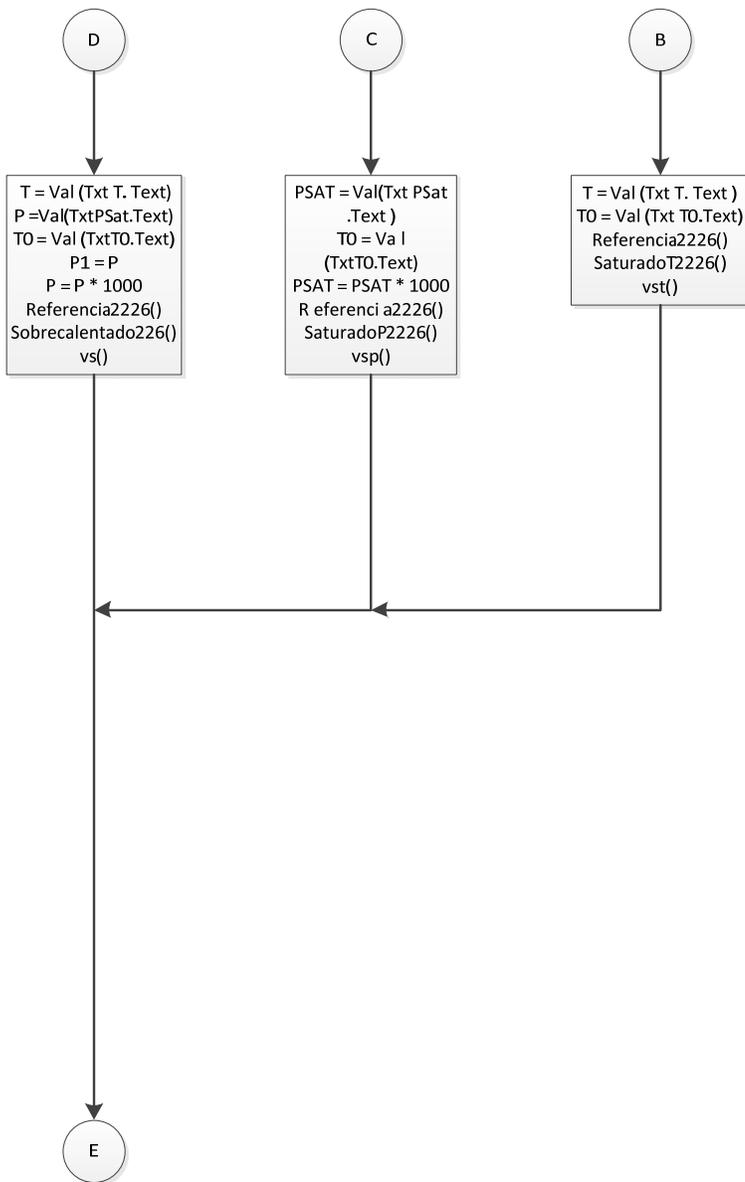


Figura 5.2: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

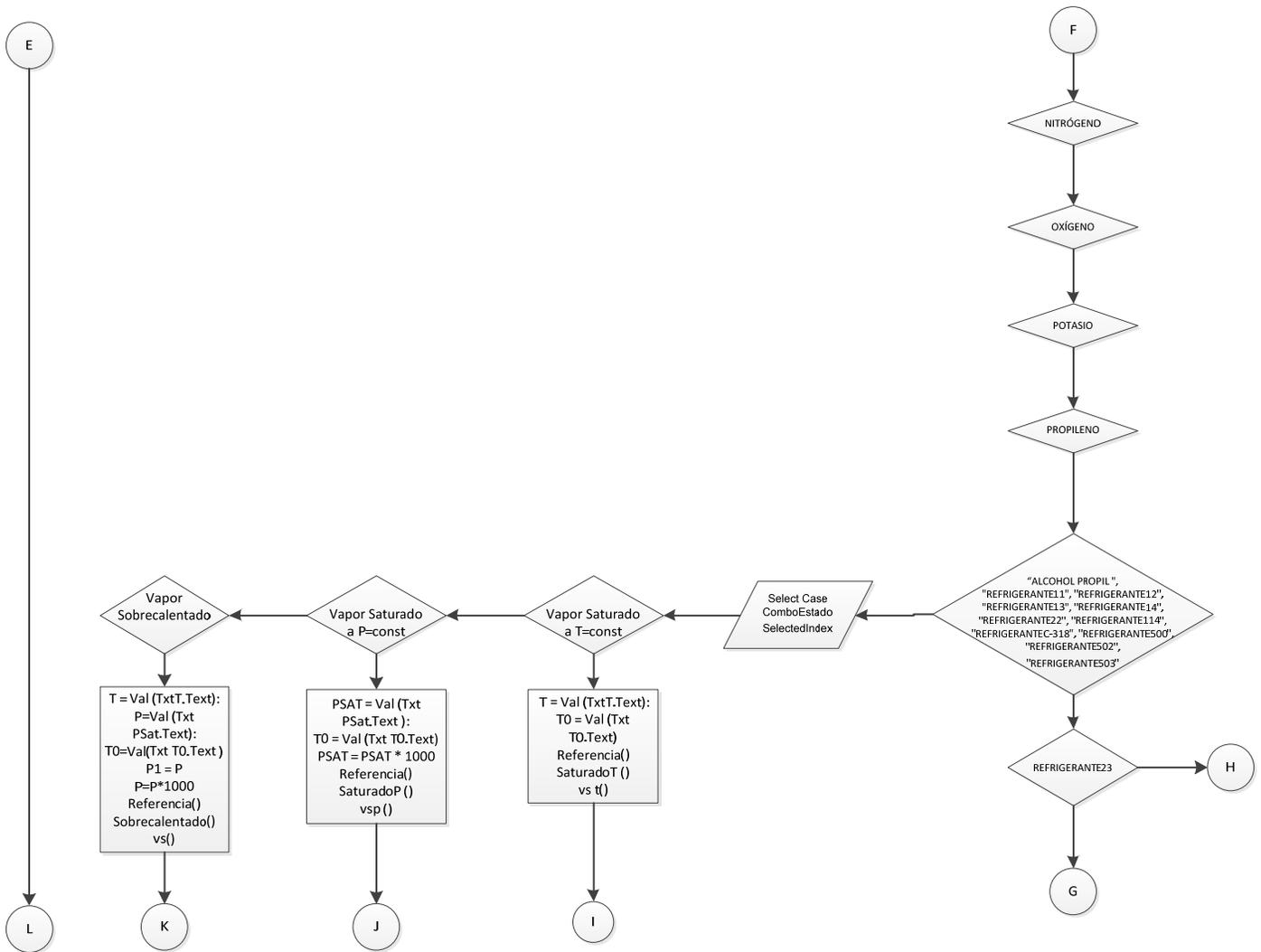


Figura 5.3: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

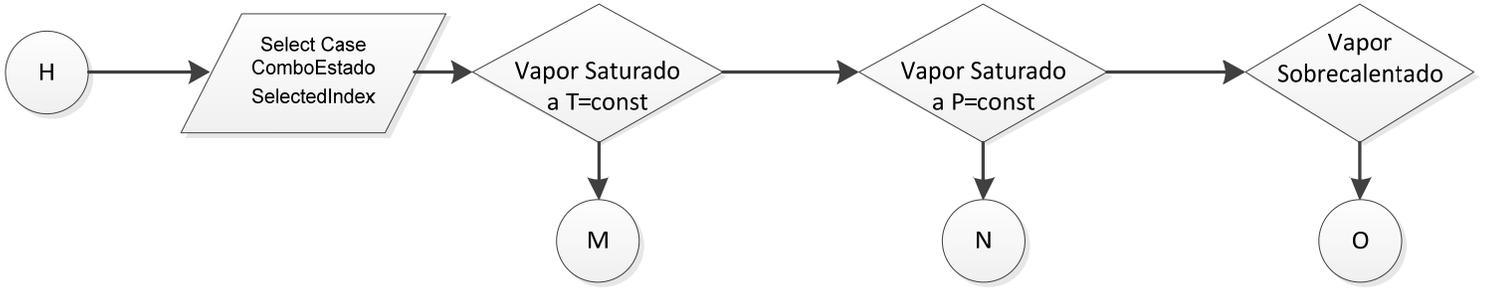


Figura 5.4: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

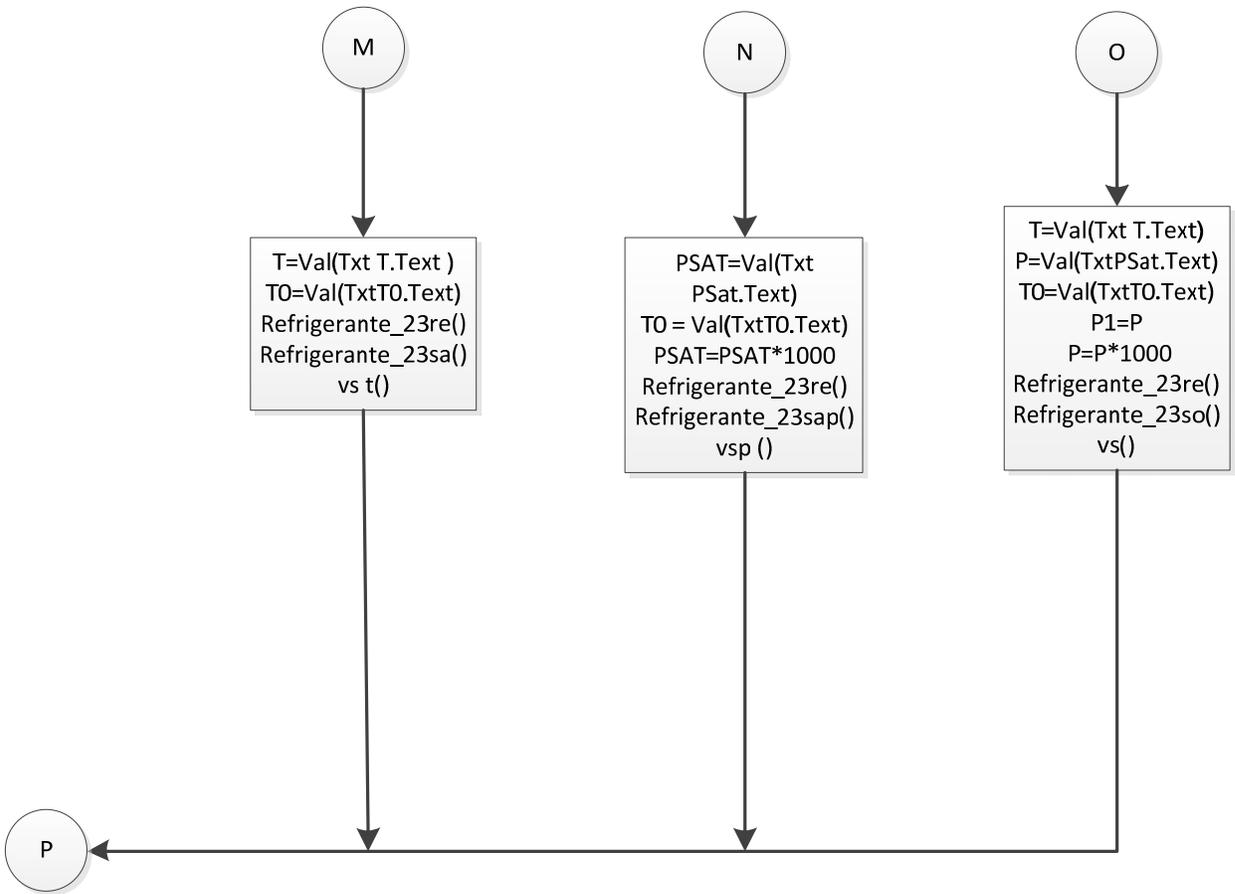


Figura 5.5: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

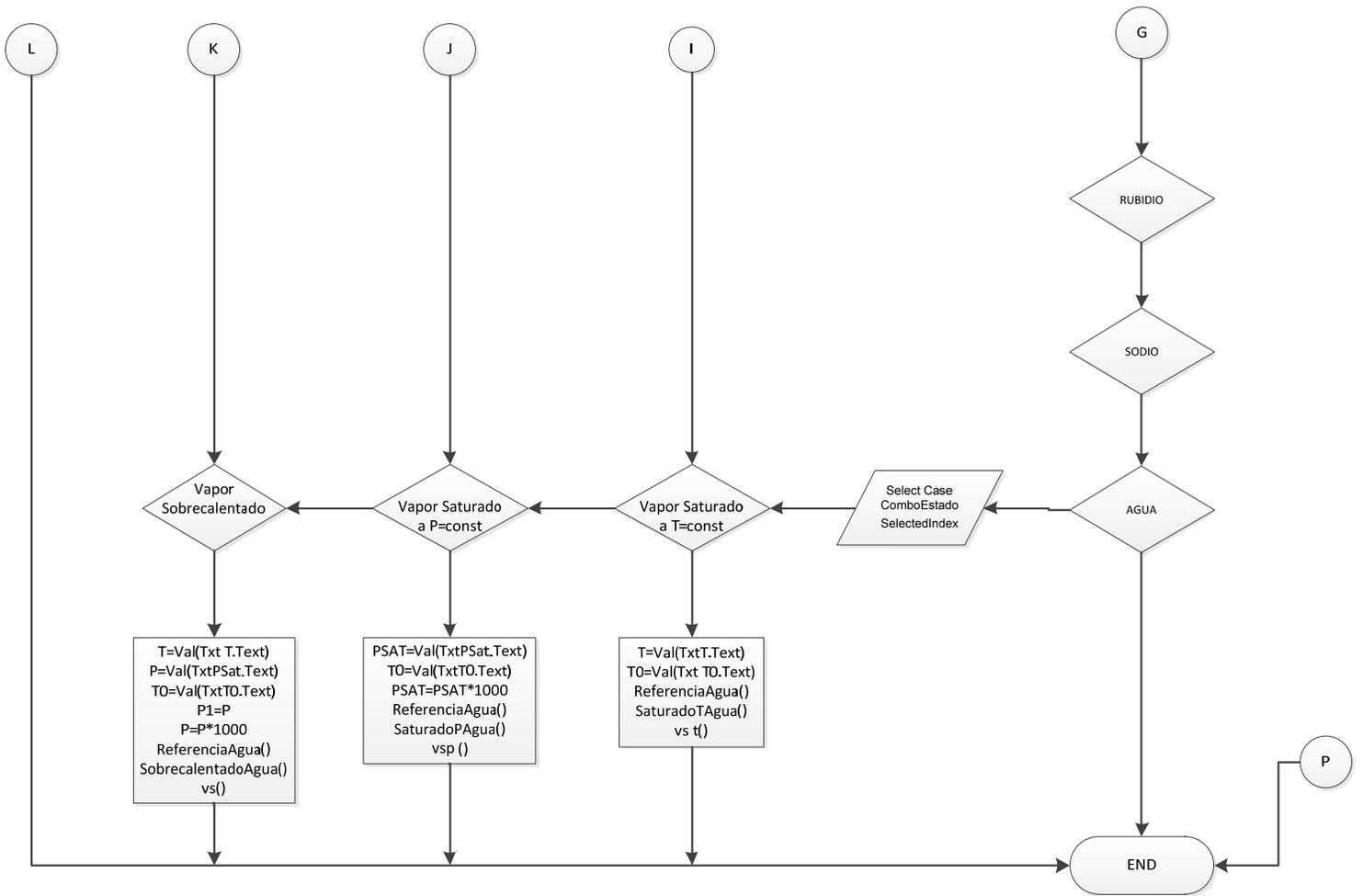


Figura 5.6: Procedimiento Public Sub Calcular. Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re().Fuente: Elaboración propia

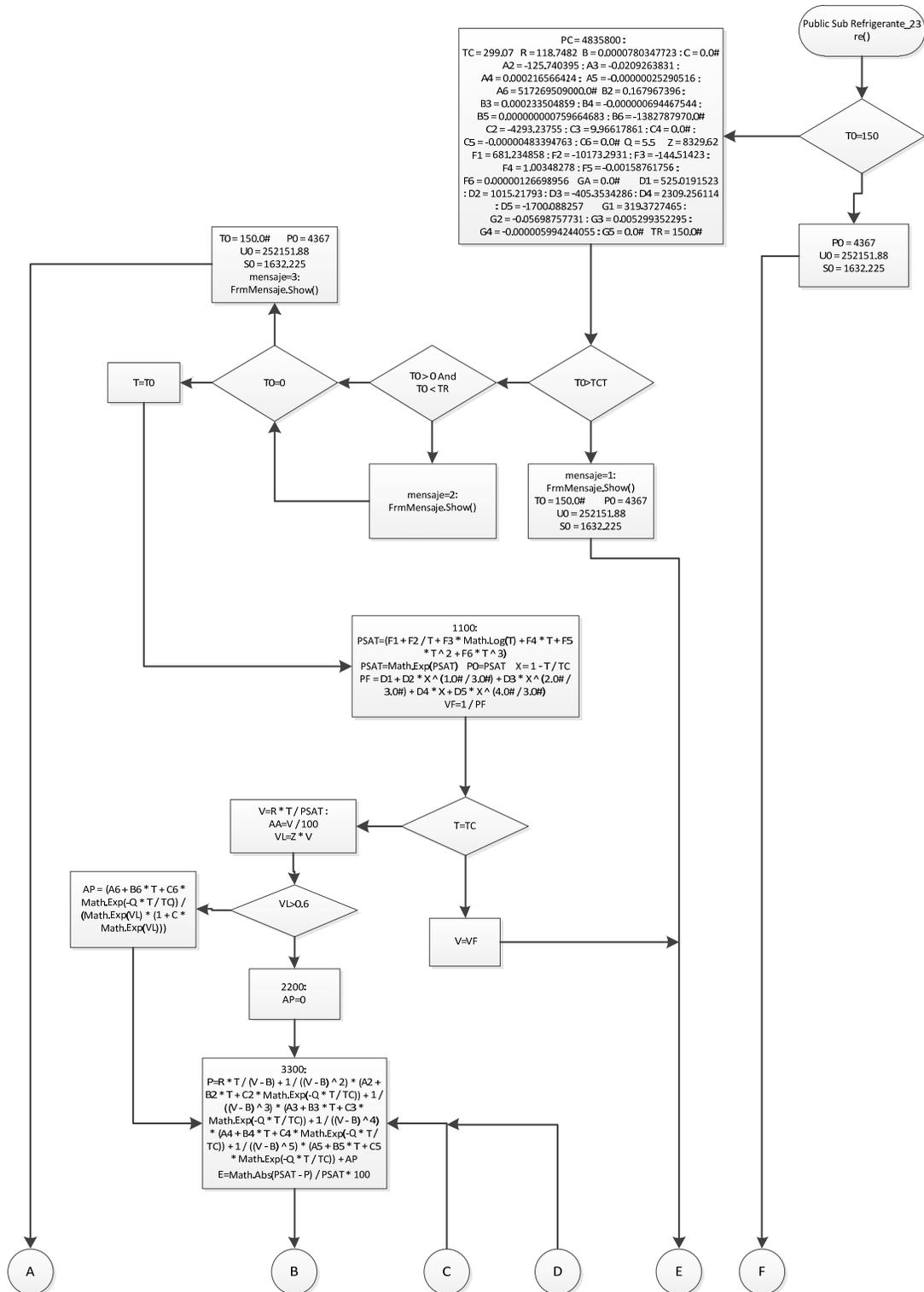


Figura 6.1: Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re(). Fuente: Elaboración propia

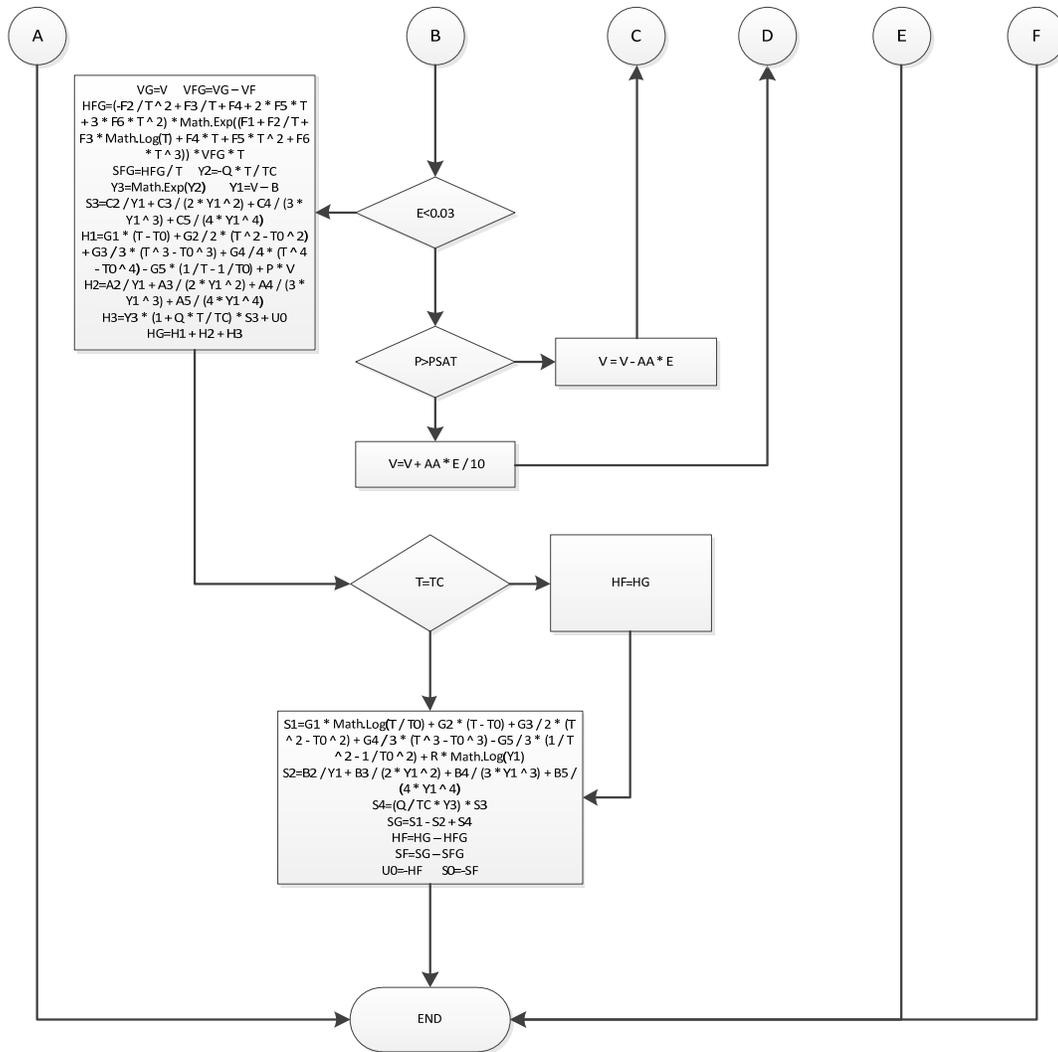


Figura 6.2: Procedimiento Public Sub Refrigerante_23 re().Fuente: Elaboración propia)

FASE III. Desarrollo de la Propuesta.

Esta etapa comprendió el desarrollo del material educativo computarizado. Lo cual conlleva a realizar códigos en el lenguaje seleccionado.

Desarrollo del Material Educativo Computarizado

a) Introducción

La sociedad ha transitado por diferentes revoluciones, que a grandes rasgos han ido desde la agrícola y artesanal, a la industrial y de la información o del conocimiento, que es, en el que se desenvuelve en la actualidad.

La Universidad, como institución que debe formar a los ciudadanos de su sociedad para desenvolverse en ella y mejorarla, puede sufrir una fuerte contradicción al no formar a los sujetos para la sociedad en la que viven y van a vivir, la del conocimiento, y hacerlo al contrario para un modelo de sociedad ya pasado, como la industrial, aunque algunas veces se haya superado la fase agrícola. Los tiempos cambian de forma vertiginosa, y no se puede perder tiempo en apuntar al pasado.

La realización de materiales educativos computarizados, entraña uno de los grandes problemas para el uso e introducción de la tecnología en el terreno educativo, más aún la calidad del material educativo computarizado. En este sentido, Cabero, J. (2006) señala que la importancia para la formación no se encuentra en su dimensión técnica (por ejemplo, en la plataforma utilizada), sino más, bien en el control y en la

significación de una serie de variables, como son la forma de presentar los contenidos, el papel del profesor y de los alumnos, las herramientas de comunicación sincrónicas y asincrónicas que se utilicen y su forma de concreción en el acto didáctico, las estrategias didácticas que se movilicen, el papel que desempeñen el profesor y el alumno, la atención a los aspectos organizativos, las actividades que se pongan en funcionamiento, entre otras, es decir, aquellas acciones formativas que utilizan la web como medio y recurso para la realización de actividades formativas, independientemente de que también pueda utilizarse otro tipo de herramientas como el video y la audioconferencia, los multimedia, la televisión, etc.

En este sentido, el presente Material Educativo Computarizado no pretende sustituir al docente, ya que en principio, su condición humana no es sustituible por un computador. Ahora bien, se quiere presentar un recurso para fortalecer el proceso de enseñanza del cálculo de propiedades de sustancias puras en Termodinámica, a la par de acercar recursos tecnológicos al ámbito universitario.

El Material Educativo Computarizado presenta un menú para seleccionar la sustancia pura a la cual se le desean calcular sus propiedades y las condiciones en las cuales está. Queda de parte del docente y el interés del estudiante familiarizarse con el material propuesto y realizar las prácticas necesarias para su orientación.

b) Justificación

Al momento de diseñar un material educativo es importante realizar una observación de las distintas actividades necesarias para conseguir un determinado tipo de resultado. Es por ello que al planificarlo, es primordial identificar el tipo de resultado que se espera al utilizarlo como método de apoyo en la enseñanza.

El Material Educativo Computarizado para la Enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras, permite determinar propiedades termodinámicas en los estados de saturación de sustancias puras que son utilizados en centros de investigaciones y de formación al momento de resolver problemas de aplicación de dichas sustancias.

Por lo cual es de gran utilidad práctica para la formación de futuros ingenieros mecánicos porque les facilita el cálculo de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras utilizando una herramienta tecnológica, debido a que actualmente lo hacen a través de tablas ya elaboradas y herramientas tecnológicas que están en desuso con lo cual se estaría aportando un avance considerable en el uso de nuevas herramientas computacionales.

c) Fundamentación Teórica

El Material Educativo Computarizado para la Enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras se sustenta en las bases teóricas que aporta la teoría cognitiva de Robert Gagné.

Gagné se basa en las teorías del procesamiento de la información para introducir su teoría del aprendizaje y explicar las diferentes condiciones tanto internas como externas de los estudiantes para que el docente pueda lograr su función de enseñanza. Es importante mencionar, dentro de las condiciones internas necesarias para lograr el proceso de enseñanza y aprendizaje, la importancia de la interacción medio - receptor, el cual activa el proceso de aprendizaje, estimulando los receptores del sujeto y permitiéndole captar y seleccionar la información.

Es por ello que el Material Educativo Computarizado cuenta con una serie de procedimientos que toman en cuenta las diferentes condiciones internas y externas en las cuales se realiza el proceso de enseñanza con la finalidad de hacer atractivo dicho proceso y favorecer un aprendizaje óptimo.

d) Factibilidad

La factibilidad se determinó mediante una serie de preguntas que formaron parte del instrumento de recolección de información que se aplicó a los estudiantes. (Ver Capítulo III: FASE I. Diagnóstico de la Necesidad). Dichas preguntas son las siguientes:

d.1) Pertinencia

¿Cree usted necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

d.2) Utilidad Institucional

¿Apoyaría usted la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

d.3) Utilidad Académica

¿Usted cree que el uso de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica elevaría el nivel académico de su formación?

d.4) Costos

¿Considera costoso el acceso a programas educativos computarizados con licencia?

d.5) Utilidad Social

Desde el punto de vista social, ¿cree pertinente el uso de software educativo en la actualidad para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?

e) Planificación del Contenido

Tabla 1

ACTIVIDAD DE DESARROLLO		
CONTENIDOS CONCEPTUALES	CONTENIDOS PROCEDIMENTALES	CONTENIDOS ACTITUDINALES
Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras	Cálculo de las Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras	Apreciación del contenido aprendido durante la clase
MEDIOS	RECURSOS	HERRAMIENTAS
Visuales Interactivos	<i>Humanos:</i> Docente y Estudiantes <i>Materiales:</i> Computadora (monitor, teclado, CPU, mouse)	<i>Programa Computacional:</i> Visual Basic 2010

Fuente: Elaboración propia

Material Educativo Computarizado para la Enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras

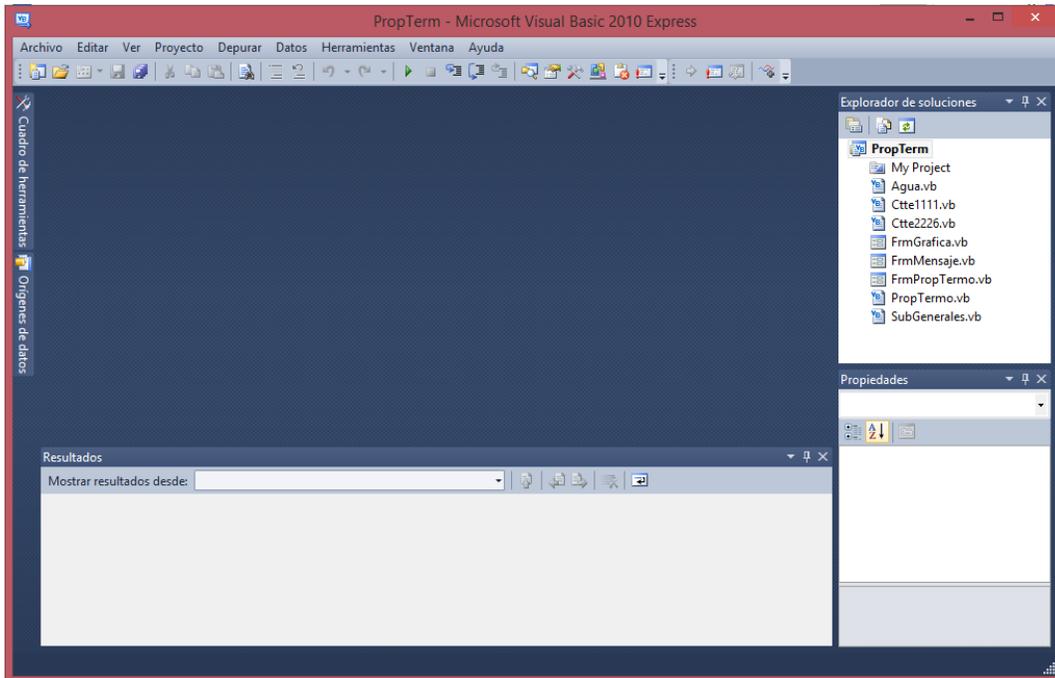


Figura 7: Pantalla de trabajo en Visual Basic del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: Pantalla inicial al momento de seleccionar el archivo a ejecutar en el programa de Visual Basic. Se aprecian las rutinas y subrutinas que comprende el Material Educativo Computarizado en el submenú a la derecha de la pantalla.

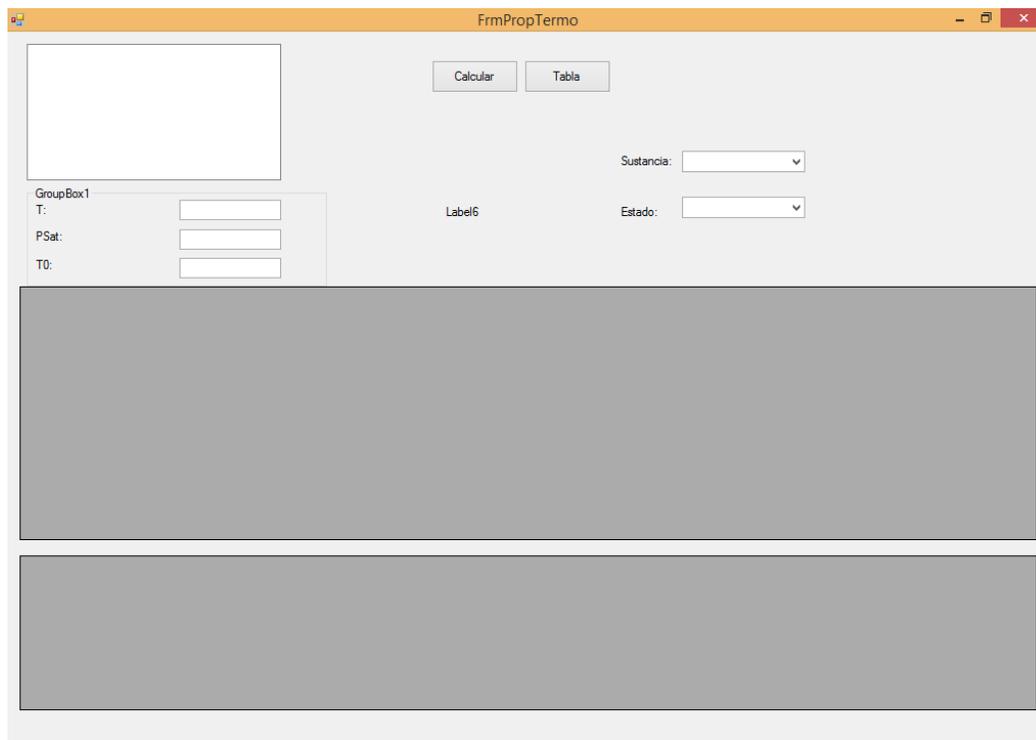


Figura 8: Pantalla inicial del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: Pantalla que se despliega al momento de seleccionar el archivo ejecutable del Material Educativo Computarizado. Se aprecian las acciones o tareas que puede desarrollar.

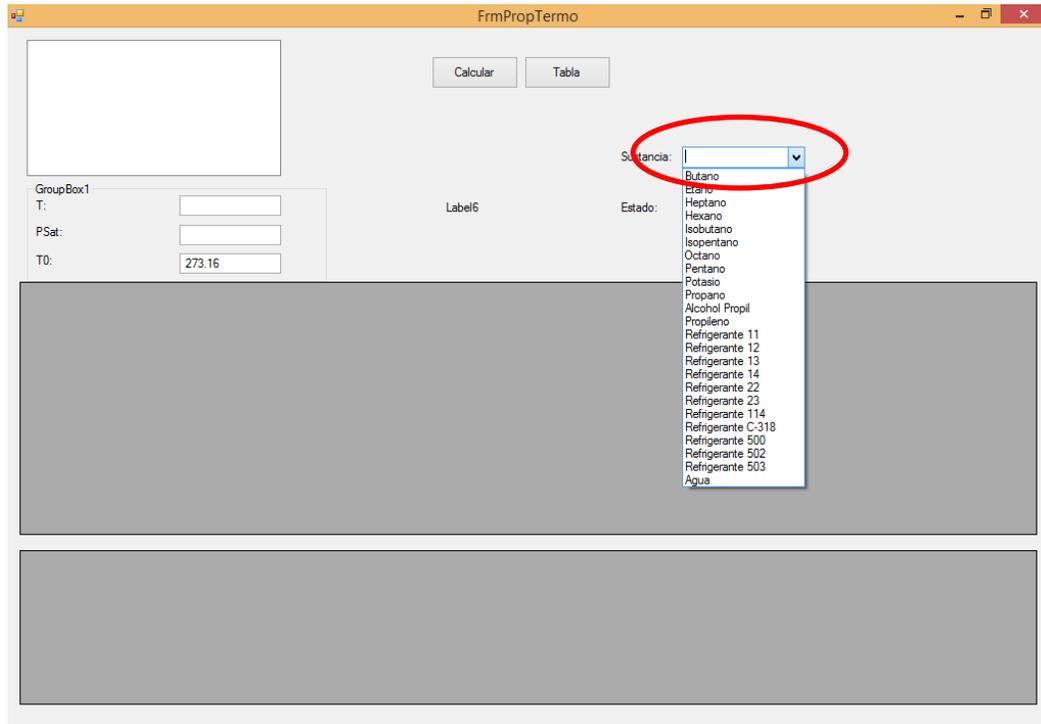


Figura 9: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: Despliegue del menú donde se presentan las sustancias puras a las cuales se les pueden determinar las propiedades termodinámicas. El usuario puede elegir cualquiera de ellas.

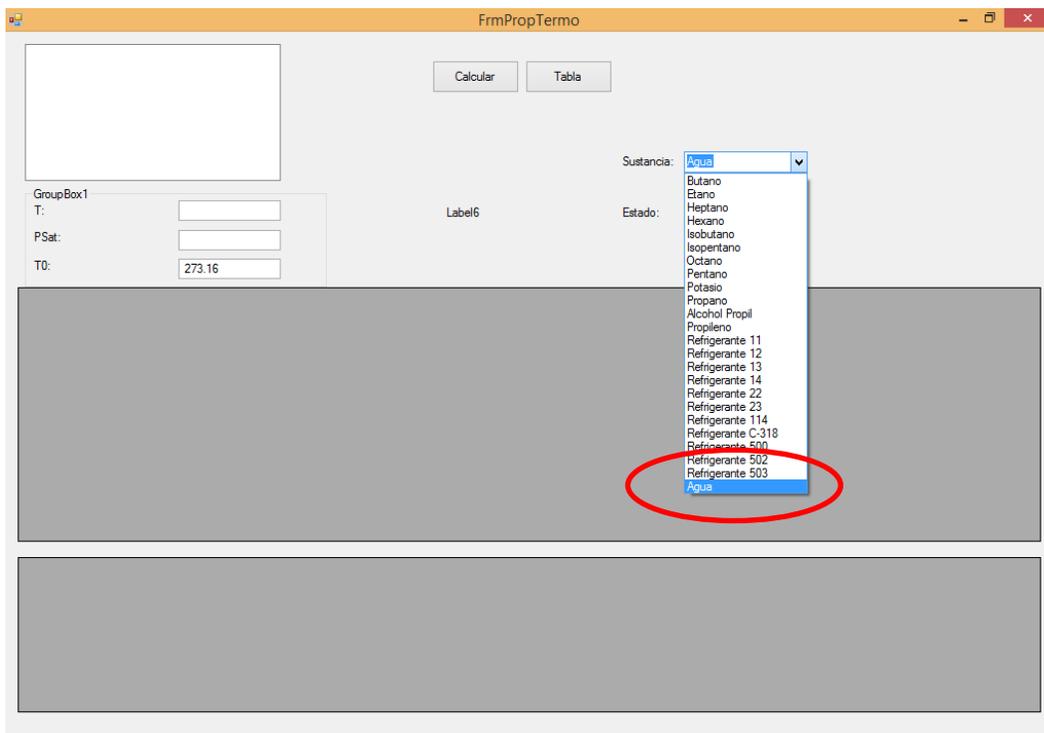


Figura 10: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: Despliegue del menú donde se presentan las sustancias puras y el usuario selecciona el agua.

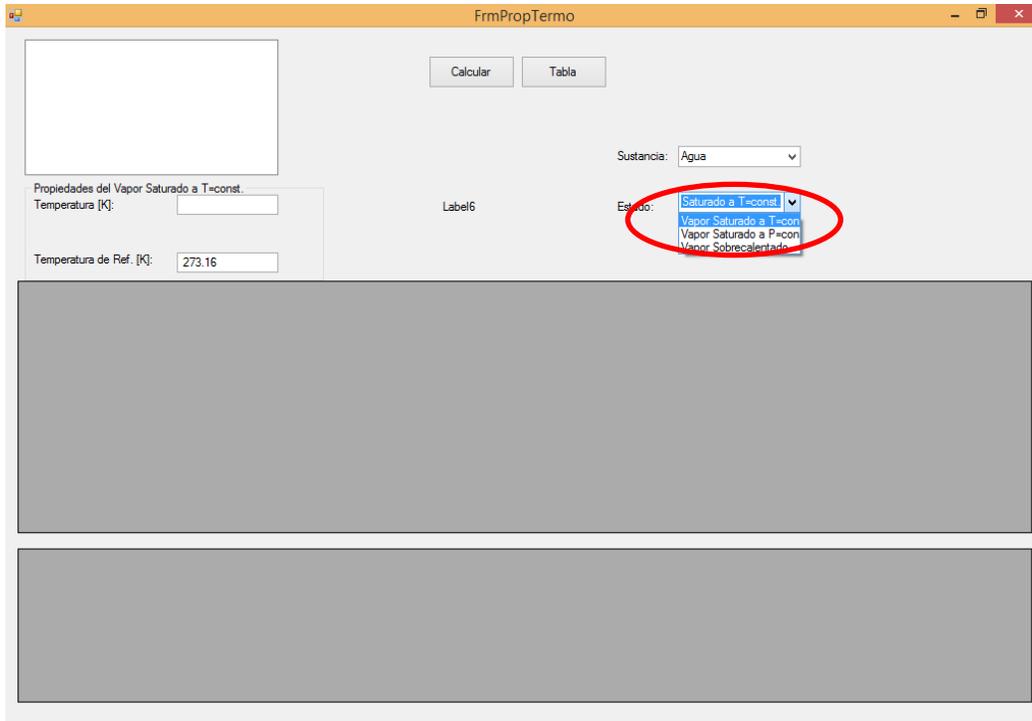


Figura 11: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: Una vez que el usuario selecciona la sustancia pura, se dirige a seleccionar el estado en el cual está dicha sustancia pura. Para ello se despliega un submenú en el cual el usuario debe escoger la opción del caso en estudio.

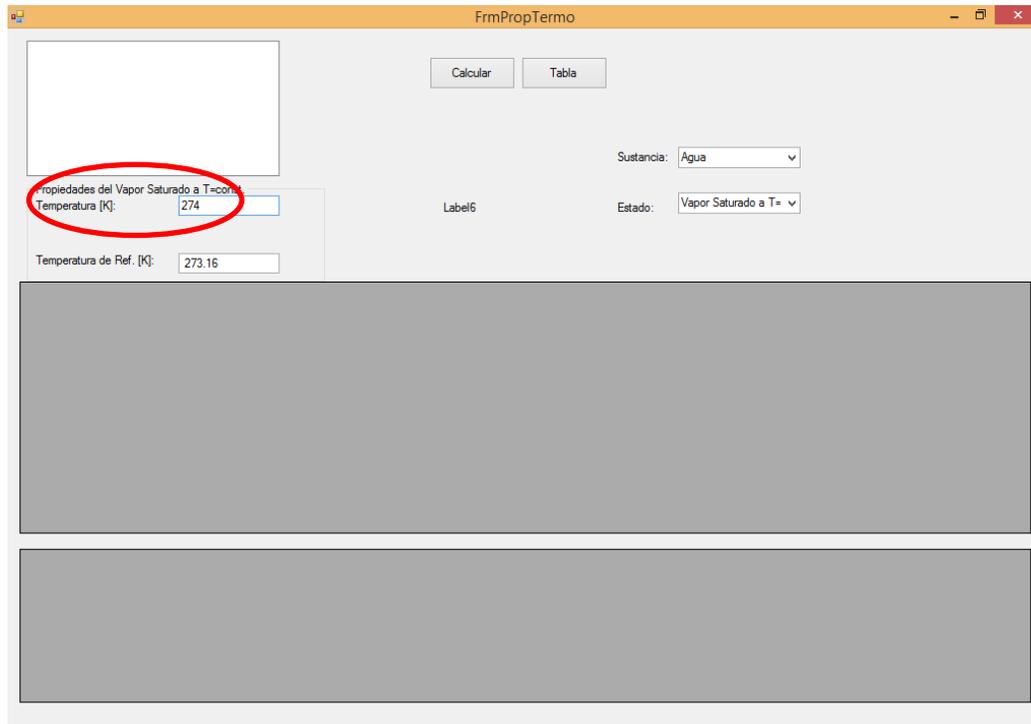


Figura 12: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: El usuario seleccionó tanto la sustancia pura como el estado en el cual está dicha sustancia. Para el estado que seleccionó deberá indicar la temperatura que consideró constante. Para ello deberá ingresar el valor de dicha temperatura.

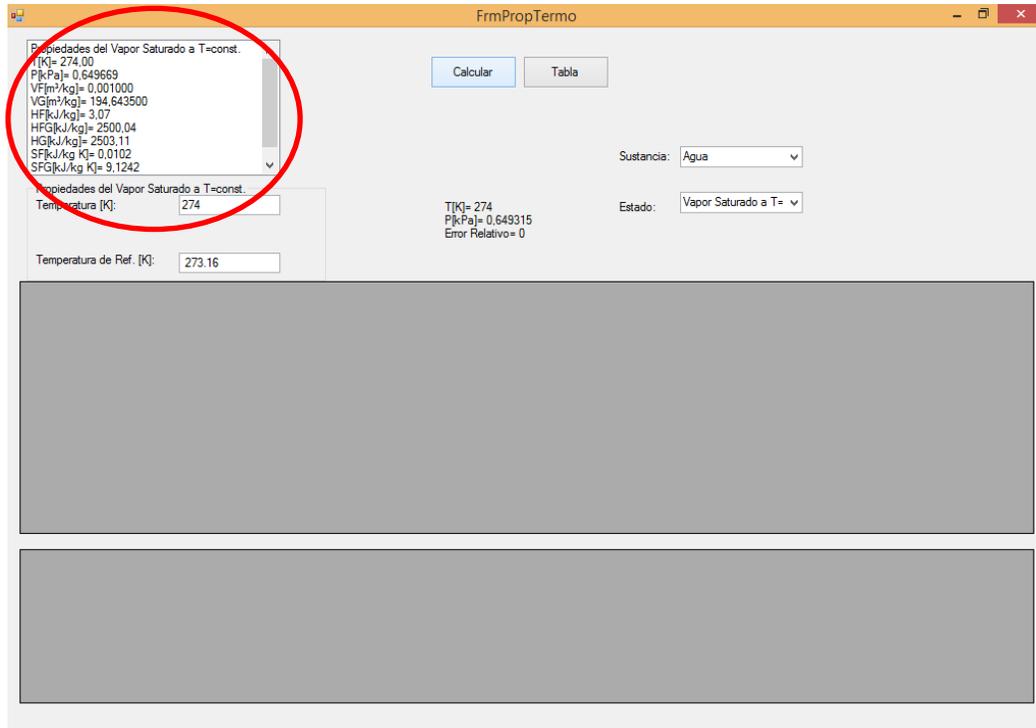


Figura 13: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: En este momento se indican las propiedades termodinámicas de la sustancia pura seleccionada y debido al estado en el cual se presenta. En la pantalla, en el lado superior izquierdo aparecen los resultados del cálculo realizado.

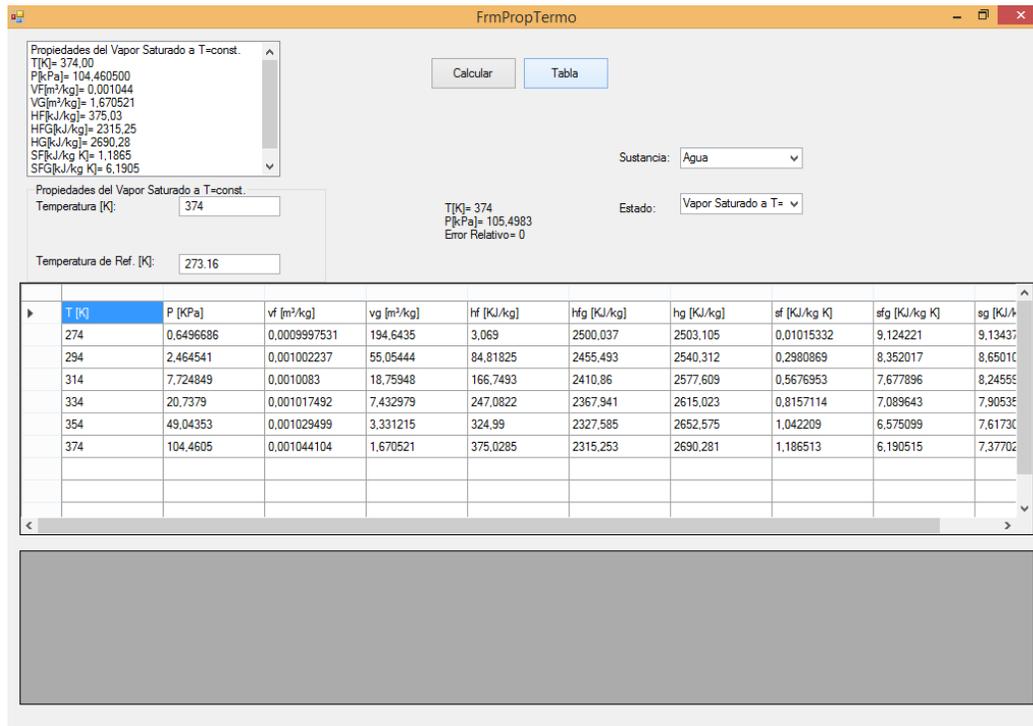


Figura 14: Pantalla de selección del Material Educativo Computarizado. Fuente: Elaboración propia

Descripción de la acción: En la pantalla anterior se pudieron apreciar los resultados del cálculo de las propiedades termodinámicas. Como un aporte adicional el Material Educativo Computarizado puede determinar, bajo las mismas condiciones aportadas por el usuario de sustancia como de estado, los valores de las propiedades en un intervalo especificado por el usuario y presentarlo en subintervalos que también puede seleccionar el usuario. Dicha opción la tiene al seleccionar la opción Tabla ubicada en la parte superior central de la pantalla.

FASE IV. Evaluación de la Propuesta.

Esta etapa comprendió, la evaluación del Material Educativo Computarizado. En este sentido, Sánchez, J. (2000), indica que “los más usados son pautas tipos listas de cotejos con respuestas cerradas y abiertas” que permiten identificar problemas de usabilidad de la aplicación en cuestión.

Para la evaluación del material educativo computarizado se realizaron tres procedimientos: primero; la evaluación mediante el juicio de un experto del entorno elaborado, segundo, la realización de una encuesta con los sujetos diana del material elaborado y, por último, se realizaron varios ejercicios de un libro. Estas estrategias, según Cabero, J. (2002), en su Trabajo de Investigación titulado: Diseño y Evaluación de un Material Multimedia y Telemático para la Formación y Perfeccionamiento del Profesorado Universitario para la Utilización de las Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Docencia, “son de las más utilizadas para la evaluación de materiales educativos audiovisual, informático, multimedia y telemático”. (p. 127).

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se utilizó como técnica de recogida de datos un cuestionario aplicado a los estudiantes una vez que utilizaron el Material Educativo Computarizado, aparte del juicio de un experto de la Maestría de Matemática y Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Dicho instrumento permitió recoger información sobre tres aspectos fundamentales como son: Aspectos Técnicos (hardware y software necesarios para su instalación); Aspectos Pedagógicos (aspectos relevantes del proceso de enseñanza); y por último, Aspectos Funcionales. (Ver Anexos).

Ahora bien, los aspectos evaluados permitieron determinar si el Material Educativo Computarizado realizaba los cálculos de manera eficiente, rápida y fiable. Se puede observar en la Tabla de Especificaciones del instrumento aplicado (Ver Anexos).

Las respuestas obtenidas de los aspectos fundamentales indicaron que el Material Educativo Computarizado funcionaba de forma rápida en las diferentes partes del mismo, es decir, recibiendo instrucciones y ejecutándolas, además podían observar los resultados de forma fácil y poder contrastarlos con los resultados otorgados por tablas, lo cual le otorga la fiabilidad necesaria al momento de resolver problemas asociados a las propiedades termodinámicas de las sustancias puras que están disponibles.

Adicionalmente, constataron que no hubo necesidad de adquirir equipos adicionales o hardware para los equipos computacionales que tienen a disposición, aparte que el software necesario tampoco les ocasionó un problema para conseguirlo.

Consideraron que el Material Educativo Computarizado les ofrece un volumen suficiente de información de forma rápida en comparación con el método que tradicionalmente usan, las tablas, por lo cual les motivaba a seguir utilizándolo. Aunado a ello, podían observar que sucedía con las sustancias puras cuando cambiaban las condiciones iniciales, y los resultados eran obtenidos con facilidad y sin tener que realizar todos los cálculos desde el principio, tal como lo harían empleando el método tradicional de cálculo.

Evidentemente, todo lo anterior le otorga niveles de eficiencia al Material Educativo Computarizado sobre la base de la cantidad de información que puede manejar y otorgar al usuario, además del tiempo de ejecución del mismo. Los usuarios hacen énfasis en el tiempo que demoraría realizar los cálculos y una vez obtenidos cambiar las condiciones iniciales para realizar comparaciones. Ello aporta un valor adicional al uso del mismo, lo que trae como prestación mayor capacidad de formación al estudiante.

También sintieron comodidad al observar que los resultados, de los cálculos presentados, eran fáciles de comprender debido a la nomenclatura que se utilizó. La misma guardaba total sintonía con lo que habían visto en sus clases, lo que pudieron entender y utilizar los resultados en los problemas de clases.

Acerca de la disponibilidad de interactuar con el material educativo computarizado, mostraron satisfacción de poder seleccionar entre una gran cantidad de sustancias disponibles aparte de la posibilidad de indicar las condiciones iniciales.

Indudablemente surgieron otras necesidades durante la ejecución del material educativo computarizado, unas pudieron incorporarse, otras quedan pendientes para futuras investigaciones. Las mismas se incluirán dentro de las recomendaciones para poner a disposición de investigadores para un futuro trabajo de investigación que las incluya. No obstante, se colocó el código fuente en un repositorio en internet para que otros programadores puedan realizarle mejoras.

En cuanto a los ejercicios realizados, se escogió como libro de referencia Çengel, Y. y Boles, M. (2003).

Problema 1

Determine la entalpía del agua líquida a 100 °C y 15 MPa. (página 105)

a) Solución del libro

$$HF= 434,60 \text{ kJ/kg}$$

b) Solución del Material Educativo

$$HF= 436,34 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del error cometido

Fórmula a utilizar:

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \frac{(\text{valor real} - \text{valor aproximado})}{\text{valor real}} \times 100$$

Realizando unos ajustes en función a la determinación que se desea realizar, se entiende que el valor real es el aportado por el libro mientras el valor aproximado es el que aporta el material educativo computarizado (mec). Adicionalmente se tomará el valor absoluto en la diferencia entre el valor del libro y el valor que resulta en el material educativo computarizado porque lo que se desea observar es el porcentaje de precisión en la medición.

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \left| \frac{(\text{valor libro} - \text{valor mec})}{\text{valor libro}} \right| \times 100$$

Sustituyendo;

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \left| \frac{(434,60 - 436,34)}{434,60} \right| \times 100$$

$$\% \text{ error relativo porcentual} = 0,4 \%$$

Según Çengel, Y. y Boles, M. (2003) comenta que, “sin embargo, esta mejora en la exactitud frecuentemente no vale el esfuerzo extra que implica”. (p. 105). Por lo cual, un error de cálculo de aproximadamente de 1% es bastante aceptable e incluso es suficiente para descartar uno u otro método de cálculo más complejo.

Problema 2

Determine la entalpía y entropía del agua a 400 °F y 20 psia. (página 82)

a) Solución del libro

$$H=2865,6 \text{ kJ/kg}$$

$$S=7,3115 \text{ kJ/kg K}$$

b) Solución del Material Educativo

$$H=2888,63 \text{ kJ/kg}$$

$$S=7,7117 \text{ kJ/kg K}$$

Cálculo del error cometido

Fórmula a utilizar:

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \left| \frac{(\text{valor libro} - \text{valor mec})}{\text{valor libro}} \right| \times 100$$

Sustituyendo para la entalpía;

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \left| \frac{(2865,6 - 2888,63)}{2865,6} \right| \times 100$$

$$\% \text{ error relativo porcentual} = 0,8 \%$$

Sustituyendo para la entropía;

$$\% \text{ error relativo porcentual} = \left| \frac{(7,3115 - 7,7117)}{7,3115} \right| \times 100$$

$$\% \text{ error relativo porcentual} = 5,47 \%$$

Se observa que al determinar la entropía el porcentaje del error es mayor que al determinar la entalpía ya que al determinar la entropía se realizan varios ajustes de aproximación en el cálculo. Uno de ellos es el ajuste por la temperatura debido al calor intercambiado en el proceso el cual debe ser expresada en función de Kelvin. Sin embargo, nótese que el error es menor a 6%. En el uso de instrumentos de medición, hay instrumentos que tienen errores de calibración muy cercanos a este valor. Si comparamos las ecuaciones que se desprenden del cálculo de las propiedades termodinámicas, el tiempo y esfuerzo para resolverlas, y las comparamos con el tiempo y esfuerzo al utilizar el presente material educativo computarizado, aumenta la importancia del mismo.

Aunado a ello, si se toma en cuenta la dificultad en los cálculos, tal como comenta, Çengel, Y. y Boles, M. (2003), “esta mejora en la exactitud frecuentemente no vale el esfuerzo extra que implica”. (p. 105).

Ahora bien, el aporte más significativo del presente material educativo computarizado, constituye el ahorro de tiempo y esfuerzo al momento de ubicar los valores de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras dadas las condiciones en las que se presentan. Ello constituyó el centro de acción de la presente investigación, ya que les permite a los estudiantes obtener con extrema rapidez los valores necesarios para la realización de ejercicios. En este sentido, el material educativo ofrece una aproximación bastante aceptable en cuanto al error cometido en el cálculo.

Es por ello que se realizó una revisión de las tablas que ofrece el libro anteriormente mencionado y el valor que resulta al introducir las condiciones en el material educativo computarizado.

a) Agua saturada a presión constante

Presión 1 kPa

Temperatura 280,14 K

Propiedades Termodinámicas

Tabla 2

Instrumento utilizado	VF (m^3/kg)	VG (m^3/kg)	HF (kJ/kg)	HFG (kJ/kg)	HG (kJ/kg)	SF (kJ/kg)	SFG (kJ/kg K)
Material Educativo	0,001000	130,35800	27,42	2486,84	2514,26	0,0981	8,8816
Tablas del Libro (Apéndice 1 Tabla A.5)	0,001000	129,21	29,30	2484,9	2514,2	0,1059	8,8697

Fuente: Elaboración propia

b) Agua sobrecalentada

Presión 200 kPa

Temperatura 423,16 K

Propiedades Termodinámicas

Tabla 3

Instrumento utilizado	V(m³/ kg)	H (kJ/kg)	S(kJ/kg K)
Material Educativo	0,976079	2783,42	7,3062
Tablas del Libro (Apéndice 1 Tabla A.6)	0,9596	2768,8	7,2795

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados obtenidos aportan un valor experimental muy cercano al valor real, según pudimos apreciar al determinar el cálculo del error en los ejemplos anteriores, y además proporcionan un importante ahorro de tiempo y esfuerzo al realizar ejercicios para determinar propiedades termodinámicas. Ahora bien, si tomamos en cuenta que estos valores reales deben ser buscados en una cantidad considerable de tablas y discriminados, primeramente, por la sustancia y luego por las condiciones en las cuales se presentan, temperatura y presión, se puede apreciar con facilidad la enorme importancia de contar con el presente material educativo computarizado.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

Los aspectos administrativos de la presente investigación mostraron tanto la factibilidad como la relación costo-beneficio al realizar el desarrollo del software de cálculo.

Bien afirman Rodríguez, Y., Ochoa, N. y Pineda, M. (2007):

“todo trabajo implica un costo. El uso de recursos humanos, materiales, económicos e institucionales es de suma importancia para que el investigador pueda llevar a cabo su objetivo. Para calcular la gerencia administrativa, se recomienda calcular los recursos materiales, humanos e institucionales y el tiempo invertido. Se trata de responder a la pregunta: Si la investigación tuviera un patrocinio, o si usted como su autor fuese a venderla a un inversionista ¿Cuánto costaría?”. (p. 187).

En virtud de ello, se utilizó tanto recursos humanos como materiales. No obstante un factor importante en esta investigación lo constituye el tiempo invertido en horas-máquina, lo cual se traduce en el tiempo que pasó el investigador en el desarrollo de las rutinas para el cálculo de las propiedades termodinámicas de sustancias puras.

Análisis costo beneficio del Material Educativo Computarizado

Evidentemente el costo en recurso humano y tiempo empleado es bastante alto para el desarrollo de software. No obstante los beneficios de este alto costo son evidentes al momento de utilizar un computador.

El desarrollo de las rutinas que permite reconocer la sustancia pura a la cual se le realiza el cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras, es de gran apoyo en la docencia y en la investigación debido a que agiliza la evaluación y revisión de las propiedades termodinámicas de forma rápida y ágil además de ser visualizadas con una herramienta tecnológica. Esto constituye un aporte considerable a las condiciones actuales lo cual justifica en mucho las horas – hombre invertidas en su consecución.

Aunado a ello, puede servir tanto a estudiantes como investigadores del área de desarrollo de software al permitirles obtener cálculos de propiedades termodinámicas de sustancias puras y adicionalmente, los resultados de esta investigación pueden ser implementados en otras áreas científicas y empresariales para realizar ajustes en el área de producción, mantenimiento, entre otras, lo cual les permitirá agilizar la toma de decisiones.

Costos para la Ejecución del Proyecto

Tabla 4

Objetivos	Descripción	Costo en Bs.
Diagnóstico de la necesidad	Conexiones a la red	25.000,00
	PC de escritorio e impresión de los instrumentos de la encuesta	500.000,00
Diseño de la Propuesta	Conexiones a la red	25.000,00
	Papel, libros, impresiones, tóner, lápices, carpetas, bolígrafos, memorias usb.	500.000,00
Evaluación de la Propuesta	Conexiones a la red	15.000,00
	Papel, impresiones, tóner, lápices, carpetas, bolígrafos, memorias usb.	200.000,00
	TOTAL GASTOS	1.265.000,00

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Es innegable el aumento de usuarios de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. En la sociedad actual las universidades han reflejado las tensiones y problemáticas propias en las que se ubica. Sin embargo también trasciende a menudo su función de espejo, en muchos casos y en la mayoría de los períodos de la historia, la universidad ha sido un motor al que la sociedad acude para buscar formas y modelos de convivencia, fórmulas para combinar y atajar nuevos retos y soluciones ante determinados problemas sociales.

Es común hablar en estos momentos de cambios, propiciado por los avances de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, como el inicio de una nueva era a la que suele llamarse sociedad de la información.

De esta manera, la universidad, para lograr verdaderos cambios y verdaderos procesos de innovación, debe, en primer lugar, prestar atención al entorno que la circunscribe y los mensajes que expone, como también a los cambios externos que ocurren en otras instituciones o comunidades como lo son, los cambios en el conocimiento en cuanto a la generación, gestión y distribución el mismo.

Indiscutiblemente, frente a esta presión, se producen respuestas institucionales de distinto tipo, entre otras:

- Programas que fomenten la innovación del docente en las universidades, básicamente unido a la incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza.

- Impulsar cambios en los recursos utilizados para la enseñanza.

- Cambios en la praxis docente y evidentemente modificar la conducta pasiva de los estudiantes.

Dando respuesta a estos cambios necesarios se presentó el Material Educativo Computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras, el cual le proporciona a los estudiantes interactuar con un recurso obtenido con el fin de acercar parte de los cambios que se originan en el mundo actual de manera más sencilla pero bien estructurada.

Los estudiantes consideran que la utilización del presente Material Educativo Computarizado les permite observar de forma rápida y estructurada los resultados del cálculo de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras, ello mejora su desempeño en el desarrollo de ejercicios y una fácil aplicabilidad de los resultados. Además de ello pueden, con un mínimo esfuerzo, ir variando tanto las condiciones iniciales como las sustancias a las cuales les realizan la determinación de las propiedades termodinámicas. En pocas palabras, les ahorra tiempo y esfuerzo, ello significa, en el ámbito ingenieril, eficiencia.

Los estudiantes afirman que el Material Educativo Computarizado es fácil de utilizar y no requiere más recursos de hardware que los que tenía su computador antes de utilizarlo. Lo cual no genera costos adicionales ni el inconveniente de buscar soporte técnico al momento de instalar nuevo hardware. Aseguran, de igual manera, que han podido instalar el software necesario en su computador para poder acceder al Material Educativo Computarizado, lo cual confirma que la decisión de haber sido programado bajo visual basic, fue de vital importancia.

Luego de realizar los cálculos, afirman que son fáciles de comprender, en cuanto a que son presentados de forma estructurada, eficiente y siguiendo la nomenclatura utilizada en sus clases. Afirman que la utilización del Material Educativo Computarizado les motiva a seguir usándolo, debido en gran parte a la simplicidad en cuanto a su uso y la capacidad que tiene para determinar las propiedades termodinámicas.

Los estudiantes manifiestan la facilidad de interacción que le permite el Material Educativo Computarizado, el cual les permite escoger la sustancia pura que deseen dentro de un menú de opciones, lo cual les otorga eficiencia, y la posibilidad de variar las condiciones iniciales que presentan dichas sustancias, lo cual les ayudó a visualizar de forma rápida que sucede al variar las condiciones iniciales de una misma sustancia y verificar sus respectivas propiedades termodinámicas, de manera fiable, sin mucho esfuerzo.

Se mostró que los resultados obtenidos aportan un valor experimental muy cercano al valor real en la mayor parte de los cálculos realizados. Dicho error se determinó por debajo de 1% de error en el cálculo, según se apreció en los ejemplos

realizados. Si comparamos las ecuaciones que se desprenden del cálculo de las propiedades termodinámicas, el tiempo y esfuerzo para resolverlas, y las comparamos con el tiempo y esfuerzo al utilizar el presente Material Educativo Computarizado, contrastado con el error que se comete, se evidencia el importante aporte del Material Educativo Computarizado que se realizó.

Adicionalmente, si tomamos en cuenta que los valores reales de las propiedades termodinámicas de las sustancias puras deben ser buscados en una cantidad considerable de tablas, habilidad que debe adquirir el estudiante después de bastante tiempo y un número impresionante de ejercicios, las cuales muestran en primer lugar la sustancia y luego debe ser buscada la condición en la cual se presenta dicha sustancia, en cuanto a presión y temperatura, se puede apreciar con facilidad el formidable valor de contar con el presente Material Educativo Computarizado al momento de determinar las propiedades termodinámicas de la sustancia requerida.

RECOMENDACIONES

Durante la realización del presente trabajo de investigación fueron presentándose necesidades adicionales a las propuestas al inicio del mismo. Algunas de ellas pudieron incorporarse, tales como mejorar la presentación de los resultados, utilizar un lenguaje de programación que otorgara facilidades para el desarrollo de aplicaciones de bases de datos, incorporar el código a una comunidad de programadores para su utilización y mejoras, entre otras.

Sin embargo, otras necesidades que surgieron no se incorporaron debido a que sería infinito el trabajo y requeriría mucho más tiempo para su finalización.

Sería importante incluir, como un aporte adicional posterior, un menú que les permita observar el respectivo diagrama de la sustancia como también el respectivo domo o superficie P-v-T del sistema para apoyar visualmente en un gráfico los cálculos realizados, sin embargo dicha acción ocasionaría algunas horas adicionales de trabajo de programación. Lo cual podría ser una tarea pendiente para futuras investigaciones. Otra acción que pudiese aumentar las prestaciones del material educativo computarizado, sería incorporar más sustancias para la determinación de sus propiedades termodinámicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO, C. (2005). **Desarrollo de un algoritmo inteligente basado en lógica difusa para la selección de correlaciones en la estimación de propiedades físicas y termodinámicas.** Trabajo de Maestría no publicado. Universidad de Carabobo. Bárbula.
- BARRAGÁN, J. y Bazúa, E. (2004). **Herramientas para la enseñanza de la termodinámica en ingeniería química.** Tecnología, Ciencia y Educación. N° 19. pp. 83-91.
- BOLÍVAR, A. (2001). **Simulación de procesos y ciclos termodinámicos mediante un programa en computadora.** Trabajo de Maestría no publicado. Universidad de Carabobo. Bárbula.
- CABERO, J. (2001). **La aplicación de las TICs, ¿Esnobismo o realidad educativa?.** [En línea]. Disponible en: <http://reddigital.cnice.mecd.es/index2.html>. [Consulta: 29/06/2007].
- CABERO, J. (2002). **Diseño y Evaluación de un Material Multimedia y Telemático para la Formación y Perfeccionamiento del Profesorado Universitario para la Utilización de las Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Docencia.** [En línea]. Disponible en: http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/pdf/EA2002_0177.pdf. [Consulta: 27/12/2017].

- CABERO, J. (2002). **Fuentes documentales para la investigación audiovisual, informática y nuevas tecnologías de la información y documentación.** [En línea]. Disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/revistaslibros/cabero8.htm>. [Consulta: 07/06/2007].
- CABERO, J. (2003). **La utilización de las TICs, nuevos retos para las Universidades.** [En línea]. Disponible en: http://tecnologiaedu.us.es/simposio_iberamericano/ponencias/pdf/ES.1.40.pdf. [Consulta: 7/06/2007].
- CABERO, J. y Pérez, F. (2003). **Estrategias didácticas para la red.** [En línea]. Disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/tics3>. [Consulta: 29/06/2007].
- CABERO, J. (2004). **La red como instrumento de formación. Bases para el diseño de materiales didácticos.** Píxel Bit. [En línea]. Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n22/n22art/art2201.htm>. [Consulta: 10/06/2007].°
- CABERO, J. (2006). **Bases Pedagógicas del e-learning.** Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento. [En línea]. Vol. 3 N° 1. Disponible en: <http://www.uoc.edu/rusc/3/1/dt/esp/cabero.pdf>. [Consulta: 4/06/2007].
- CABERO, J. (2007). **Tecnología Educativa.** 1era Edición. Editorial Mc Graw Hill. Madrid. España.
- CABERO, J. y otros (2008). **Aportaciones al e-learning: desde la Investigación Educativa.** Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla. [En línea]. Disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/pdf/elearning08.pdf>. [Consulta: 19/10/2008].

- CAMPBELL, D y STANLEY, J. (1970). **Diseños Experimentales y Cuasiexperimentales en la Investigación Social**. Argentina. Amorrortu Editores.
- CAZARES, L., y Otros. (2000). **Técnicas Actuales de Investigación Documental**. Editorial Trillas-UAM. 3era Edición. México.
- DE BARRERA, J. (2008). **El Proyecto de Investigación**. Ediciones Quirón. 6ta Edición. Caracas. Venezuela.
- ENRED (2004). **Sociedad de la Información en el siglo XXI: un requisito para el desarrollo. Buenas prácticas y lecciones aprendidas**. [En línea]. Disponible en: <http://www.desarrollosi.org>. [Consulta: 04/06/2007].
- FIERRO, E. y Otros (2016). **Método de Contribución de Grupos: una Herramienta Fundamental en cursos Avanzados de Termodinámica y Física de Fluidos para la Estimación de Propiedades de Sustancias**. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062016000300011&script=sci_arttext [Consulta: 21/12/2017].
- FLORES, S., y Otros (2003). **¿Cómo Mejorar el Proceso Enseñanza-Aprendizaje Mediante la Evaluación-Regulación?. El Caso de la Termodinámica**. Memorias de las Terceras Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química. Argentina, 1-8 de octubre.
- GAGNÉ, R. (1979). **Las condiciones del aprendizaje**. Editorial Interamericana. 3era Edición. México.

- GAITÁN, M., (2011). **Software para la graficación de diagramas termodinámicos. Proyecto Integrador de Ingeniería en Computación.** Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- HILL, J., y KOLB, D. (1999). **Química para el nuevo milenio.** Editorial Progreso S.A de C.V. México.
- HURTADO, A. y ORJUELA, H. (2012). **Acercamiento al Desarrollo de Software de Simulación Interactivo como Herramienta en la Enseñanza y Aprendizaje de la Física: Proyecto Step.** Revista EDUCyT, 2012; Vol. Extraordinario, Diciembre, ISSN: 2215-8227. Bogotá. Colombia.
- HURTADO, I y TORO, J. (2001). **Paradigmas y Métodos de Investigación en tiempos de Cambio.** Valencia. Carabobo, Venezuela.
- JACOBSON, I., BOOCH, G., y RUMBAUGH, J. (2000). **El Proceso Unificado de Desarrollo de Software.** Pearson Addison-Wesley.
- KERLINGER, F., y PEDHAZUR, E. (1973). **Multiple regression in behavioral research.** New York, N.Y.: Holt, Rinehart and Winston, Inc. EE.UU.
- KURT, R. (2006). **Termodinámica.** Editorial Pearson. Prentice Hall. Sexta edición. México.
- LÓPEZ, F. (1995). **Los problemas del pensamiento gerencial en las sociedades postmodernas o de cómo se “evapora” el mundo físico.** Revista Faces. Año 5, N° 11, Diciembre-Febrero. Universidad de Carabobo. Caracas, Venezuela.

MANUAL DE TRABAJOS DE GRADO DE ESPECIALIZACIÓN Y MAESTRÍA Y TESIS DOCTORALES. (2006). Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas. Venezuela.

MÉNDEZ, G. (2017). **Desarrollo de un Software para Centrales Térmicas de Ciclo Rankine con Precalentadores Abiertos, Cerrados y Recalentamiento.** Trabajo de Maestría. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17947> [Consulta: 20/12/2017].

MORAN, M., y SHAPIRO, H. (2004). **Fundamentos de Termodinámica Técnica.** Editorial Reverte, S.A. Barcelona. España.

PENROSE, R. **La mente nueva del emperador.** Fondo de Cultura Económica. Ciudad de México. México. (s.f.).

PÉREZ, G. (1994). **Investigación cualitativa. Retos e interrogantes.** Editorial La Muralla. México.

QUIÑONEZ, C., y Otros (2006). **Desarrollo de herramientas virtuales para la enseñanza de la termodinámica básica.** Revista Colombiana de Física N° 38 pp. 1423-1426.

QUIROZ, M. (2003). **Hacia una didáctica de la investigación.** Ediciones Castillo. México.

RAMILO, C. y VILLANUEVA P. (2001). **Issues, Policies and Outcomes: Are ICT Policies Addressing Gender Equality?. United Nations ESCAP Expert Group Meeting.** [En línea]. Disponible en: <http://www.unescap.org/esid/GAD/Publication/Issues.pdf>. [Consulta: 16/07/2007].

- RODRÍGUEZ, Y., OCHOA, N. y PINEDA, M. (2007). **La Experiencia de Investigar**. Ediciones Papiro. Valencia. Venezuela.
- ROJAS, R. (1989). **Investigación social teoría y praxis**. Editorial Plaza y Valdez. México.
- RÚA, E.,y Otros (2014). **Aprendizaje interactivo de termodinámica de fluidos apoyado en las tecnologías de la información y comunicación**. Revista *Respuestas*, vol. 19, no. 2, pp. 41-50. ISSN 0122-820X. Cúcuta. Colombia.
- SAMPIERI, R. y Otros (2006). **Metodología de la Investigación**. Editorial McGraw - Hill Interamericana de México. 4ta Edición. Naucalpan de Juárez. México.
- SÁNCHEZ, G. (2004). **Propuesta de laboratorio en termodinámica para alumnos del 9no grado**. Trabajo de Maestría no publicado. Universidad de Carabobo. Bárbula.
- SÁNCHEZ, J. (2000). **Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación**. Chile. Universidad de Chile.
- SEQUERA, R. (2011). **Desarrollo de un software educativo para la enseñanza del Álgebra. caso de estudio: Álgebra I, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Carabobo**. Trabajo de Maestría no publicado. Universidad de Carabobo. Bárbula.
- VÉLAZ DE MEDRANO, C. (2003). **La mediación múltiple: creación de un sistema de enseñanza/aprendizaje a distancia a partir del diseño de un plan general de recursos didácticos de la disciplina**. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED). Número 1. Año 2005.

VILLAR, L. y Cabero, J. (1997). **Desarrollo Profesional docente en Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación**. Editorial GID. Sevilla. España.

ÇENGEL, Y. y Boles, M. (2003). **Termodinámica**. Editorial Mc Graw Hill. México.

ANEXOS



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



ESTIMADO ESTUDIANTE, a continuación se le presenta el siguiente instrumento con la finalidad de diagnosticar las necesidades existentes de utilizar la tecnología para la enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El instrumento consta de un total de 12 preguntas con cinco (5) opciones de respuesta. Usted deberá seguir los siguientes pasos:

1. Lea cuidadosamente cada uno de los ítems planteados.
2. Trate de no omitir ninguna respuesta.
3. Seleccione marcando con una equis (x) en el recuadro de la opción que considere adecuada, cuyos criterios se especifican a continuación:
 - Definitivamente Sí (5)
 - Probablemente Sí (4)
 - Indeciso (3)
 - Probablemente No (2)
 - Definitivamente No (1)

Los resultados de su apreciación serán utilizados con fines académicos para elaborar un software de apoyo en la Cátedra.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Nº	Ítems	5	4	3	2	1
1	¿Considera actualizados los métodos de enseñanza en la asignatura Termodinámica?					
2	¿El profesor utiliza varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura?					
3	¿Las técnicas de enseñanza que utiliza el profesor para el desarrollo de su clase hacen uso de la tecnología?					
4	¿Tiene un buen desempeño en el uso del computador?					
5	¿Conoce usted de algún software educativo que se utilice como apoyo en la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?					
6	¿Considera usted necesario el uso de software educativo que le permita observar con mayor facilidad gráficas de las propiedades termodinámicas?					
7	¿Cree usted necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?					
8	¿Apoyaría usted la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?					
9	¿Usted cree que el uso de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica elevaría el nivel académico de su formación?					
10	¿Considera costoso el acceso a programas educativos computarizados con licencia?					
11	En base a la necesidad de avance tecnológico del país, ¿considera oportuna la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?					
12	Desde el punto de vista social, ¿cree pertinente el uso de software educativo en la actualidad para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?					

TABLA DE ESPECIFICACIONES

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO DEL INSTRUMENTO
Desarrollar un software para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras	Diagnosticar la necesidad de utilizar recursos computarizados por los profesores de las Cátedras de Termodinámica I en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo al realizar el cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Estrategias Utilizadas	Recursos Técnicas	2 1, 3	Escala de Likert
Software Educativo	Necesidad tecnológica	6,11	
	Uso del Computador		
	Contenido adaptado a la Cátedra	4 5	
Factibilidad	Pertinencia	7	
	Costos	10	
	Utilidad Institucional	8	
	Utilidad Académica	9	
	Utilidad Social	12	



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



ESTIMADO EXPERTO, a continuación se le presenta el siguiente instrumento con la finalidad de validar el cuestionario a presentar a los estudiantes a fin de diagnosticar las necesidades existentes de utilizar la tecnología para la enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El instrumento consta de un total de 12 preguntas con cinco (5) opciones de respuesta. Usted deberá seguir los siguientes pasos:

4. Lea cuidadosamente cada uno de los ítems planteados.
5. Trate de no omitir ninguna respuesta.
6. Seleccione marcando con una equis (x) en el recuadro de la opción que considere adecuada, cuyos criterios se especifican a continuación:
 - Definitivamente Sí (5)
 - Probablemente Sí (4)
 - Indeciso (3)
 - Probablemente No (2)
 - Definitivamente No (1)

Los resultados de su apreciación serán utilizados con fines académicos para elaborar un software de apoyo en la Cátedra.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

N°	Ítems	SE AJUSTA AL ÍTEM A EVALUAR		
		SI	NO	CORREGIR
1	¿Considera actualizados los métodos de enseñanza en la asignatura Termodinámica?			
2	¿El profesor utiliza varios recursos tecnológicos para la enseñanza de la asignatura?			
3	¿Las técnicas de enseñanza que utiliza el profesor para el desarrollo de su clase hacen uso de la tecnología?			
4	¿Tiene un buen desempeño en el uso del computador?			
5	¿Conoce usted de algún software educativo que se utilice como apoyo en la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?			
6	¿Considera usted necesario el uso de software educativo que le permita observar con mayor facilidad gráficas de las propiedades termodinámicas?			
7	¿Cree usted necesario implementar una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?			
8	¿Apoyaría usted la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?			
9	¿Usted cree que el uso de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica elevaría el nivel académico de su formación?			
10	¿Considera costoso el acceso a programas educativos computarizados con licencia?			
11	En base a la necesidad de avance tecnológico del país, ¿considera oportuna la implementación de software educativo como una estrategia adicional para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?			
12	Desde el punto de vista social, ¿cree pertinente el uso de software educativo en la actualidad para la enseñanza de los contenidos de la asignatura Termodinámica?			



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



EVALUACIÓN DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO

ESTIMADO ESTUDIANTE, a continuación se le presenta el siguiente instrumento con la finalidad de evaluar el Material Educativo Computarizado para la enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El instrumento consta de un total de 14 preguntas con cinco (5) opciones de respuesta. Usted deberá seguir los siguientes pasos:

7. Lea cuidadosamente cada uno de los ítems planteados.
8. Trate de no omitir ninguna respuesta.
9. Seleccione marcando con una equis (x) en el recuadro de la opción que considere adecuada, cuyos criterios se especifican a continuación:
 - Definitivamente Sí (5)
 - Probablemente Sí (4)
 - Indeciso (3)
 - Probablemente No (2)
 - Definitivamente No (1)

Los resultados de su apreciación serán utilizados con fines académicos.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

Nº	Ítems	5	4	3	2	1
1	¿Se realizó de forma rápida el funcionamiento de las diferentes partes del programa?					
2	¿El tamaño de los cuadros de texto, textos, le permitió verlos y leerlos con facilidad?					
3	¿Pudo instalar el software necesario con facilidad en el computador?					
4	¿Los cálculos se ajustaron a los requerimientos necesarios en la realización de sus ejercicios?					
5	¿Necesitó instalar hardware adicional para ejecutar el Material Educativo Computarizado?					
6	¿Le pareció que la utilización del programa es fácil para el usuario?					
7	¿El Material Educativo Computarizado le ofreció un recurso adicional para el cálculo de las propiedades termodinámicas de sustancias puras?					
8	¿El volumen de información que le ofreció el Material Educativo Computarizado es suficiente para la realización de los ejercicios propuestos en clases?					
9	¿La facilidad de uso del Material Educativo Computarizado le motivó a seguir utilizándolo?					
10	¿Los cálculos presentados son fáciles de comprender, en función de la nomenclatura utilizada?					
11	¿El Material Educativo Computarizado le permitió interactuar al momento de indicar las condiciones iniciales y las sustancias puras?					
12	¿El Material Educativo Computarizado le permitió variar las condiciones iniciales de una misma sustancia pura?					
13	¿Pudo observar los resultados del cálculo de las propiedades termodinámicas de forma organizada?					
14	¿Considera que los cálculos obtenidos puede utilizarlos en su desempeño dentro de una industria u otro nivel de formación?					

TABLA DE ESPECIFICACIONES

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO DEL INSTRUMENTO
Desarrollar un software para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras	Evaluar el funcionamiento del material educativo computarizado para la enseñanza del cálculo de propiedades termodinámicas de sustancias puras.

DIMENSIONES	ÍTEMS	INSTRUMENTO
Aspectos Técnicos	5	
	3	
Aspectos Pedagógicos	7	
	8	
	9	
	10	Escala de Likert
	11	
	12	
	13	
	14	
Aspectos Funcionales	1	
	2	
	4	
	6	



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ÁREA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



ESTIMADO EXPERTO, a continuación se le presenta el siguiente instrumento con la finalidad de validar el cuestionario a presentar a los estudiantes a fin de evaluar el Material Educativo Computarizado para la enseñanza del Cálculo de Propiedades Termodinámicas de Sustancias Puras, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El instrumento consta de un total de 14 preguntas con cinco (5) opciones de respuesta. Usted deberá seguir los siguientes pasos:

- 10.** Lea cuidadosamente cada uno de los ítems planteados.
- 11.** Trate de no omitir ninguna respuesta.
- 12.** Seleccione marcando con una equis (x) en el recuadro de la opción que considere adecuada, cuyos criterios se especifican a continuación:
 - Definitivamente Sí (5)
 - Probablemente Sí (4)
 - Indeciso (3)
 - Probablemente No (2)
 - Definitivamente No (1)

Los resultados de su apreciación serán utilizados con fines académicos.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN.

N°	Ítems	SE AJUSTA AL		
		ITEM A EVALUAR		
		SI	NO	CORREGIR
1	¿Se realizó de forma rápida el funcionamiento de las diferentes partes del programa?			
2	¿El tamaño de los cuadros de texto, textos, le permitió verlos y leerlos con facilidad?			
3	¿Pudo instalar el software necesario con facilidad en el computador?			
4	¿Los cálculos se ajustaron a los requerimientos necesarios en la realización de sus ejercicios?			
5	¿Necesitó instalar hardware adicional para ejecutar el Material Educativo Computarizado?			
6	¿Le pareció que la utilización del programa es fácil para el usuario?			
7	¿El Material Educativo Computarizado le ofreció un recurso adicional para el cálculo de las propiedades termodinámicas de sustancias puras?			
8	¿El volumen de información que le ofreció el Material Educativo Computarizado es suficiente para la realización de los ejercicios propuestos en clases?			
9	¿La facilidad de uso del Material Educativo Computarizado le motivó a seguir utilizándolo?			
10	¿Los cálculos presentados son fáciles de comprender, en función de la nomenclatura utilizada?			
11	¿El Material Educativo Computarizado le permitió interactuar al momento de indicar las condiciones iniciales y las sustancias puras?			
12	¿El Material Educativo Computarizado le permitió variar las condiciones iniciales de una misma sustancia pura?			
13	¿Pudo observar los resultados del cálculo de las propiedades termodinámicas de forma organizada?			
14	¿Considera que los cálculos obtenidos puede utilizarlos en su desempeño dentro de una industria u otro nivel de formación?			

CÓDIGOS DEL MATERIAL EDUCATIVO COMPUTARIZADO PARA LA
ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DE PROPIEDADES TERMODINÁMICAS DE
SUSTANCIAS PURAS

```

Module Ctte2226
Public Sub Referencia2226()
    Dim ñ As Single
    If T0 <> TR And T0 <= TC And T0 <> 0 Then
        If T0 > 0 And T0 < TR Then
            mensaje = 2 : FrmMensaje.Show()
        End If
        T = T0
        ñ = (T / TP - 1)
        PSAT = PC2 * Math.Exp((TC / T - 1) * (F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 + F4 * ñ ^ 3 + F5 * ñ ^ 4 + F6 * ñ
        ^ 5 + F7 * ñ ^ 6 + F8 * ñ ^ 7))
        P0 = PSAT
        X = 1 - T / TC
        PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3) + D6 * X ^ (5 / 3)
        VF = 1 / PF
        If T = TC Then
            V = VF
        Else
            Subprograma2226() 'v, p
        End If
        VariablesTermodinamicas2226() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
        If T = TC Then HF = HG
        Entropias2226() 's1, s2, s4
        SG = S1 - S2 + S4 : SF = SG - SFG : S0 = -SF
        HF = HG - HFG : U0 = -HF
    Else
        If T0 > TC Then
            mensaje = 1 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
    End If
End Sub
Public Sub SaturadoT2226()
    Dim ñ As Single
    If T <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T > TC Then
            mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
            T = TC
        End If
        If T < TR And T > 0 Then
            mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
        End If
    End If
End Sub

```

```

End If
ñ = (T / TP - 1)
PSAT = PC2 * Math.Exp((TC / T - 1) * (F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 * F4 * ñ ^ 3 + F5 * ñ ^ 4 + F6 * ñ
^ 5 + F7 * ñ ^ 6 + F8 * ñ ^ 7))
X = 1 - T / TC
PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3) + D6 * X ^ (5 / 3)
VF = 1 / PF
If T = TC Then
    V = VF
Else
    Subprograma2226()
End If
VariablesTermodinamicas2226() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
Entropias2226() 's1, s2, s4
SG = S1 - S2 + S4 + S0
If T = T0 Then
    HFG = HG : SFG = SG
End If
PropiedadesSaturadas() 'hf,hg,hfg,sf,sg,sfg
Else
    mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub SaturadoP2226()
    Dim ñ As Single
    Dim pm, sp, dp, px, dpsat, dt, dta, dtm As Single
    If PSAT <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT > PC Then
            mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
            PSAT = PC
        End If
        If PSAT < PR And PSAT > 0 Then
            mensaje = 16 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT = PC Then
            T = TC
        Else
            pm = PSAT / 1000
            sp = 0
            For i = 1 To 11
                sp = sp + CZ(i) * pm ^ (i - 1)
            Next i
            T = sp
            Do
                If T > TC Then T = TC - 0.001
                ñ = (T / TP - 1)
                px = PC2 * Math.Exp((TC / T - 1) * (F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 * F4 * ñ ^ 3 + F5 * ñ ^ 4 + F6 *
                ñ ^ 5 + F7 * ñ ^ 6 + F8 * ñ ^ 7))
                dpsat = PC2 * ((F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 * F4 * ñ ^ 3 + F5 * ñ ^ 4 + F6 * ñ ^ 5 + F7 * ñ ^ 6 +
                F8 * ñ ^ 7) * (-TC / T ^ 2) + ((TC / T - 1) * (1 / TP) * (F2 + 2 * F3 * ñ + 3 * F4 * ñ ^ 2 + 4 * F5 * ñ ^ 3 + 5

```

```

* F6 * n ^ 4 + 6 * F7 * n ^ 5 + 7 * F8 * n ^ 6))) * Math.Exp((F1 + F2 * n + F3 * n ^ 2 * F4 * n ^ 3 + F5 * n
^ 4 + F6 * n ^ 5 + F7 * n ^ 6 + F8 * n ^ 7) * (TC / T - 1))
    dp = PSAT - px
    dt = dp / dpsat
    dta = Math.Abs(dt)
    dtm = 0.1 * T
    If dta > dtm Then dt = dt * dtm / dta
    T = T + dt
    Loop Until Math.Abs(dp) < (0.00001 * PSAT)
End If
X = 1 - T / TC
PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3) + D6 * X ^ (5 / 3)
VF = 1 / PF
If T = TC Then
    V = VF
Else
    Subprograma2226('v, p)
End If
VariablesTermodinamicas2226('vg, vfg, hfg, sfg, hg)
Entropias2226('s1, s2, s4)
SG = S1 - S2 + S4 + S0
If T = T0 Then
    HFG = HG : SFG = SG
End If
PropiedadesSaturadas('hf, hg, hfg, sf, sg, sfg)
Else
    mensaje = 17 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub Sobrecalentado2226()
    Dim n, ptan As Single
    If T <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T < TR And T > 0 Then
            mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
        End If
        n = (T / TP - 1)
        If T <= TC Then PSAT = PC2 * Math.Exp((TC / T - 1) * (F1 + F2 * n + F3 * n ^ 2 * F4 * n ^ 3 + F5
* n ^ 4 + F6 * n ^ 5 + F7 * n ^ 6 + F8 * n ^ 7))
        If P < PSAT Or PSAT = 0 Then
            V = R * T / P : AA = V / 100
            Do
                ptan = R * T / V + (B0 * R * T - A0 - C0 / T ^ 2 + D0 / T ^ 3 - E0 / T ^ 4) / V ^ 2 + (B * R * T -
A - D / T) / V ^ 3 + Z * (A + D / T) / V ^ 6 + C * 1 / (V ^ 3 * T ^ 2) * (1 + GA / V ^ 2) * Math.Exp(-GA / V
^ 2)
                E = Math.Abs(P - ptan) / P * 100
                nl = Chr(13) + Chr(10)
                FrmPropTermo.Label6.Text = "T[K]= " + Str$(T) + nl + "P[kPa]= " + Str$(P / 1000) + nl +
"ptan[kPa]= " + Str$(ptan / 1000) + nl + "Error Relativo= " + Str$(E)
                If ptan > P Then
                    V = V + AA * E / 10
                Else

```

```

V = V - AA * E
End If
Loop Until E < 0.03
Y2 = -Q * T / TC : Y3 = Math.Exp(Y2) : Y1 = V - B
S3 = C2 / Y1 + C3 / (2 * Y1 ^ 2) + C4 / (3 * Y1 ^ 3) + C5 / (4 * Y1 ^ 4)
H1 = (G1 * Math.Log(T / T0) + G2 * (T - T0) + G3 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) / 2 + G4 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) /
3 + G5 * (T ^ 4 - T0 ^ 4) / 4 + G6 * (T ^ 5 - T0 ^ 5) / 5) + P * V
H2 = A2 / Y1 + A3 / (2 * Y1 ^ 2) + A4 / (3 * Y1 ^ 3) + A5 / (4 * Y1 ^ 4)
H3 = Y3 * (1 + Q * T / TC) * S3 + U0
H = (H1 + H2 + H3) * 0.001
Entropias2226('s1, s2, s4)
S = (S1 - S2 + S4 + S0) * 0.001
Else
mensaje = 5 : FrmMensaje.Show()
P = PSAT
End If
Else
mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub Subprograma2226()
V = R * T / PSAT
AA = V / 100
Do
P = R * T / V + (B0 * R * T - A0 - C0 / T ^ 2 + D0 / T ^ 3 - E0 / T ^ 4) / V ^ 2 + (B * R * T - A - D /
T) / V ^ 3 + Z * (A + D / T) / V ^ 6 + C * (1 / (V ^ 3 * T ^ 2)) * (1 + GA / V ^ 2) * Math.Exp(-GA / V ^ 2)
E = Format(Math.Abs(PSAT - P) / PSAT * 100, "0.00")
nl = Chr(13) + Chr(10)
FrmPropTermo.Label6.Text = "T[K]= " + Str$(T) + nl + "P[kPa]= " + Str$(P / 1000) + nl + "Error
Relativo= " + Str$(E)
If P > PSAT Then
V = V + AA * E / 10
Else
V = V - AA * E
End If
Loop Until E <= 0.05
End Sub
Public Sub VariablesTermodinamicas2226()
Dim ñ As Single
VG = V
VFG = VG - VF
ñ = T / TP - 1
HFG = VFG * T * PC2 * ((F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 * F4 * ñ ^ 3 + F5 * ñ ^ 4 + F6 * ñ ^ 5 + F7 * ñ ^ 6
+ F8 * ñ ^ 7) * (-TC / T ^ 2) + ((TC / T - 1) * (1 / TP) * (F2 + 2 * F3 * ñ + 3 * F4 * ñ ^ 2 + 4 * F5 * ñ ^ 3 +
5 * F6 * ñ ^ 4 + 6 * F7 * ñ ^ 5 + 7 * F8 * ñ ^ 6))) * Math.Exp((F1 + F2 * ñ + F3 * ñ ^ 2 * F4 * ñ ^ 3 + F5 *
ñ ^ 4 + F6 * ñ ^ 5 + F7 * ñ ^ 6 + F8 * ñ ^ 7) * (TC / T - 1))
SFG = HFG / T
Y2 = -Q * T / TC : Y3 = Math.Exp(Y2) : Y1 = V - B
S3 = C2 / Y1 + C3 / (2 * Y1 ^ 2) + C4 / (3 * Y1 ^ 3) + C5 / (4 * Y1 ^ 4)
H1 = (G1 * Math.Log(T / T0) + G2 * (T - T0) + G3 / 2 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) + G4 / 3 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) +
G5 / 4 * (T ^ 4 - T0 ^ 4) + G6 / 5 * (T ^ 5 - T0 ^ 5)) + P * V
H2 = A2 / Y1 + A3 / (2 * Y1 ^ 2) + A4 / (3 * Y1 ^ 3) + A5 / (4 * Y1 ^ 4)
H3 = Y3 * (1 + Q * T / TC) * S3 + U0
HG = H1 + H2 + H3

```

End Sub

Public Sub Entropias2226()

S1 = (-G1 * (1 / T - 1 / T0) + G2 * Math.Log(T / T0) + G3 * (T - T0) + G4 / 2 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) + G5 / 3 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) + G6 / 4 * (T ^ 4 - T0 ^ 4)) + R * Math.Log(Y1)
S2 = B2 / Y1 + B3 / (2 * Y1 ^ 2) + B4 / (3 * Y1 ^ 3) + B5 / (4 * Y1 ^ 4)
S4 = (Q / TC * Y3) * S3

End Sub

Public Sub CtteButano()

Dim M, Densc As Single

M = 58.12

TC = 423.95 : PC = 3718300

Densc = 204

R = 143.0797

A0 = 258.8747 : B0 = 0.001681913 : C0 = 33741530 : D0 = 454405300 : E0 = 1749633000

A = 0.6081677 : B = 0.00001054551 : C = 184601.3 : D = 172.8889

Z = 0.000000004968935 : GA = 0.000008700251

TP = 300 : PC2 = 3718095.9

D1 = 203.99757 : D2 = 509.03116 : D3 = 709.25596 : D4 = -1995.9517 : D5 = 1783.8737 : D6 = -361.26335

F1 = -6.477378 : F2 = -0.030579064 : F3 = -2.0756011 : F4 = 0.93845364 : F5 = -5.7943269 : F6 = -5.2770385 : F7 = 26.036457 : F8 = 62.752788

G1 = 9481.7634 : G2 = 396.33418 : G3 = 2.8576075 : G4 = 0.0048802965 : G5 = -0.000006410004747 : G6 = 0.0000000020651236

T0 = 200 : U0 = 427607.53 : S0 = 1891.654 : TR = 200 : PR = 1886

End Sub

Public Sub CtteEtano()

Dim M, Densc As Single

M = 30.07

TC = 305.88 : PC = 5010200

Densc = 217.59

R = 276.7735

A0 = 400.0173 : B0 = 0.001716337 : C0 = 27118530 : D0 = 1314084000 : E0 = 41628850000.0#

A = 1.385571 : B = 0.00001343479 : D = 24.12543 : C = 130143.4

Z = 0.000000008159501 : GA = 0.00001293618

TP = 200 : PC2 = 5010605.1

D1 = 217.58939 : D2 = 395.12352 : D3 = -410.74978 : D4 = 2002.1645 : D5 = -3275.0407 : D6 = 1944.7815

F1 = -5.9040507 : F2 = 0.0026293983 : F3 = -1.6989361 : F4 = 0.25761218 : F5 = -0.96655814 : F6 = 3.7608925 : F7 = -6.2752642 : F8 = -25.027513

G1 = 26209.109 : G2 = 397.31855 : G3 = 2.0372154 : G4 = 0.0063813879 : G5 = -0.0000072185581 : G6 = 0.0000000022048025

T0 = 150 : U0 = 498616.17 : S0 = 3193.4536 : TR = 150 : PR = 9591

End Sub

Public Sub CtteHeptano()

Dim M, Densc As Single

M = 100.2

TC = 537.68 : PC = 2619900

Densc = 197.6

R = 82.99504

A0 = 208.299 : B0 = 0.002246032 : C0 = 50857460 : D0 = 3566396000.0# : E0 = 1622168000

A = 0.5987922 : B = 0.00001065237 : C = 192938.6 : D = 7.736602

Z = 0.000000005291379 : GA = 0.000009611604

TP = 400 : PC = 2619743.5

D1 = 197.60405 : D2 = 894.51237 : D3 = -1146.2908 : D4 = 1799.6947 : D5 = -1725.0843 : D6 = 970.88329
 F1 = -7.2298764 : F2 = 0.38607475 : F3 = -3.4216472 : F4 = 0.46274432 : F5 = -9.7926124 : F6 = -42.058094 : F7 = 75.468678 : F8 = 317.58992
 G1 = 119252.13 : G2 = -772.31363 : G3 = 7.4463527 : G4 = -0.0030888167
 T0 = 300 : U0 = 340584.39 : S0 = 1108.0254 : TR = 300 : PR = 6637
End Sub
Public Sub CtteHexano()
Dim M, Densc **As Single**
 M = 86.18
 TC = 506.13 : PC = 2926500
 Densc = 191.63
 R = 96.50393
 A0 = 164.0433 : B0 = 0.001928741 : C0 = 58754230 : D0 = 3426013000.0# : E0 = 215937300000.0#
 A = 1.1391 : B = 0.00001548178 : C = 257631.8 : D = 47.69149
 Z = 0.000000003689017 : GA = 0.000007805367
 TP = 400 : PC2 = 2926374.7
 D1 = 191.6287 : D2 = -327.94532 : D3 = 6201.7594 : D4 = -14823.173 : D5 = 14904.295 : D6 = -5186.627
 F1 = -7.0231374 : F2 = -0.21827311 : F3 = -1.992818 : F4 = 0.39897963 : F5 = 10.736773 : F6 = 154.36086 : F7 = 474.86454 : F8 = 505.55122
 G1 = 121493.5 : G2 = -783.79325 : G3 = 7.4139795 : G4 = -0.0030234462
 T0 = 250 : U0 = 384366.64 : S0 = 1366.9737 : TR = 250 : PR = 1520
End Sub
Public Sub CtteIsobutano()
Dim M, Densc **As Single**
 M = 58.12
 TC = 409.07 : PC = 3684600
 Densc = 194.51
 R = 143.0797
 A0 = 296.414 : B0 = 0.002018128 : C0 = 24897630 : D0 = 1163672000 : E0 = 63715190000.0#
 A = 0.4100261 : B = 0.000009906333 : C = 107263.2 : D = 102.936
 Z = 0.000000005253972 : GA = 0.000008208362
 TP = 300 : PC2 = 3684547
 D1 = 194.50561 : D2 = -91.725345 : D3 = 2444.6128 : D4 = -2721.9989 : D5 = 193.24597 : D6 = 870.37158
 F1 = -6.3016457 : F2 = 0.21880736 : F3 = -1.1288158 : F4 = 2.2391095 : F5 = 1.0653363 : F6 = 9.332272 : F7 = 24.836848 : F8 = 37.187854
 G1 = 175639.02 : G2 = -1752.43 : G3 = 11.642389 : G4 = -0.01019717 : G5 = 0.0000049006615 : G6 = -0.0000000098234416
 T0 = 200 : U0 = 393420.75 : S0 = 1818.939 : TR = 200 : PR = 3750
End Sub
Public Sub CtteIsopentano()
Dim M, Densc **As Single**
 M = 72.15
 TC = 460.98 : PC = 3408900
 Densc = 216.38
 R = 115.2638
 A0 = 184.5091 : B0 = 0.001105421 : C0 = 36395450 : D0 = 1257944000 : E0 = 11867330000.0#
 A = 0.9127686 : B = 0.00001485342 : C = 177960.2 : D = 86.66134
 Z = 0.000000003991801 : GA = 0.0000087888781
 TP = 300 : PC2 = 3408895.1
 D1 = 216.37787 : D2 = 515.44885 : D3 = 101.03369 : D4 = 301.333 : D5 = -1269.6332 : D6 = 1103.5964

F1 = -6.6220707 : F2 = 0.5501804 : F3 = -1.9645926 : F4 = 0.88295088 : F5 = -1.0240822 : F6 = -4.4620424 : F7 = 7.9209958 : F8 = -0.86762249

G1 = 24294.906 : G2 = -246.67775 : G3 = 6.4031034 : G4 = -0.0023405578

T0 = 200 : U0 = 387407.74 : S0 = 1569.341 : TR = 200 : PR = 349.4

End Sub

Public Sub CtteOctano()

Dim M, Densc As Single

M = 114.22

TC = 567.51 : PC = 2399700

Densc = 181.05

R = 72.80376

A0 = 168.2414 : B0 = 0.002661451 : C0 = 63345110 : D0 = 2791813000.0# : E0 = 6796298000.0#

A = 0.1481799 : B = 0.000003163488 : C = 223052.7 : D = 116.2525

Z = 0.000000005634268 : GA = 0.000006568151

TP = 400 : PC2 = 2399629.2

D1 = 181.05379 : D2 = -2353.5183 : D3 = 17830.977 : D4 = -38108.204 : D5 = 34999.123 : D6 = -11666.436

F1 = -7.4537707 : F2 = 1.0592936 : F3 = -2.7218674 : F4 = 2.498412 : F5 = 5.0654376 : F6 = 28.024876 : F7 = 50.827052 : F8 = -39.836446

G1 = 40859.678 : G2 = -322.50398 : G3 = 6.6958265 : G4 = -0.0026759063

T0 = 300 : U0 = 344689.13 : S0 = 1049.4787 : TR = 300 : PR = 2055

End Sub

Public Sub CttePentano()

Dim M, Densc As Single

M = 72.15

TC = 467 : PC = 3239600

Densc = 196.67

R = 115.2638

A0 = 263.8332 : B0 = 0.002114907 : C0 = 35678630 : D0 = 900817700 : E0 = 19220740000.0#

A = 0.7244518 : B = 0.000012434 : C = 186511.9 : D = 96.41415

Z = 0.000000004578423 : GA = 0.000008879302

TP = 400 : PC2 = 3239533.5

D1 = 196.67315 : D2 = 272.00889 : D3 = 2291.511 : D4 = -5609.0395 : D5 = 5461.4858 : D6 = -1717.0116

F1 = -6.8086867 : F2 = -0.81097531 : F3 = -2.078018 : F4 = 16.335436 : F5 = 128.00516 : F6 = 489.94794 : F7 = 863.53004 : F8 = 591.1158

G1 = 127665.78 : G2 = -824.86411 : G3 = 7.4242679 : G4 = -0.0029601101

T0 = 250 : U0 = 378305.02 : S0 = 1474.1582 : TR = 250 : PR = 7604

End Sub

Public Sub CttePropano()

Dim M, Densc As Single

M = 44.09

TC = 369.82 : PC = 4236200

Densc = 197.38

R = 188.7326

A0 = 257.9108 : B0 = 0.001366892 : C0 = 34010440 : D0 = 1076728000 : E0 = 33758790000.0#

A = 0.7856721 : B = 0.00001096523 : C = 166110.3 : D = 163.9769

Z = 0.000000005728034 : GA = 0.00000915727

TP = 300 : PC2 = 4235930

D1 = 197.38193 : D2 = -21.307184 : D3 = 3352.2024 : D4 = -7704.0243 : D5 = 7522.4059 : D6 = -2566.3363

F1 = -6.2309993 : F2 = -0.4422686 : F3 = -1.8839624 : F4 = 0.36383362 : F5 = 15.177354 : F6 = 112.16551 : F7 = 276.3584 : F8 = 235.85357

G1 = 205821.7 : G2 = -1910.9547 : G3 = 11.622054 : G4 = -0.009795151 : G5 = 0.0000045167026 :
 G6 = -0.0000000086345035

T0 = 200 : U0 = 420272.16 : S0 = 2167.3997 : TR = 200 : PR = 19970

End Sub

End Module

Module Agua

Dim pm, dp, st, sp, suma2, suma1, px, dt, dta, dtm, ptan, suma12, suma22, suma3, suma32, suma4, suma42, Tol, AA2, dpsat As Single

Dim T1, T2, T4, W1, W2, W3, W4, W5, W8, W9, DQR, TaoC, Tao, Taoj, T3, T5, T6, T8, suma As Single

Public Function EntalpiaAgua(ByVal Dens)

T4 = 0 : W4 = 0 : T5 = 0 : Tao = TA / T : TaoC = TA / TC

For j = 1 To 7

T1 = 0 : W1 = 0

For i = 1 To 8

T1 = T1 + AM(i, j) * (Dens - Densa(j)) ^ (i - 1) 'S1

W1 = W1 + AM(i, j) * (i - 1) * (Dens - Densa(j)) ^ (i - 2) 'S5

Next i

T2 = 0 : W2 = 0

For i = 9 To 10

T2 = T2 + AM(i, j) * Dens ^ (i - 9) 'S2

W2 = W2 + AM(i, j) * (i - 9) * Dens ^ (i - 10) 'S6

Next i

T2 = T2 * Math.Exp(-E * Dens)

W2 = W2 * Math.Exp(-E * Dens)

W3 = E * T2

T3 = T1 + T2 'S

If j = 1 Then

Taoj = TaoC

Else

Taoj = 2.5

End If

T5 = T5 + T3 * (Tao - Taoj) ^ (j - 2) 'S3

W4 = W4 + (W1 + W2 - W3) * (Tao - Taoj) ^ (j - 2) 'S8

If (Tao <> Taoj) Then T4 = T4 + (j - 2) * T3 * (Tao - Taoj) ^ (j - 3) 'S4

Next j

T6 = (Tao - TaoC) * T4 + T5

W5 = (Tao - TaoC) * W4

T8 = 0 : W8 = 0

For i = 1 To 6

W8 = W8 + CM(i) * (2 - i) * Tao ^ (1 - i) 'C1

If i <> 2 Then T8 = T8 + CM(i) * (2 - i) ^ (1 - i)

Next i

W9 = W8 + CM(7) * (Math.Log(T) - 1) - CM(8) / Tao 'PHI

DQR = W4 * (Tao - TaoC)

EntalpiaAgua = (R / 1000) * T * (Dens * Tao * (T5 + (Tao - TaoC) * T4) + 1 + Dens * (Tao - TaoC) *

T5 + Dens ^ 2 * DQR) + W9

End Function

Public Sub ReferenciaAgua()

```

If T0 <> TR And T0 <= TC And T0 <> 0 Then
  If T0 > 0 And T0 < TR Then
    mensaje = 2 : FrmMensaje.Show()
  End If
  T = T0
  suma = 0
  For i = 1 To 8
    suma = suma + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
  Next i
  PSAT = PC * Math.Exp((TC / T - 1) * suma)
  P0 = PSAT
  X = 1 - T / TC
  suma = 0
  For i = 1 To 8
    suma = suma + DM(i) * (1 - T / TC) ^ (i / 3)
  Next i
  PF = 317 * (1 + suma)
  VF = 1 / PF
  If T = TC Then
    V = VF
  Else
    SubprogramaAgua() 'v, p
  End If
  VariablesTermodinamicasAgua() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
  If T = TC Then HF = HG
  SG = EntropiasAgua(1 / V * 1000)
  SF = SG - SFG : S0 = -SF
  HF = HG - HFG : U0 = -HF
Else
  If T0 > TC Then
    mensaje = 1 : FrmMensaje.Show()
  End If
  If T0 = 0 Then
    mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
  End If
End If
End Sub
Public Sub SaturadoTAgua()
  If T <> 0 Then
    If T0 = 0 Then
      mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
    End If
    If T > TC Then
      mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
      T = TC
    End If
    If T < TR And T > 0 Then
      mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
    End If
    suma = 0
    For i = 1 To 8
      suma = suma + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
    Next i
    PSAT = PC * Math.Exp((TC / T - 1) * suma) '[Pa]

```

```

suma = 0
For i = 1 To 8
    suma = suma + DM(i) * (1 - T / TC) ^ (i / 3)
Next i
PF = 317 * (1 + suma)
VF = 1 / PF '[m³/kg]
If T = TC Then
    V = VF
Else
    SubprogramaAgua()
End If
VariablesTermodinamicasAgua('vfg, vfg, hfg, sfg, hg
SG = EntropiasAgua(1 / (V * 1000)) * 1000 '[kJ/kg]
If T = T0 Then
    HFG = HG : SFG = SG
End If
PropiedadesSaturadas('hf,hg,hfg,sf,sg,sfg
Else
    mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub SaturadoPAgua()
    If PSAT <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT > PC Then
            mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
            PSAT = PC
        End If
        If PSAT < PR And PSAT > 0 Then
            mensaje = 16 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT = PC Then
            T = TC
        Else
            pm = PSAT / 1000
            sp = 0
            For i = 1 To 11
                sp = sp + CZ(i) * pm ^ (i - 1)
            Next i
            T = sp
            Do
                If T > TC Then T = TC - 0.001
                suma = 0
                For i = 1 To 8
                    suma = suma + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
                Next i
                px = PC * Math.Exp((TC / T - 1) * suma)
                suma1 = 0 : suma2 = 0
                For i = 1 To 8
                    suma1 = suma1 + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
                    suma2 = suma2 + (i - 1) * F(i) * AA * (AA * (T - TP)) ^ (i - 2)
                Next i
            Loop
        End If
    End If
End Sub

```

```

        """"derivada
        dpsat = px * ((-TC / T ^ 2) * suma1 + (TC / T - 1) * suma2)
        dp = PSAT - px
        dt = dp / (dpsat * 0.000001)
        dta = Math.Abs(dt)
        dtm = 0.1 * T
        If dta > dtm Then dt = dt * dtm / dta
        T = T + dt
    Loop Until Math.Abs(dp) < (0.0001 * PSAT)
End If
X = 1 - T / TC
suma = 0
For i = 1 To 8
    suma = suma + DM(i) * (1 - T / TC) ^ (i / 3)
Next i
PF = 317 * (1 + suma)
VF = 1 / PF
If T = TC Then
    V = VF
Else
    SubprogramaAgua() 'v, p
End If
VariablesTermodinamicasAgua() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
SG = EntropiasAgua(1 / (V * 1000)) * 1000
If T = T0 Then
    HFG = HG : SFG = SG
End If
PropiedadesSaturadas() 'hf,hg,hfg,sf,sg,sfg
Else
    mensaje = 17 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub SobrecaentadoAgua()
    If T <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T < TR And T > 0 Then
            mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T <= TC Then
            suma = 0
            For i = 1 To 8
                suma = suma + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
            Next i
            PSAT = PC * Math.Exp((TC / T - 1) * suma)
        End If
        If P < PSAT Or PSAT = 0 Then
            V = (R * T / P) * 1000 'P[Pa],T[K],V[cm³/g]
            AA2 = V / 100
            Do
                ptan = PresiónAgua(1 / V) * 1000
                Tol = (Math.Abs(P - ptan) / P) * 100
                nl = Chr(13) + Chr(10)
            Loop Until Tol < 0.0001
        End If
    End Sub

```

```

        FrmPropTermo.Label6.Text = "T[K]= " + Str$(T) + nl + "P[kPa]= " + Str$(P / 1000) + nl +
"ptan[kPa]= " + Str$(ptan / 1000) + nl + "Error Relativo=" + Str$(Tol)
        If ptan > P Then
            V = V + AA2 * Tol / 10
        Else
            V = V - AA2 * Tol
        End If
        Loop Until Tol < 0.03
        H = EntalpiaAgua(1 / V) '[kJ/kgK]
        S = EntropiasAgua(1 / V) '[kJ/kgK]
    Else
        mensaje = 5 : FrmMensaje.Show()
        P = PSAT
    End If
Else
    mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub SubprogramaAgua()
    V = R * T / PSAT '[m³/kg]
    AA2 = V / 100
    Do
        P = PresiónAgua(1 / V) '[Pa]
        Tol = Val(Format(Math.Abs(PSAT - P) / PSAT * 100, "0.0000"))
        FrmPropTermo.Label6.Text = "T[K]= " & T & vbCrLf & "P[kPa]= " & (P / 1000) & vbCrLf &
"Error Relativo=" & Tol
        If P > PSAT Then
            V = V + AA2 * Tol / 10
        Else
            V = Math.Abs(V - AA2 * Tol / 10)
        End If
    Loop Until Tol <= 0.01
End Sub
Public Sub VariablesTermodinamicasAgua()
    VG = V
    VFG = VG - VF
    suma1 = 0 : suma2 = 0
    For i = 1 To 8
        suma1 = suma1 + F(i) * (AA * (T - TP)) ^ (i - 1)
        suma2 = suma2 + (i - 1) * F(i) * AA * (AA * (T - TP)) ^ (i - 2)
    Next i
    ""derivando
    dpsat = PSAT * ((-TC / T ^ 2) * suma1 + (TC / T - 1) * suma2) 'revisar
    'PropTerm.Tabla.Col = 0: PropTerm.Tabla.Text = Str$(T)
    'PropTerm.Tabla.Col = 1: PropTerm.Tabla.Text = Str$(suma1)
    HFG = VFG * T * dpsat
    'PropTerm.Tabla.Col = 2: PropTerm.Tabla.Text = Str$(dpsat)
    SFG = HFG / T
    'PropTerm.Tabla.Col = 3: PropTerm.Tabla.Text = Str$(VFG)
    'PropTerm.Tabla.Col = 4: PropTerm.Tabla.Text = Str$(dpsat * VFG)
    'PropTerm.Tabla.Col = 5: PropTerm.Tabla.Text = Str$(T * dpsat)
    'PropTerm.Tabla.Col = 6: PropTerm.Tabla.Text = Str$(T * VFG)
    'PropTerm.Tabla.Col = 7: PropTerm.Tabla.Text = Str$(dpsat * VFG * T)
    PropTerm.Tabla.Row = PropTerm.Tabla.Row + 1

```

```

HG = EntalpiaAgua(1 / (V * 1000)) * 1000 [kJ/kg]
End Sub
Public Function EntropiasAgua(ByVal Dens)
    suma = 0
    For i = 1 To 6
        suma = suma + (i - 1) * CM(i) * ((TA / T) ^ (1 - i)) / T
    Next i
    suma = suma + CM(7) / T + CM(8) * (1 + Math.Log(T)) / 1000
    EntropiasAgua = -(R / 1000) * (Math.Log(Dens) + Dens * (TA / T - TA / TC) * T5 - Dens * (TA / T) *
T6) - suma
End Function
Public Sub CtteAgua()
    PC = 22089000 : TC = 647.286 : AA = 0.01 : TP = 338.15 : T0 = 273.16 : R = 461.51 : E = 4.8 : TA =
1000
    U0 = 2375020.7 : S0 = 6696.5776
    TR = 273.16 : PR = 611.3
    CM(1) = 1857.065
    CM(2) = 3229.12
    CM(3) = -419.465
    CM(4) = 36.6649
    CM(5) = -20.5516
    CM(6) = 4.85233
    CM(7) = 46
    CM(8) = -1011.249
    Densa(1) = 634
    Densa(2) = 1000 'for j=2,3,4,... ,7
    Densa(3) = 1000
    Densa(4) = 1000
    Densa(5) = 1000
    Densa(6) = 1000
    Densa(7) = 1000
    F(1) = -7.419242
    F(2) = 0.29721
    F(3) = -0.1155286
    F(4) = 0.008685635
    F(5) = 0.001094098
    F(6) = -0.00439993
    F(7) = 0.002520658
    F(8) = -0.0005218684
    DM(1) = 3.6711257
    DM(2) = -28.512396
    DM(3) = 222.6524
    DM(4) = -882.43852
    DM(5) = 2000.2765
    DM(6) = -2612.2557
    DM(7) = 1829.7674
    DM(8) = -533.5052
    G(1) = 46000.0#
    G(2) = 1011.249
    G(3) = 0.83893
    G(4) = -0.000219989
    G(5) = 0.000000246619
    G(6) = -0.00000000097047
    AM(1, 1) = 0.029492937

```

AM(2, 1) = -0.00013213917
AM(3, 1) = 0.00000027464632
AM(4, 1) = -0.00000000036093828
AM(5, 1) = 0.0000000000034218431
AM(6, 1) = -0.000000000000024450042
AM(7, 1) = 1.5518535E-19
AM(8, 1) = 5.9728487E-24
AM(9, 1) = -0.41030848
AM(10, 1) = -0.0004160586
AM(1, 2) = -0.005198586
AM(2, 2) = 0.0000077779182
AM(3, 2) = -0.00000033301902
AM(4, 2) = -0.00000000016254622
AM(5, 2) = -0.0000000000017731074
AM(6, 2) = 0.0000000000000012748742
AM(7, 2) = 1.3746153E-19
AM(8, 2) = 1.5597836E-22
AM(9, 2) = 0.3373118
AM(10, 2) = -0.00020988866
AM(1, 3) = 0.0068335354
AM(2, 3) = -0.000026149751
AM(3, 3) = 0.00000065326396
AM(4, 3) = -0.00000000026181978
AM(5, 3) = 0.0#
AM(6, 3) = 0.0#
AM(7, 3) = 0.0#
AM(8, 3) = 0.0#
AM(9, 3) = -0.13746618
AM(10, 3) = -0.00073396848
AM(1, 4) = -0.0001564104
AM(2, 4) = -0.00000072546108
AM(3, 4) = -0.000000092734289
AM(4, 4) = 0.00000000004312584
AM(5, 4) = 0.0#
AM(6, 4) = 0.0#
AM(7, 4) = 0.0#
AM(8, 4) = 0.0#
AM(9, 4) = 0.0067874983
AM(10, 4) = 0.000010401717
AM(1, 5) = -0.0063972405
AM(2, 5) = 0.000026409282
AM(3, 5) = -0.000000047740374
AM(4, 5) = 0.0000000005632313
AM(5, 5) = 0
AM(6, 5) = 0
AM(7, 5) = 0
AM(8, 5) = 0
AM(9, 5) = 0.13687317
AM(10, 5) = 0.0006458188
AM(1, 6) = -0.0039661401
AM(2, 6) = 0.000015453061
AM(3, 6) = -0.00000002914247
AM(4, 6) = 0.00000000029568796
AM(5, 6) = 0

```

AM(6, 6) = 0
AM(7, 6) = 0
AM(8, 6) = 0
AM(9, 6) = 0.07984797
AM(10, 6) = 0.0003991757
AM(1, 7) = -0.00069048554
AM(2, 7) = 0.0000027407416
AM(3, 7) = -0.000000005102807
AM(4, 7) = 0.000000000039636085
AM(5, 7) = 0
AM(6, 7) = 0
AM(7, 7) = 0
AM(8, 7) = 0
AM(9, 7) = 0.013041253
AM(10, 7) = 0.000071531353

```

End Sub

Public Function PresiónAgua(ByVal Dens As Single) As Double

```

suma4 = 0 : suma42 = 0
For j = 1 To 7
    suma1 = 0 : suma12 = 0
    For i = 1 To 8
        suma1 = suma1 + AM(i, j) * (Dens - Densa(j)) ^ (i - 1)
        suma12 = suma12 + AM(i, j) * (i - 1) * (Dens - Densa(j)) ^ (i - 2)
    Next i
    suma2 = 0 : suma22 = 0
    For i = 9 To 10
        suma2 = suma2 + AM(i, j) * Dens ^ (i - 9)
        suma22 = suma22 + AM(i, j) * (i - 9) * Dens ^ (i - 10)
    Next i
    suma3 = suma1 + Math.Exp(-E * Dens) * suma2
    suma32 = suma12 + Math.Exp(-E * Dens) * suma22 + suma2 * -E * Math.Exp(-E * Dens)
    If j = 1 Then
        Taoj = TA / TC
    Else
        Taoj = 2.5
    End If
    suma4 = suma4 + ((TA / T - Taoj) ^ (j - 2)) * suma3
    suma42 = suma42 + ((TA / T - Taoj) ^ (j - 2)) * suma32
Next j
Q = (TA / T - TA / TC) * suma4
PresiónAgua = Dens * R * T * (1 + Dens * Q + Dens ^ 2 * suma42)
End Function

```

End Module

Module Ctte1111

```

Public Sub Subprograma1()
    V = R * T / PSAT
    AA = V / 100
    VL = Z * V
    If VL > 0.6 Then
        AP = 0
    End If
End Sub

```

```

Else
    AP = (A6 + B6 * T + C6 * Math.Exp(-Q * T / TC)) / (Math.Exp(VL) * (1 + C * Math.Exp(VL)))
End If
Do
    If
Trim(FrmPropTermo.ComboSubstancia.Items.Item(FrmPropTermo.ComboSubstancia.SelectedIndex)) =
"Refrigerante 503" Then
        P = (R * T) / (V - B) - Z / (V * (V + B) * T ^ 2)
    Else
        P = R * T / (V - B) + 1 / ((V - B) ^ 2) * (A2 + B2 * T + C2 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 / ((V -
B) ^ 3) * (A3 + B3 * T + C3 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 / ((V - B) ^ 4) * (A4 + B4 * T + C4 *
Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 / ((V - B) ^ 5) * (A5 + B5 * T + C5 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + AP
    End If
    E = Format(Math.Abs(PSAT - P) / PSAT * 100, "0.00")
    nl = Chr(13) + Chr(10)
    FrmPropTermo.Label6.text = "T[K]= " + Str$(T) + nl + "P[kPa]= " + Str$(P / 1000) + nl + "Error
Relativo= " + Str$(E)
    If P > PSAT Then
        V = V + AA * E / 10
    Else
        V = V - AA * E
    End If
Loop Until E <= 0.05
End Sub
Public Sub Referencia()
If T0 <> TR And T0 <= TC And T0 <> 0 Then
    If T0 > 0 And T0 < TR Then
        mensaje = 2 : frmmensaje.Show()
    End If
    T = T0
    PSAT = Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T * Math.Log(GA -
T))
    P0 = PSAT
    X = 1 - T / TC
    PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3)
    VF = 1 / PF
    If T = TC Then
        V = VF
    Else
        Subprograma1() 'v, p
    End If
    VariablesTermodinamicas() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
    If T = TC Then HF = HG
    Entropias() 's1, s2, s4
    SG = S1 - S2 + S4 : SF = SG - SFG : S0 = -SF
    HF = HG - HFG : U0 = -HF
Else
    If T0 > TC Then
        mensaje = 1 : frmmensaje.Show()
    End If
    If T0 = 0 Then
        mensaje = 3 : frmmensaje.Show()
    End If
End If
End If

```

```

End Sub
Public Sub SaturadoT()

    If T <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T > TC Then
            mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
            T = TC
        End If
        If T < TR And T > 0 Then
            mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
        End If
        PSAT = Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T * Math.Log(GA -
T))
        X = 1 - T / TC
        PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3)
        VF = 1 / PF
        If T = TC Then
            V = VF
        Else
            Subprograma1()
        End If
        VariablesTermodinamicas() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
        Entropias() 's1, s2, s4
        SG = S1 - S2 + S4 + S0
        If T = T0 Then
            HFG = HG : SFG = SG
        End If
        PropiedadesSaturadas() 'hf,hg,hfg,sf,sg,sfg
    Else
        mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
    End If
End Sub
Public Sub SaturadoP()
    Dim pm, sp, px, dpsat, dp, dt, dta, dtm As Single
    If PSAT <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT > PC Then
            mensaje = 4 : FrmMensaje.Show()
            PSAT = PC
        End If
        If PSAT < PR And PSAT > 0 Then
            mensaje = 16 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If PSAT = PC Then
            T = TC
        Else
            pm = PSAT / 1000
            sp = 0
            For i = 1 To 11

```

```

    sp = sp + CZ(i) * pm ^ (i - 1)
Next i
T = sp
Do
    If T > TC Then T = TC - 0.001
    px = Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T * Math.Log(GA -
T))
    dpsat = (-F2 / T ^ 2 + F3 / T + F4 - F5 * (1 / T + GA / T ^ 2 * Math.Log(GA - T))) *
Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T * Math.Log(GA - T))
    dp = PSAT - px
    dt = dp / dpsat
    dta = Math.Abs(dt)
    dtm = 0.1 * T
    If dta > dtm Then dt = dt * dtm / dta
    T = T + dt
Loop Until Math.Abs(dp) < (0.00001 * PSAT)
End If
X = 1 - T / TC
PF = D1 + D2 * X ^ (1 / 3) + D3 * X ^ (2 / 3) + D4 * X + D5 * X ^ (4 / 3)
VF = 1 / PF
If T = TC Then
    V = VF
Else
    Subprograma1() 'v, p
End If
VariablesTermodinamicas() 'vg, vfg, hfg, sfg, hg
Entropias() 's1, s2, s4
SG = S1 - S2 + S4 + S0
If T = T0 Then
    HFG = HG : SFG = SG
End If
PropiedadesSaturadas() 'hf, hg, hfg, sf, sg, sfg
Else
    mensaje = 17 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub Sobrecalentado()
    Dim ptan As Single
    If T <> 0 Then
        If T0 = 0 Then
            mensaje = 3 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T < TR And T > 0 Then
            mensaje = 6 : FrmMensaje.Show()
        End If
        If T <= TC Then PSAT = Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T *
Math.Log(GA - T))
        If P < PSAT Or PSAT = 0 Then
            V = R * T / P : AA = V / 100
            VL = Z * V
            If VL > 0.6 Then
                AP = 0
            Else

```

```

        AP = (A6 + B6 * T + C6 * Math.Exp(-Q * T / TC)) / (Math.Exp(VL) * (1 + C *
Math.Exp(VL)))
    End If
    Do
        If
Trim(FrmPropTermo.ComboSubstancia.Items.Item(FrmPropTermo.ComboSubstancia.SelectedIndex)) =
"Refrigerante 503" Then
            ptan = (R * T) / (V - B) - Z / (V * (V + B) * T ^ 2)
        Else
            ptan = R * T / (V - B) + 1 / ((V - B) ^ 2) * (A2 + B2 * T + C2 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 /
((V - B) ^ 3) * (A3 + B3 * T + C3 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 / ((V - B) ^ 4) * (A4 + B4 * T + C4 *
Math.Exp(-Q * T / TC)) + 1 / ((V - B) ^ 5) * (A5 + B5 * T + C5 * Math.Exp(-Q * T / TC)) + AP
        End If
        E = Math.Abs(P - ptan) / P * 100
        nl = Chr(13) + Chr(10)
        FrmPropTermo.Label6.Text = "T[K]= " + Str$(T) + nl + "P[kPa]= " + Str$(P / 1000) + nl +
"ptan[kPa]= " + Str$(ptan / 1000) + nl + "Error Relativo=" + Str$(E)
        If ptan > P Then
            V = V + AA * E / 10
        Else
            V = V - AA * E
        End If
        Loop Until E < 0.03
        Y2 = -Q * T / TC : Y3 = Math.Exp(Y2) : Y1 = V - B
        S3 = C2 / Y1 + C3 / (2 * Y1 ^ 2) + C4 / (3 * Y1 ^ 3) + C5 / (4 * Y1 ^ 4)
        H1 = G1 * (T - T0) + G2 / 2 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) + G3 / 3 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) + G4 / 4 * (T ^ 4 - T0 ^
4) - G5 * (1 / T - 1 / T0) + P * V
        H2 = A2 / Y1 + A3 / (2 * Y1 ^ 2) + A4 / (3 * Y1 ^ 3) + A5 / (4 * Y1 ^ 4)
        H3 = Y3 * (1 + Q * T / TC) * S3 + U0
        H = (H1 + H2 + H3) * 0.001
        Entropias() 's1, s2, s4
        S = (S1 - S2 + S4 + S0) * 0.001
    Else
        mensaje = 5 : FrmMensaje.Show()
        P = PSAT
    End If
Else
    mensaje = 7 : FrmMensaje.Show()
End If
End Sub
Public Sub Entropias()
    S1 = G1 * Math.Log(T / T0) + G2 * (T - T0) + G3 / 2 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) + G4 / 3 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) - G5
/ 2 * (1 / T ^ 2 - 1 / T0 ^ 2) + R * Math.Log(Y1)
    S2 = B2 / Y1 + B3 / (2 * Y1 ^ 2) + B4 / (3 * Y1 ^ 3) + B5 / (4 * Y1 ^ 4)
    S4 = (Q / TC * Y3) * S3
End Sub

Public Sub CtteRe11()
    PC = 4409200 : R = 60.5223 : B = 0.000118612854 : C = 0
    A2 = -84.0175225 : A3 = -0.0425086552 : A4 = 0.000176692517 : A5 = -0.000000154214418 : A6 =
729123628000.0#
    B2 = 0.0637728282 : B3 = 0.000147201258 : B4 = -0.000000340248641 : B5 =
0.000000000288102877 : B6 = -1175541780.0#
    C2 = -961.156884 : C3 = 2.04712363 : C4 = 0 : C5 = -0.000000966486318 : C6 = -653078769

```

Q = 4.5 : Z = 9290.73 : GA = 478.93
 F1 = 98.316515149 : F2 = -5548.5169388 : F3 = -12.84596753 : F4 = 0.016613313807 : F5 =
 0.0313605356
 D1 = 553.759545 : D2 = 923.276065 : D3 = 698.922396 : D4 = -685.969196 : D5 = 587.985153
 G1 = 99.708642 : G2 = 2.10926018 : G3 = -0.00288089444 : G4 = 0.00000146480528 : G5 = -
 435229.529
 TC = 471.15 : TR = 200 : PR = 437.4 : P0 = 437.4 : U0 = 202816.47 : S0 = 873.60402 : T0 = 200
End Sub
Public Sub CtteAlcoholPropilico()
 PC = 5075100 : TC = 536.85 : R = 138.3559 : B = 0.000487267222 : C = 0
 A2 = -542.668549 : A3 = 0.90549575 : A4 = -0.00189466294 : A5 = 0.0000011905269 : A6 = 0
 B2 = 0.397987297 : B3 = -0.0000427456287 : B4 = 0 : B5 = 0.00000000102623102 : B6 = 0
 C2 = -15839.232 : C3 = 59.3029373 : C4 = 0 : C5 = -0.0000912685005 : C6 = 0
 Q = 5 : Z = 0 : GA = 544.85
 F1 = 75.7783301 : F2 = -10499.0282 : F3 = -6.0391603 : F4 = -0.00529345072 : F5 = 0.7264663
 D1 = 273.3829339 : D2 = 806.8327349 : D3 = -1230.35606 : D4 = 2627.253614 : D5 = -1592.222689
 G1 = -299.0892915 : G2 = 6.434660263 : G3 = -0.00404063496 : G4 = 0.0000009853269426 : G5 = 0
 TR = 275 : T0 = 275 : P0 = 499.8 : U0 = 794792.91 : S0 = 2429.0305
End Sub
Public Sub CtteRe12()
 PC = 4115900 : TC = 385.17 : R = 68.7483 : B = 0.000406366926 : C = 0
 A2 = -91.6210126 : A3 = 0.101049598 : A4 = -0.0000574640225 : A5 = 0 : A6 = 0
 B2 = 0.0771136428 : B3 = -0.0000567539138 : B4 = 0 : B5 = 0.000000000408193371 : B6 = 0
 C2 = -1525.24293 : C3 = 2.19982681 : C4 = 0 : C5 = -0.000000166307226 : C6 = 0
 Q = 5.475 : Z = 0 : GA = 0
 F1 = 93.3438056 : F2 = -4396.18785 : F3 = -12.4715223 : F4 = 0.0196060432
 D1 = 558.08454 : D2 = 854.445804 : D3 = 0 : D4 = 299.4077103 : D5 = 0 : D6 = 352.1500633 : d7 = -
 50.47419739
 G1 = 33.8900526 : G2 = 2.507020671 : G3 = -0.003274505926 : G4 = 0.000001641736815
 TR = 200 : PR = 9957 : T0 = 200 : P0 = 9956.60869988709 : U0 = 169701.87 : S0 = 894.48764
End Sub
Public Sub CtteRe13()
 PC = 3869700 : TC = 302 : R = 79.59 : B = 0.00029965352561 : C = 0
 A2 = -82.852902033 : A3 = 0.098725559035 : A4 = -0.00010744963678 : A5 =
 0.000000034587476371 : A6 = 508736830310.0#
 B2 = 0.11326045344 : B3 = -0.00017124042321 : B4 = 0.00000025233687878 : B5 = -
 0.000000000087021612764 : B6 = -922795850.51
 C2 = -489.38250202 : C3 = 0.95943985617 : C4 = 0 : C5 = -0.00000025327694644 : C6 = 0
 Q = 4 : Z = 10011.5625 : GA = 303.33
 F1 = 64.251423714 : F2 = -3416.1026958 : F3 = -7.172343913 : F4 = 0.010548780505 : F5 =
 0.2803010913
 D1 = 577.78667 : D2 = 871.32829 : D3 = 0 : D4 = 136.3619 : D5 = 0 : D6 = 414.55727 : d7 =
 153.601492
 G1 = 67.072536 : G2 = 2.127480552 : G3 = -0.0015722103888 : G4 = 0 : G5 = 0
 TR = 150 : PR = 5238 : T0 = 150 : P0 = 5238 : U0 = 155147.13 : S0 = 1047.9552
End Sub
Public Sub CtteRe14()
 PC = 3745000 : TC = 227.5 : R = 94.4698 : B = 0.0000936417268 : C = 0
 A2 = -58.1197516 : A3 = 0.00738765401 : A4 = 0.000020117565 : A5 = -0.000000029294738 : A6 =
 402572833000.0#
 B2 = 0.103268777 : B3 = 0.0000387338946 : B4 = -0.0000000738580538 : B5 =
 0.000000000106640394 : B6 = -1149705460
 C2 = -508.957326 : C3 = 0.905455659 : C4 = 0 : C5 = -0.000000316196531 : C6 = 0
 Q = 4 : Z = 10591.4322

F1 = 53.327781 : F2 = -3049.75772 : F3 = -4.69017025 : F4 = 0.00268565551 : F5 = 0.770707795
 GA = 235.56
 D1 = 625.68261 : D2 = 1114.382841 : D3 = 73.47063471 : D4 = 579.415835 : D5 = -129.0928672
 G1 = 125.8381602 : G2 = 1.786415576 : G3 = -0.0003875045218 : G4 = -0.0000007211410935
 TR = 125 : PR = 18540 : T0 = 125 : P0 = 18540 : U0 = 133493.88 : S0 = 1203.7444
End Sub
Public Sub CtteRe22()
 PC = 4977600 : TC = 369.17 : R = 96.1467 : B = 0.000124855636 : C = 0
 A2 = -116.981908 : A3 = -0.0292952588 : A4 = 0.000241919261 : A5 = -0.000000243458381 : A6 =
 940022615000.0#
 B2 = 0.11643124 : B3 = 0.000230319412 : B4 = -0.000000679667708 : B5 = 0.00000000630201766
 : B6 = -2075806500
 C2 = -1184.0971 : C3 = 2.48896136 : C4 = 0 : C5 = -0.00000120619716 : C6 = 0
 Q = 4.2 : Z = 8781.3417 : GA = 381.17
 F1 = 71.554148092 : F2 = -4818.957505 : F3 = -7.86103122 : F4 = 0.0090806824483 : F5 =
 0.445746703
 D1 = 524.76606 : D2 = 875.161285 : D3 = 588.662575 : D4 = -357.093464 : D5 = 327.951374
 G1 = 117.767811 : G2 = 1.699729606 : G3 = -0.000883043292 : G4 = 0 : G5 = 332541.758
 TR = 200 : PR = 16730 : T0 = 200 : P0 = 16730 : U0 = 232377.71 : S0 = 1243.6813
End Sub
Public Sub CtteRe114()
 PC = 3267500 : TC = 418.86 : R = 48.6567 : B = 0.00036925473671 : C = 0
 A2 = -64.104114343 : A3 = 0.057127242624 : A4 = -0.000040395739859 : A5 =
 0.000000010471501742 : A6 = 0.0#
 B2 = 0.052242055542 : B3 = -0.000016104714461 : B4 = 0 : B5 = 0.000000000073702304644 : B6
 = 0
 C2 = -176.38764841 : C3 = 0.27453497239 : C4 = 0 : C5 = -0.000000066455468465 : C6 = 0
 Q = 3 : Z = 0 : GA = 426.86
 F1 = 67.005038032 : F2 = -6345.4579033 : F3 = -6.3086761 : F4 = 0.002865199978 : F5 =
 0.78142111
 D1 = 581.79555 : D2 = 979.47995 : D3 = 0 : D4 = 262.99362 : D5 = 0 : D6 = 279.95448 : d7 =
 17.938077
 G1 = 73.269 : G2 = 2.6301 : G3 = -0.0022654 : G4 = 0 : G5 = 0
 TR = 200 : PR = 1385 : T0 = 200 : P0 = 1385 : U0 = 147373.18 : S0 = 690.58908
End Sub
Public Sub CtteReC_318()
 PC = 2782500 : TC = 388.48 : R = 41.5628 : B = 0.000375279614 : C = 0
 A2 = -50.9125078 : A3 = 0.0444191073 : A4 = -0.0000257248397 : A5 = 0.00000000398047697 : A6
 = 0
 B2 = 0.0476339868 : B3 = -0.0000207196888 : B4 = 0 : B5 = 0.0000000000973125201 : B6 = 0
 C2 = -766.941499 : C3 = 1.11357942 : C4 = 0 : C5 = 0.000000251636825 : C6 = 0
 Q = 5 : Z = 0 : GA = 396.67
 F1 = 43.1929871 : F2 = -5347.49337 : F3 = -2.128401 : F4 = -0.00496359519 : F5 = 0.6625898
 D1 = 619.91595 : D2 = 1135.043967 : D3 = 378.1929245 : D4 = 256.1227119 : D5 = -142.9552707
 G1 = 94.27759077 : G2 = 2.787714064 : G3 = -0.002236127054 : G4 = 0.0000005256534892 : G5 = 0
 TR = 250 : PR = 46600 : T0 = 250 : P0 = 46600 : U0 = 112604.71 : S0 = 553.15468
End Sub
Public Sub CtteRe500()
 PC = 4425800 : TC = 378.66 : R = 83.7133 : B = 0.000376703749 : C = 0
 A2 = -122.257685 : A3 = 0.145279154 : A4 = -0.0000913792893 : A5 = -0.00000000899528863 : A6
 = 0
 B2 = 0.111650804 : B3 = -0.000094860628 : B4 = 0 : B5 = 0.000000000107667125 : B6 = 0
 C2 = -2496.4688 : C3 = 4.60008366 : C4 = 0 : C5 = -0.00000137460901 : C6 = 0
 Q = 5.475 : Z = 0 : GA = 386.43

```

F1 = 47.3707956 : F2 = -4273.21106 : F3 = -3.63691 : F4 = 0.00208360862 : F5 = 0.4629401
D1 = 496.5735 : D2 = 697.797897 : D3 = 1196.726116 : D4 = -1402.948285 : D5 = 904.7729355
G1 = 112.2210487 : G2 = 2.138288123 : G3 = -0.001318105011 : G4 = 0 : G5 = 0
TR = 200 : PR = 12190 : T0 = 200 : P0 = 12190 : U0 = 199349.95 : S0 = 1053.019
End Sub
Public Sub CtteRe502()
    PC = 4074700 : TC = 355.31 : R = 74.4743 : B = 0.000104254456 : C = 0.0000007
    A2 = -87.633628387 : A3 = 0.058487769532 : A4 = -0.000089814259017 : A5 =
0.000000057770975886 : A6 = -263778114710.0#
    B2 = 0.099521056148 : B3 = -0.00002620609918 : B4 = 0.00000013240127692 : B5 = -
0.00000000093160674753 : B6 = 692709430.08
    C2 = -651.57668337 : C3 = 0.55817296336 : C4 = 0.002347034729 : C5 = -0.0000024297977885 : C6
= 10603021861000.0#
    Q = 4.2 : Z = 9755.2665 : GA = 363.33
    F1 = 32.652346611 : F2 = -4521.8998176 : F3 = -0.36983496 : F4 = -0.0072380229337 : F5 =
0.81611391
    D1 = 560.6475 : D2 = 856.73938 : D3 = 1023.0082 : D4 = -1122.5871 : D5 = 776.56102
    G1 = 85.4902692 : G2 = 2.2584619105 : G3 = -0.0019113995193 : G4 = 0.00000053983516293 : G5
= 82777.831437
    TR = 200 : PR = 22740 : T0 = 200 : P0 = 437.4 : U0 = 202816.47 : S0 = 873.60402
End Sub
Public Sub CtteRe503()
    PC = 4325600 : TC = 292.59 : R = 95.2533
    B = 0.00055837499 : C = 0 : Q = 0 : Z = 1313.9445
    F1 = 44.0368096 : F2 = -1995.77131 : F3 = -4.49169 : F4 = 0.0122205099 : F5 = -0.17671
    GA = 297.04
    D1 = 521.048006 : D2 = 2089.253902 : D3 = -5379.287269 : D4 = 10432.0208 : D5 = -5991.462863
    G1 = 169.87941 : G2 = 1.233735242 : G3 = 0.001241300119 : G4 = -0.000002462789574 : G5 = 0
    TR = 150 : T0 = 150 : P0 = 9838 : U0 = 164547.53 : S0 = 1156.2357 : PR = 9838
End Sub
End Module

Module SubGenerales
    Public nl As String
    Public mensaje As Single
    Public Const SWP_NOMOVE = 2
    Public Const SWP_NOSIZE = 1
    Public Const FLAGS = SWP_NOSIZE
    Public Const HWND_TOPMOST = -1
    Public TA As Single, T0 As Single, TC As Single, TR As Single, T As Single, P As Single, PSAT As
Single, PC As Single, PR As Single
    Public A0 As Single, B0 As Single, C0 As Single, D0 As Single, E0 As Single
    Public A As Single, A2 As Single, A3 As Single, A4 As Single, A5 As Single, A6 As Single, AA As
Single, AP As Single
    Public B As Single, B2 As Single, B3 As Single, B4 As Single, B5 As Single, B6 As Single
    Public C As Single, C2 As Single, C3 As Single, C4 As Single, C5 As Single, C6 As Single, CZ(11) As
Single
    Public D As Single, D1 As Single, D2 As Single, D3 As Single, D4 As Single, D5 As Single, D6 As
Single, D7 As Single
    Public F1 As Single, F2 As Single, F3 As Single, F4 As Single, F5 As Single, F6 As Single, F7 As
Single, F8 As Single

```

Public G1 As Single, G2 As Single, G3 As Single, G4 As Single, G5 As Single, G6 As Single, GA As Single

Public H As Single, H1 As Single, H2 As Single, H3 As Single, HF As Single, HG As Single, HFG As Single

Public P0 As Single, PF As Single, PC2 As Single, P1 As Single

Public S0 As Single, S1 As Single, S2 As Single, S3 As Single, S4 As Single, SF As Single, SG As Single, SFG As Single, S As Single

Public TP As Single

Public V As Single, VF As Single, VG As Single, VFG As Single, VL As Single

Public Y1 As Single, Y2 As Single, Y3 As Single

Public E As Single, U0 As Single, Q As Single, R As Single, X As Single, Z As Single

Public F(8) As Single, G(6) As Double, CM(8) As Double, DM(8) As Double, Densa(7) As Double, AM(10, 7) As Double

Public Declare Function SetWindowPos Lib "user32" (ByVal hwnd As Long, ByVal hWndInsertAfter As Long, ByVal X As Long, ByVal y As Long, ByVal cx As Long, ByVal cy As Long, ByVal wFlags As Long) As Long

Public Sub VariablesTermodinamicas()

VG = V

VFG = VG - VF

HFG = (-F2 / T ^ 2 + F3 / T + F4 + F5 * (-1 / T - GA * Math.Log(GA - T) / T ^ 2)) * Math.Exp(F1 + F2 / T + F3 * Math.Log(T) + F4 * T + F5 * (GA - T) / T * Math.Log(GA - T)) * VFG * T

SFG = HFG / T

Y2 = -Q * T / TC : Y3 = Math.Exp(Y2) : Y1 = V - B

S3 = C2 / Y1 + C3 / (2 * Y1 ^ 2) + C4 / (3 * Y1 ^ 3) + C5 / (4 * Y1 ^ 4)

H1 = G1 * (T - T0) + G2 / 2 * (T ^ 2 - T0 ^ 2) + G3 / 3 * (T ^ 3 - T0 ^ 3) + G4 / 4 * (T ^ 4 - T0 ^ 4) - G5 * (1 / T - 1 / T0) + P * V

H2 = A2 / Y1 + A3 / (2 * Y1 ^ 2) + A4 / (3 * Y1 ^ 3) + A5 / (4 * Y1 ^ 4)

H3 = Y3 * (1 + Q * T / TC) * S3 + U0

HG = H1 + H2 + H3

End Sub

Public Sub PropiedadesSaturadas()

HF = (HG - HFG) * 0.001 : HG = HG * 0.001 : HFG = HFG * 0.001

SF = (SG - SFG) * 0.001 : SG = SG * 0.001 : SFG = SFG * 0.001

P = PSAT * 0.001

End Sub

Public Sub LlenarLista1()

FrmPropTermo.List1.Items.Add("VF[m³/kg]= " + Format\$(VF, "0.000000"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("VG[m³/kg]= " + Format\$(VG, "0.000000"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("HF[kJ/kg]= " + Format\$(HF, "0.00"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("HFG[kJ/kg]= " + Format\$(HFG, "0.00"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("HG[kJ/kg]= " + Format\$(HG, "0.00"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("SF[kJ/kg K]= " + Format\$(SF, "0.0000"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("SFG[kJ/kg K]= " + Format\$(SFG, "0.0000"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("SG[kJ/kg K]= " + Format\$(SG, "0.0000"))

End Sub

Public Sub LlenarLista12()

FrmPropTermo.List1.Items.Add("V[m³/kg]= " + Format\$(V / 1000, "0.000000"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("H[kJ/kg]= " + Format\$(H, "0.00"))

FrmPropTermo.List1.Items.Add("S[kJ/kg K]= " + Format\$(S, "0.0000"))

End Sub

Public Sub vst()

If T = 0 Then FrmPropTermo.TxtT.Focus()

FrmPropTermo.List1.Items.Clear()

```

FrmPropTermo.List1.Items.Add("Propiedades del Vapor Saturado a T=const.")
FrmPropTermo.List1.Items.Add("T[K]= " + Format$(T, "0.00"))
FrmPropTermo.List1.Items.Add("P[kPa]= " + Format$(P, "0.000000"))
LlenarLista1()
End Sub
Public Sub vsp()
If PSAT = 0 Then FrmPropTermo.TxtPSat.Focus()
FrmPropTermo.List1.Items.Clear()
FrmPropTermo.List1.Items.Add("Propiedades del Vapor Saturado a P=const.")
FrmPropTermo.List1.Items.Add("P[kPa]= " + Format$(PSAT / 1000, "0.000000"))
FrmPropTermo.List1.Items.Add("T[K]= " + Format$(T, "0.00"))
LlenarLista1()
End Sub
Public Sub vs()
P = P / 1000
If T = 0 Then FrmPropTermo.TxtT.Focus()
If P <> P1 Then
FrmPropTermo.ComboEstado.SelectedIndex = 0
FrmPropTermo.Calcular()
End If
FrmPropTermo.List1.Items.Clear()
FrmPropTermo.List1.Items.Add("Propiedades del Vapor Sobrecalentado")
FrmPropTermo.List1.Items.Add("T[K]= " + Format$(T, "0.00"))
FrmPropTermo.List1.Items.Add("P[kPa]= " + Format$(P, "0.000000"))
LlenarLista12()
End Sub
End Module

```