RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	CIRO ANTONIO URIBE CENTANARO
FACULTAD	FACULTAD DE EDUCACION, ARTES Y HUMANIDADES
PLAN DE ESTUDIOS	ESPECIALIZACON DOCENCIA UNIVERSITARIA
DIRECTOR	GERARDO ALFONSO VERJEL CLAVIJO
TÍTULO DE LA TESIS	IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE ORIENTE EL USO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

LA EDUCACIÓN ES UNA ESENCIA, UN PROBLEMA CIUDADANO Y UN PROBLEMA PERSONAL. POR ELLO LOS PADRES Y REPRESENTANTES DE LOS ESTUDIANTES, ENTENDER QUE LA DINÁMICA EDUCATIVA ENVUELVE A TODOS Y QUE EL PROCESO EDUCATIVO ES UNA ACTIVIDAD PERMANENTE QUE INTEGRA A LOS ESTUDIANTES CON SUS MAESTROS, A NOSOTROS MISMOS Y A LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD DONDE VIVIMOS. EN CONSECUENCIA SE HACE NECESARIO QUE LOS ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO EDUCATIVO PARTICIPEN ACTIVAMENTE Y CUMPLAN CON EL ROL QUE LES TOCA DESEMPEÑAR. EVIDENTEMENTE TODO ESTO LLEVA ESTRECHA RELACIÓN CON, QUE TIENE COMO ENFOQUE PRINCIPAL EL CONSTRUCTIVISMO, EN DONDE LA CONSTRUCCIÓN DEL SABER SE CONCIBE COMO LA RELACIÓN DE EXPERIENCIAS Y NECESIDADES QUE DAN COMO PRODUCTO UNA DIVERSIDAD DE NUEVOS APRENDIZAJES.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 121	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE ORIENTE EL USO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

CIRO ANTONIO URIBE CENTANARO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
DIVISIÓN DE POSTGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUADA
ESPECIALIZACIÓN EN PRÁCTICA DOCENTE UNIVERSITARIA
OCAÑA
2014

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE ORIENTE EL USO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

CIRO ANTONIO URIBE CENTANARO

Proyecto de grado presentado como requisito para obtener el título de Especialista en Práctica Docente Universitaria

Director
GERARDO ALFONSO VERJEL CLAVIJO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
DIVISIÓN DE POSTGRADOS Y EDUCACIÓN CONTINUADA
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA
OCAÑA
2014

CONTENIDO

pág.

1. IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE ORIENTE EL USO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 12
1.3 JUSTIFICACIÓN 12
1.4 OBJETIVOS 13
1.4.1 General. 13
1.4.2 Específicos. 13
1.5 DELIMITACIÓN 14
1.5.1 Conceptual. 14
1.5.2 Operativa. 14
1.5.3 Espacial. 14
1.5.4 Temporal. 14

2. MARCO REFERENCIAL 15
2.1 MARCO HISTÓRICO 15
2.1.1 Antecedentes a nivel internacional. 15
2.1.1.1 Diseño y construcción de un módulo didáctico de refrigeración. 15
2.1.1.2 Diseño y construcción de un módulo modificado de refrigeración. 15
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional. 16
2.1.2.1 El Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado 16
2.1.3 Antecedentes a nivel local. 17
2.2 MARCO TEÓRICO 17
2.3 MARCO CONCEPTUAL 20
2.3.1 Sistemas de refrigeración. 20
2.3.1.1 Clasificación de los sistemas refrigerantes. 20
2.3.2 Refrigeración. 23
2.3.2.1 Aplicaciones de la refrigeración. 23
2.3.2.2 Clasificación. 24
2.3.2.3 Propiedades. 26
2.3.3 Ciclo de refrigeración teórico por compresión mecánica. 29
2.3.3.1 El proceso de compresión. 30
2.3.3.2 El proceso de condensación. 30
2.3.3.3 El proceso de expansión. 30
2.3.3.4 El proceso de evaporación. 30
2.3.4 Ciclo de refrigeración real por compresión mecánica. 30
2.3.5 Aislamiento térmico del poliuretano. 32
2.3.5.1 Propiedades del aislamiento térmico poliuretano expandido 32
2.3.5.2 Reactividad. 32

2.3.6 Sistema de control. 33
2.3.6.1 Sistema de control de lazo abierto. 34
2.3.6.2 Sistema de control lazo cerrado. 34
2.3.6.3 Control automático. 34
2.3.6.4 Controladores lógicos programables (plc). 35
2.3.7 Refrigeración. 35
2.3.8 Congelación. 35
2.3.9 Ultracongelación. 35
2.3.10 Rendimiento. 36
2.3.11 Condensador. 36
2.3.12 Temperatura. 36
2.3.13 Humedad relativa. 36
2.3.14 Cámara de enfriamiento rápido 37
2.3.15 Corrientes de aire frío 37
2.3.16 Agua fría (hydro cooling) 37
2.3.17 Expansión Directa. 37
2.3.18 Expansión Indirecta. 37
2.3.19 Ventilación. 38
2.3.20 Filtrado. 38
2.3.21 Enfriamiento y deshumectación. 38
2.3.22 Calentamiento. 38
2.3.23 Humectación. 39
2.3.24 Circulación. 39
2.3.25 Consumo energético. 39
2.3.26 Climatización. 40
2.3.27 Entropía. 40
2.3.28 Entalpía. 40
2.3.29 Calor Latente. 41
2.3.30 Compresor. 41
2.3.31 Válvula de expansión. 41
2.3.32 Didáctica. , 41
2.3.32.1 Clasificación Interna de la Didáctica 42
2.3.32.2 Los recursos Didáctico-Pedagógicos. 44
2.3.33 Enseñanza. 45
2.3.34 Aprendizaje. 46
2.3.35 Proceso Enseñanza-Aprendizaje. 47
3.2.36 Módulo. 49
2.4 MARCO LEGAL 49
2.4.1 Constitución política. 49
2.4.2 Ley 115 de 1994 – ley general de educación. 50
2.4.3 Ley 1029 de 2006. 51
2.4.4 Ley 30 de 1992. 52
2.4.5 Acuerdo 091 de diciembre de 1993. 53
2.4.6 Acuerdo Nº 029 de Abril 12 de 1994. 54
2.4.7 Acuerdo 065 de 1996. 54

3. DISEÑO METODOLÓGICO 56
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 56
3.2 POBLACIÓN 56
3.3 MUESTRA 56
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 56
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN 57

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES 58
4.1 REALIZAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL QUE MUESTRE EL GRADO DE CONOCIMIENTO QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER RESPECTO AL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 58
4.2 ORGANIZAR EL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 63
4.3 PLANTEAR LOS TEMAS DEL MÓDULO DIDÁCTICO COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DEL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN 64
4.4 DISEÑAR EL MÓDULO DIDÁCTICO A LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA 64

CONCLUSIONES 114

RECOMENDACIONES 115

BIBLIOGRAFÍA 116

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS 117

ANEXOS 120

LISTA DE CUADROS

pág.

Cuadro 1. Presión y temperatura de evaporación y condensación 27
Cuadro 2. Punto de congelación 27
Cuadro 3. Refrigerantes de alta seguridad 28

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Refrigerado por compresión a vapor. 21
Figura 2. Ciclo invertido de Carnot 22
Figura 3. Clasificación de los refrigerantes. 24
Figura 4. Refrigerantes según el grado de seguridad 25
Figura 5. Refrigerantes según su función 26
Figura 6. Refrigeración por compresión mecánica 29
Figura 7. Diagrama presión-entalpia del ciclo teórico de refrigeración 30
Figura 8. Diagrama presión-entalpia del ciclo real de refrigeración 31
Figura 9. Esquema general de un sistema 33

LISTA DE ANEXOS

pág.

Anexo A. Cuestionario 121

1. IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO QUE ORIENTE EL USO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento sobre los sistemas de refrigeración, en los estudiantes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, representa una falencia en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Mecánica; debido a que no cuentan con un módulo didáctico que les oriente al uso de los equipos de refrigeración, trayendo como consecuencia una mala selección, instalación, manejo e inadecuado mantenimiento de éstos, los cuales generan una serie de problemas ambientales y económicos.

La educación es una esencia, un problema ciudadano y un problema personal. Por ello los padres y representantes de los estudiantes, entender que la dinámica educativa envuelve a todos y que el proceso educativo es una actividad permanente que integra a los estudiantes con sus maestros, a nosotros mismos y a los miembros de la comunidad donde vivimos.

En consecuencia se hace necesario que los elementos involucrados en el proceso educativo participen activamente y cumplan con el rol que les toca desempeñar. Evidentemente todo esto lleva estrecha relación con, que tiene como enfoque principal el Constructivismo, en donde la construcción del saber se concibe como la relación de experiencias y necesidades que dan como producto una diversidad de nuevos aprendizajes[1].

Es por ello que se cree que la causa principal para que exista desconocimiento en éste tema en los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica de la UFPSO, es no contar con un módulo didáctico que oriente a los mismos para que cuenten con material necesario y de apoyo que permita que el estudiante de manera simple, sencilla y didáctica obtenga información necesaria para el uso de los equipos de refrigeración.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Mejorará el conocimiento sobre el uso de los equipos de refrigeración de los estudiantes de Ingeniería Mecánica de Noveno Semestre de la UFPSO?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Hoy en día la función del docente es reconocida como una profesión social, dado que se le atribuyen varias expectativas sociales relacionadas con la adquisición y aprovechamiento de la información suministrada por el mismo, de igual manera se establece que el docente tiene

[1] ROJAS, Aleida. Módulo instruccional para desarrollar en docentes el rol socializador e integrador. [En línea]. Actualizado en el 2008. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.monografias.com/trabajos65/rol-socializador-docentes/rol-socializador-docentes2.shtml p. 1 de 18.

una función social pues debe expandir formación ética, moral, valores y principios a los estudiantes, con el fin de que estos sean útiles para la sociedad.

Por lo tanto el docente debe establecer métodos o herramientas que satisfagan las necesidades del estudiante, es por ello que nace la necesidad de implementar un módulo didáctico que oriente el uso de equipos de refrigeración a los estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, pues mediante éste documento se dan a conocer las falencias existentes en la selección, instalación, calidad y puesta en marcha de equipos de refrigeración los cuales son definidos como una máquina térmica diseñada para tomar calor de un foco frío (temperatura más baja) y transferirlo a otro caliente (temperatura más alta)[2], todo ello con miras a que el estudiante cuente con el conocimiento previo para el uso de los equipos de refrigeración. Así mismo se quiere que el estudiante conozca los estándares exigidos por las diferentes leyes, decretos y protocolos colombianos que regulan los sistemas de refrigeración con el fin de que reflexione sobre el manejo de los mismos y así incentivar al estudiante para que se concientice, conozca, analice y utilice la información relacionada con los equipos refrigerantes para su vida cotidiana y profesional.

Como se observa el fin principal de este documento es que el estudiante de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, aprenda el uso adecuado de los equipos de refrigeración, pues en el trascurso de su vida profesional contará con las herramientas para manejar adecuadamente dichos equipos y contribuye a mejorar la calidad del ambiente y a reducir costos innecesarios por el manejo inadecuado de los mismos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General. Implementar un módulo didáctico que oriente el uso de equipos de refrigeración para los estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

1.4.2 Específicos. Realizar un diagnóstico situacional que muestre el grado de conocimiento que tienen los Estudiantes de Noveno Semestre de la Universidad Francisco de Paula Santander respecto al uso de los equipos de refrigeración.

Organizar el módulo didáctico para la enseñanza del uso de los equipos de refrigeración.

Plantear los temas del módulo didáctico como herramienta para el aprendizaje del uso de los equipos de refrigeración.

Diseñar el módulo didáctico a los estudiantes de Noveno Semestre de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

[2] PEÑARANDA, Allan. Maquinas herramientas. [En línea]. Actualizado en el 2011. [citado el 20 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://maherra.blogspot.com/2011/08/refrigeracion.html p. 1 de 1.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Conceptual. Como desarrollo del marco conceptual se tendrán en cuenta los siguientes referentes conceptuales: Sistemas de refrigeración; Clasificación de los sistemas refrigerantes; Refrigeración; Aplicaciones de la refrigeración; Clasificación; Propiedades; Ciclo de refrigeración teórico por compresión mecánica; El proceso de compresión; El proceso de condensación; El proceso de expansión; El proceso de evaporación; Ciclo de refrigeración real por compresión mecánica; Elementos del sistema de refrigeración por compresión mecánica; Aislamiento térmico del poliuretano; Propiedades del aislamiento térmico poliuretano expandido; Reactividad; Sistema de control; Sistema de control de lazo abierto; Sistema de control lazo cerrado; Control automático; Controladores lógicos programables (plc); Refrigeración; Congelación; Ultracongelación; Rendimiento; Condensador; Temperatura; Humedad relativa; Cámara de enfriamiento rápido; Corrientes de aire frío; Agua fría (hydro cooling); Expansión Directa; Expansión Indirecta; Ventilación; Filtrado; Enfriamiento y deshumectación; Calentamiento; Humectación; Circulación; Consumo energético; Climatización; Entropía; Entalpía; Calor Latente; Compresor; Válvula de expansión; didáctica, clasificación interna de la didáctica, los recursos didáctico-pedagógicos, enseñanza, aprendizaje, proceso enseñanza-aprendizaje y módulo.

1.5.2 Operativa. El proyecto se desarrollará, teniendo en cuenta lo estipulado en el anteproyecto. De presentarse cambios importantes en el desarrollo del mismo, estos serán consultados y corregidos en conjunto con el director del proyecto y luego serán presentados mediante oficio al comité curricular y jurados.

1.5.3 Espacial. El presente proyecto se desarrollará al interior de la comunidad universitaria más específicamente con los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.4 Temporal. Esta investigación se realizará durante doce (12) semanas, a partir de la aprobación del anteproyecto.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTÓRICO

2.1.1 Antecedentes a nivel internacional. A continuación se presentan algunos estudios a nivel internacional relacionados con el tema:

2.1.1.1 Diseño y construcción de un módulo didáctico de refrigeración. El objetivo de este trabajo fue diseñar y construir un módulo didáctico de refrigeración, para logar este cometido se realizó una investigación sobre la existencia de equipos parecidos en establecimientos educativos, como son colegios técnicos y universidades para identificar los elementos que componen los mismos y su lógica de funcionamiento. De forma paralela, se efectuó la búsqueda de materiales y elementos en empresas que comercializan equipos de refrigeración industrial para identificar aquellos que podrían ser utilizados al momento de la implementación. La empresa privada jugó un papel muy importante, pues de ella se adquirió conocimientos y recomendaciones bibliográficas sumamente útil. El sistema que se ha logrado construir es capaz de controlar la temperatura desde 10°C hasta los 0.4°C y la precisión del refrigerante tanto en el lado de alta (280 y 230 PSI), como el de baja (75 y 59 PSI), dependiendo de las condiciones ambientales. El sistema permite visualizar sus distintos estados pues permite simular las fallas de alta y baja presión, alta y baja temperatura, fallas en el evaporador y siempre cuidando al compresor. Además, el equipo está protegido contra sobrecorrientes para evitar daños al compresor[3].

En este proyecto se implementa un módulo didáctico de refrigeración para el Laboratorio de instrumentación Industrial. Este módulo muestra el ciclo de refrigeración de manera explícita, pues mediante el uso del mismo pretendemos que los estudiantes de las materias relacionadas puedan observar los diferentes estados, presiones y temperaturas que experimenta el refrigerante dentro del ciclo de refrigeración, en este caso, el refrigerante R-22.

2.1.1.2 Diseño y construcción de un módulo modificado de refrigeración por compresión de vapor para el desarrollo de estudios experimentales en el área de refrigeración. El objetivo principal del presente trabajo de investigación, se basó en diseñar y construir un módulo modificado de refrigeración por compresión de vapor. El módulo utiliza una unidad condensadora de 1/3 de hp. A diferencia de un sistema de refrigeración simple, el módulo de refrigeración modificado posee tres (3) tubos capilares que le brindan la posibilidad al equipo de alcanzar tres temperaturas de evaporación diferentes, además cuenta con un subenfriador y un sobrecalentador, que le permiten aumentar el subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-134a. Los resultados obtenidos fueron validados con los fundamentos teóricos y los antecedentes relacionados a la investigación, corroborando plenamente el buen

[3] ÁLVAREZ GALLO, Carlos Fabián y REINA DELGADO, Javier Ignacio. Diseño y Construcción de un módulo didáctico de refrigeración. Quito, enero de 2009. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 05 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1091/1/CD-1931.pdf p. 3 de 20.

funcionamiento que presenta el equipo. Adicionalmente, se realizó un estudio que permitió determinar las irreversibilidades presentes en cada componente del equipo de refrigeración. Una de las principales ventajas del módulo construido es el bajo costo de inversión.

En la actualidad los sistemas de refrigeración por compresión de vapor por sus características de trabajo superan a otros métodos de obtención de frío debido a que se pueden obtener muy bajas temperaturas con un equipamiento muy compacto, haciéndose extensivos a casi todas las aplicaciones de frío. Desde el punto de vista de sus aplicaciones, la refrigeración reviste un gran interés dentro de la evolución industrial, posee un amplísimo campo en lo que respecta a la conservación de alimentos (barcos congeladores de pescado en alta mar, plantas refrigeradoras de carnes y verduras), productos farmacéuticos y materias para la industria (plantas productoras de hielo, unidades de transporte de productos congelados, barcos, aviones, trenes, camiones), en sistemas de acondicionamiento de aire y calefacción, entre otros. Esto da una idea del grandísimo interés que tienen los equipos de refrigeración desde el punto de vista económico, humano y social.

En concordancia a lo expuesto, en este trabajo se presenta el diseño y construcción de un módulo de refrigeración por compresión de vapor, en el cual se podrán realizar ensayos aumentando la temperatura de evaporación en el sistema de refrigeración, además, ensayos aumentando el subenfriamiento y sobrecalentamiento del refrigerante R-134a; satisfaciendo así, una necesidad en cuanto a la realización de un estudio experimental más amplio del sistema de refrigeración por compresión de vapor[4].

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional. A nivel nacional se mencionan los siguientes trabajos respecto al tema de investigación.

2.1.2.1 El Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado y la Certificación por Competencias Laborales. Para cumplir con los compromisos asumidos por Colombia frente al Protocolo de Montreal, la Unidad Técnica Ozono –UTO- del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial adelanta la ejecución del Plan Nacional de Eliminación –PNE buscando facilitar la eliminación paulatina del consumo de cerca de 800 toneladas de Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono –SAO, que actualmente importa el país[5].
El mantenimiento de los equipos de refrigeración y aire acondicionado es la actividad responsable de, aproximadamente, el 85 % del consumo actual de SAO en Colombia, del

[4] RODRÍGUEZ, E. RODRÍGUEZ, Andrés, COLLADO, M y RODRÍGUEZ, Ángel. Diseño y construcción de un módulo modificado de refrigeración por compresión de vapor para el desarrollo de estudios experimentales en el área de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2012. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://serviciosyadal.blogspot.com/2012/03/diseno-y-construccion-de-un-modulo.html p. 1 de 15.

[5] MINAMBIENTE. El Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado y la Certificación por Competencias Laborales. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.minambiente.gov.co/documentos/cartilla_mantenimiento_refrigeracion_aire.pdf p. 1 de 10

cual una fracción significativa es injustificado, resultado de la aplicación de malas prácticas, fugas y desperdicio en el uso de refrigerantes.

En el marco de implementación del PNE, el Proyecto de Certificación ha vinculado reconocidas certificadoras, entidades públicas y privadas de capacitación, empresas y talleres de mantenimiento y ha logrado la participación masiva de más de 4000 técnicos en todo el país dispuestos voluntariamente a certificar sus competencias laborales, verificando así el cumplimiento de las normas nacionales para realizar mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, especialmente aquellas relacionadas con las prácticas que aseguran la protección de la capa de ozono.

Con diversas experiencias entre países firmantes del Protocolo de Montreal, el proceso de certificación a técnicos en Colombia se ha caracterizado por un trabajo regional, adelantado de la mano de las entidades ambientales, sensibilizando y motivando permanentemente al trabajador que se encarga de todas las actividades propias de un técnico de servicio.

Esta cartilla fue preparada por la UTO como herramienta de apoyo y consulta permanente para difundir las buenas prácticas ambientales entre las empresas, talleres y técnicos dedicados al mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, pretendiendo crear conciencia sobre el agotamiento de la capa de ozono y el cambio climático, problemas ambientales mundiales que exigen el compromiso y aporte de todos los actores involucrados para lograr soluciones conjuntas[6].

La publicación apoyará el alistamiento y los planes de mejoramiento de los trabajadores que aspiren a certificarse en la Norma de Competencia Laboral colombiana "Manejo ambiental de sustancias refrigerantes utilizadas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado según la normatividad nacional e internacional" y facilitará implementar las estrategias adoptadas por el país para disminuir el consumo de SAO, minimizando el impacto ambiental generado por el sector de mantenimiento.

La UTO confía en que la información presentada sea de utilidad no sólo para los técnicos sino también para las entidades públicas y privadas de capacitación, asociaciones y grandes consumidores que deseen iniciar actividades de concientización sobre el agotamiento de la capa de ozono.

2.1.3 Antecedentes a nivel local. En el municipio de Ocaña, N.S., no se ha encontrado evidencia alguna de elaboración de un módulo didáctico relacionado con los equipos de refrigeración.

2.2 MARCO TEÓRICO

El concepto de aprendizaje es un componente previo, un requisito indispensable para cualquier elaboración teórica sobre la enseñanza. Sin embargo, como veremos a

[6] Ibíd., p´. 2 de 10.

continuación, la teoría y la práctica didácticas necesitan un cuerpo de conocimientos sobre los procesos de aprendizaje que cumpla dos condiciones fundamentales[7]:

Abarcar, de forma integral y con tendencia holística, las distintas manifestaciones, procesos y tipos o clases de aprendizaje[8].

El recorrido realizado a lo largo de las diferentes teorías del aprendizaje manifiesta, de forma clara, no sólo la disparidad de enfoques, sino, sobre todo, la existencia de distintos tipos de aprendizaje y la mayor pertinencia de cada una de las formulaciones teóricas para alguna de dichas clases.

Está sin resolver la polémica histórica entre la concepción unitaria del aprendizaje y la consideración de la existencia en él de categorías bien diferenciadas.

Toda teoría sobre el aprendizaje ha de poder explicar, tanto las peculiaridades que identifican y distinguen diversas clases, como las características comunes que subyacen a éstas y justifican su denominación como 'procesos de aprendizaje". Es esta teoría, que integra sin simplificar, que distingue sin divorciar, la que exige la práctica pedagógica. Tanto para comprender como para orientar en la escuela los fenómenos de enseñanza aprendizaje. Pueden, por tanto, distinguirse diferentes tipos o clases de aprendizaje (como, por ejemplo, aprendizaje de señales, de encadenamientos E-R, de conceptos, de principios...), debido a que en ellos pueden tener lugar diferentes procesos, se requieren distintas condiciones y se producen resultados diversos.

La mayoría de las teorías del aprendizaje han adquirido sus principios explicativos a partir de la reducción de las complejas variables de aprendizaje escolar que se realiza en la investigación de laboratorio. Precisamente el rigor de la investigación experimental apoyada en la epistemología positivista, se asienta en la simplificación de las situaciones reales, en el control de la neutralidad o inactividad de unas variables para comprobar los efectos de los cambios que la manipulación de una variable ejerce en otra. Estas situaciones artificiales difícilmente pueden reproducirse en el ambiente 'natural' del aula o en el extraescolar.

La didáctica necesita teorías que se acerquen a lo que ocurre en situaciones reales donde se produce el aprendizaje de forma sistemática o de modo informal. La solución no está en prescindir de la investigación del laboratorio, una investigación analítica y rigurosa de capital importancia. En nuestra opinión, el desfase y la inadecuación pueden resolverse siempre que el aprendizaje sea abordado por amplios programas de investigación natural, que respeten la complejidad, riqueza, ambigüedad e, incluso, contradicción de la realidad. Dentro de éstos, han de realizarse experimentos de laboratorio, todo lo concretos y específicos que sea preciso, cuyas conclusiones se interpreten dentro, y nunca fuera y de forma aislada, de la lógica y el

[7] GIMENO, J. y PÉREZ, A. Comprender y transformar la enseñanza. Madrid: Morata. 1998. p. 32
[8] Ibíd., p. 34.

significado del sistema ecológico que componen la interacciones de los alumnos/as en la institución escolar[9].

Las teorías del aprendizaje, aun comprendiendo el influjo de los elementos personales que intervienen en la escuela, han de reconocer un elevado grado de indeterminación en el aprendizaje y en las interacciones, pues tanto el docente como el discente se involucran de forma particular en una situación, cuya dinámica es difícil de prever, ya que se encuentra jalonada por innumerables incidencias accidentales, frecuentemente provocadas por factores y procesos extraescolares en gran medida imprevisibles, o por elaboraciones emergentes como consecuencia de los 'mismos procesos de interacción social. La teoría del aprendizaje que necesita el profesor para orientar la enseñanza ha de contemplar esa dimensión de indeterminación.

La teoría y la práctica didácticas poseen un irrenunciable componente teleológico, intencional, que desborda la naturaleza explicativa de las teorías del aprendizaje. Es éste uno de los puntos más oscuros y paradójicamente más cruciales para determinar la relación entre las teorías del aprendizaje y las de la enseñanza. No es difícil ponerse de acuerdo en que las teorías del aprendizaje son descriptivas y pretenden conquistar el nivel explicativo, mientras que las de la enseñanza, además, deben ser prescriptivas, normativas.

Por otra parte, el componente utópico e inacabado de la naturaleza humana impone permanentes resistencias a la pretensión explicativa del pensamiento y acción del hombre considerado en forma individual o colectiva.

La orientación futura del hombre se mueve necesariamente en el terreno de lo posible, en el territorio siempre incierto de los valores, de las opciones éticas y políticas, en el ámbito de la construcción condicionada del futuro siempre en parte abierta e indeterminada. La didáctica se apoya en el conocimiento del hombre y de la sociedad, pero inevitablemente se proyecta hacia un futuro desconocido que en parte contribuye a construir.

En definitiva, las teorías psicológicas del aprendizaje pretenden describir y explicar cómo se produce el aprendizaje, y también las relaciones, en el mejor de los casos, entre el aprendizaje, el desarrollo y el contexto físico, social e histórico donde vive el individuo. Pretenden, por tanto, explicar lo real, lo ya construido, cómo aprenden aquí y ahora los seres humanos.

La teoría y la práctica pedagógicas se enfrentan con el problema teleológico de cómo intervenir para provocar determinada forma de ser, de aprender, de sentir y actuar. Su objetivo no es, necesariamente, reproducir los modos de comportamiento de la comunidad social, entre los cuales se encuentran las formas de aprender, sino cómo potenciar una forma de ser y de aprender frecuentemente discrepante con los modos inducidos espontáneamente

[9] Ibíd., p. 37.

por la tendencia dominante en la sociedad. La propia finalidad de la intervención didáctica es objeto de debate y confrontación[10].

Las teorías psicológicas pretenden explicar los hechos; la teoría y la práctica educativas se proponen además debatir las intenciones, proponer, experimentar y evaluar fórmulas de transformación de lo real dentro del ámbito de lo posible; provocar la construcción de nueva realidad respetando en el proceso los principios que realizan los valores debatidos y propuestos.

El análisis de los valores así como de los procedimientos para su discusión y aceptación democráticas no puede ser responsabilidad exclusiva de una teoría psicológica; requiere inevitablemente la aportación de otros campos del saber.

Los módulos de aprendizaje se utilizan para empaquetar y presentar contenido, así como para permitir a los profesores organizar los materiales de un curso en un índice. Para entender su utilidad, podemos asociarlos al concepto de unidad didáctica[11].

A su vez, en un módulo de aprendizaje se pueden incluir todo tipo de contenidos como elementos, actividades y pruebas.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Sistemas de refrigeración. Los sistemas de refrigeración consisten en ciclos termodinámicos, mediante los cuales es posible tomar un flujo de calor de una fuente de baja temperatura y trabajo u otra fuente de energía para transmitir calor a un sumidero de mayor temperatura. El ciclo termodinámico se realiza utilizando una sustancia de trabajo que se denomina refrigerante, la cual cambia de estado durante el ciclo, permitiendo la transferencia de calor mencionada[12].

2.3.1.1 Clasificación de los sistemas refrigerantes.

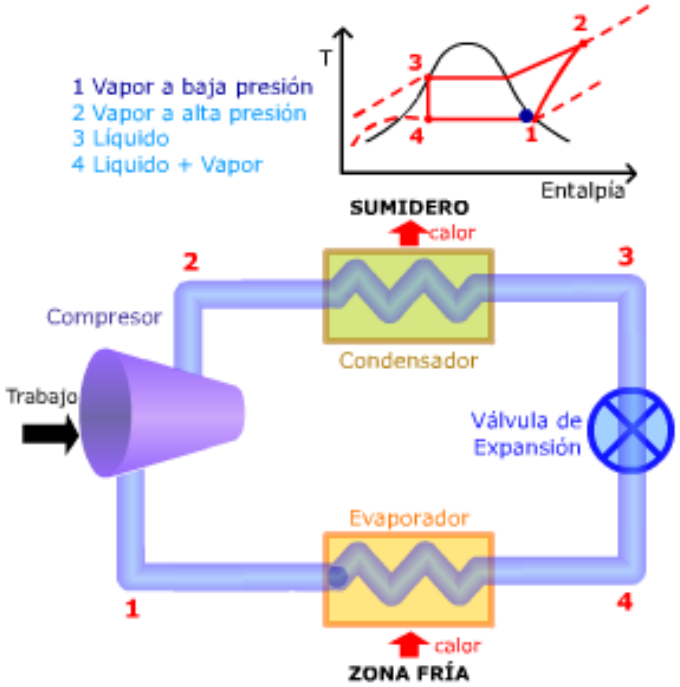
- **Refrigeración por compresión a vapor.** Los procesos en el que los refrigerantes son sometidos a un ciclo termodinámico de compresión, condensación, expansión y evaporación se denominan Ciclo de Refrigeración por Compresión de Vapor, los cuales son ampliamente utilizados en el mundo, con una participación superior al 98% de las aplicaciones frigoríficas. En este sistema se incrementa la presión del vapor del refrigerante, desde la que tiene en el

[10] Ibíd., p. 38.
[11] UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Módulos de aprendizaje. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 18 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://unizar.es/innovacion/ecoleccion1/archivos/PDF/56_ModulosAprendizaje.pdf p. 1 de 3.
[12] TRUJILLO VERA, Diego Alejando. Sistemas de refrigeración y aire acondicionado. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 29 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.si3ea.gov.co/Eure/6/inicio.html p. 1 de 45.

evaporador hasta la necesaria en el condensador, mediante la incorporación de energía eléctrica proporcionada al compresor[13].

En el compresor, el refrigerante entra en forma de vapor saturado a baja presión y recibe un trabajo mecánico que eleva su presión, temperatura y entalpía hasta llevarlo a un estado de vapor sobrecalentado, luego, en el condensador, el refrigerante es enfriado pasando por vapor saturado a alta presión y posteriormente hasta condensarlo, entregando al ambiente energía en forma de calor; posteriormente este líquido a presión pasa por un dispositivo de estrangulación que lo expande súbitamente llevándolo al estado de vapor húmedo a baja presión, lo cual a su vez enfría el refrigerante preparándolo para ser la fuente de frío del proceso; finalmente, en el evaporador el refrigerante extraerá calor del material refrigerado para pasar de nuevo al estado de vapor saturado a baja presión, el cual pasa al compresor cerrando el ciclo.

Figura 1. Refrigerado por compresión a vapor.

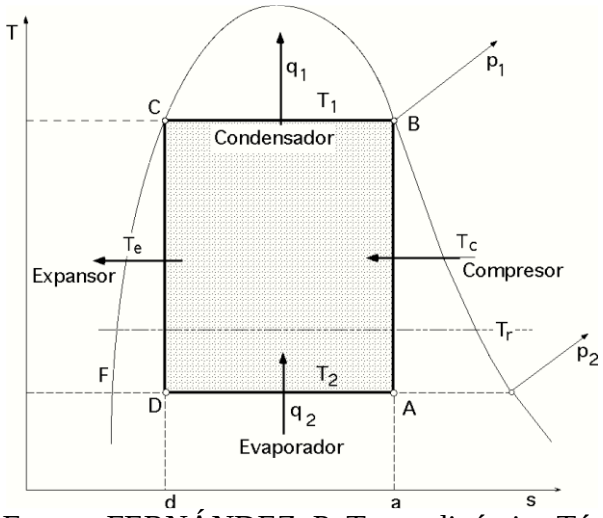


Fuente: ANDI. EPM. UPB. Guías para el uso racional de energía por procesos en la industria. Segunda Edición. Medellín: Editorial UPB. 1998. p. 35.

Ciclo invertido de Carnot. El Ciclo de Carnot invertido es el modelo perfecto del ciclo de refrigeración por compresión de vapor más eficiente que opera entre dos temperaturas y que constituye un estándar de comparación con los ciclos reales de refrigeración[14].

[13] ANDI. EPM. UPB. Guías para el uso racional de energía por procesos en la industria. Segunda Edición. Medellín: Editorial UPB. 1998. p. 35.
[14] FERNÁNDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da. ed. España: Irwin, 2003. p. 222.

Figura 2. Ciclo invertido de Carnot



Fuente: FERNÁNDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da. ed. España: Irwin, 2003. pp. 222

El ciclo invertido de Carnot consta de dos procesos isotérmicos (DA-CB), y dos procesos isoentropicos (DC-AB).

Funcionamiento del ciclo invertido de Carnot. Un compresor accionado por un motor aumentaría la presión del fluido desde a, según la transformación (AB), alcanzando la temperatura; esta compresión seria seguida de una condensación isotérmica (BC) en la que el calor es evacuado.

El fluido una vez licuado se expansiona isotérmicamente (CD), disminuyendo su presión y temperatura, con lo que se vaporiza parcialmente, llegando en estas condiciones al evaporador, estado D, iniciándose la vaporización isotérmica (DA)[15].

- **Refrigeración por absorción.** Los sistemas de refrigeración por absorción difieren de los convencionales por compresión de vapor, en el hecho de que la etapa de compresión es reemplazada por dos procesos: generación y absorción. Estos sistemas aprovechan la capacidad de absorción y desorción que tienen ciertas sustancias sobre otras (por ejemplo agua y amoníaco) para generar el efecto de refrigeración. El ciclo de absorción funciona así: La mezcla de refrigerante y absorbente rica en refrigerante se bombea al generador, donde se calienta para evaporar gran parte del refrigerante, el cual pasa al condensador donde se enfría; el refrigerante sigue su camino por un dispositivo de expansión donde pierde presión y en consecuencia es enfriado aún más; luego va al evaporador a baja presión, donde el refrigerante absorbe energía térmica del medio externo evaporándose y logrando el efecto de refrigeración requerido; seguidamente el refrigerante va al absorbedor donde se encuentra con una mezcla rica en absorbente que regresa del generador, allí se mezclan absorbente y refrigerante para ser bombeados una vez más al generador.

[15] Ibíd., p. 223.

El rendimiento para el ciclo de absorción, es menor que en el método por compresión de vapor (COP entre 0,8 y 1,2 frente a 3 y 5,5 para compresión de vapor), sin embargo, en algunos casos esto se justifica cuando la energía proviene de una fuente térmica más económica (comparando con la energía eléctrica), incluso residual o un subproducto destinado a desecharse.

- **Refrigeración por otros sistemas.** Además de los sistemas de refrigeración por compresión de vapor y de absorción, en ciertas aplicaciones se utilizan otros métodos para la obtención de bajas temperaturas, estos métodos se basan en el efecto termoeléctrico o efecto Seebeck, en la termoacústica, en el ciclo del aire (chorro de aire), del vapor (chorro de vapor), etc.

Chorro de vapor. Producen agua fría entre 2ºC y 20ºC y tienen aplicación principalmente en procesos donde el producto a tratar se evapora directamente, como concentrados de jugos naturales o alimentos que se deterioran con el calor. En este sistema el efecto refrigerante se produce enfriando agua en el evaporador a expensas del agua evaporada a baja presión, y el incremento de la presión del vapor se logra mediante eyectores.

Chorro de aire. Consiste en generar un chorro de aire comprimido, tangencial a una placa, a velocidades próximas a la del sonido; de esta forma se separa el flujo en dos corrientes, una interior, que se expande y enfría, y una exterior que se calienta por la disipación de calor del interior. El enfriamiento del aire interno es el que se aprovecha para refrigerar, con un rendimiento del 10% de un ciclo de compresión de vapor comparable. Sin embargo es un sistema sencillo y seguro con aplicaciones en sistemas electrónicos principalmente.

Ciclos de Adsorción. Es una alternativa energética utilizada por ejemplo, para el acondicionamiento de aire, donde de usa un dispositivo deshumidificador que posee desecantes (en este caso sílica gel, que adsorbe agua), un recuperador de calor sensible, un calentador y un par de humidificadores.

2.3.2 Refrigeración. La refrigeración se puede definir como la extracción de calor de una sustancia o espacio produciendo en ella una temperatura inferior a la de sus alrededores. El enfriamiento se efectúa por la evaporación del líquido refrigerante en un intercambiador de calor denominado evaporador. La sustancia de trabajo usada en sistemas de refrigeración por compresión se denomina refrigerante. Las propiedades del refrigerante influyen mucho en el diseño de un sistema de refrigeración[16]. La refrigeración Mecánica se realiza mediante la circulación continua de refrigerante a través del Evaporador, Compresor, Condensador y Válvula de Expansión en un sistema cerrado.

2.3.2.1 Aplicaciones de la refrigeración. La industria de la refrigeración se encuentra inmersa en varias aplicaciones, se han agrupado en 6 categorías generales:

[16] VALENZUELA, Ramiro R. Apuntes de Refrigeración. 2da. ed. Ecuador: Riobamba, 2002. p. 8.

Refrigeración doméstica.
Refrigeración comercial.
Refrigeración industrial.
Refrigeración marina y de transportación.
Acondicionamiento de aire para el confort humano
Acondicionamiento de aire industrial.

2.3.2.2 Clasificación. Existen varias formas de clasificar los refrigerantes según diferentes criterios. De acuerdo con el grado de seguridad, teniendo en cuenta su toxicidad, reactividad y límites de explosión; de acuerdo con su función, dependiendo si se usa directamente en el sistema, o si es solo un agente para transportar el frío que se produce con otro refrigerante; y con base en su composición química[17].

Figura 3. Clasificación de los refrigerantes.



Fuente: INACAP, Luis Coloma Rodríguez. Manual de Capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.conama.cl/portal/1255/articles-28343_recurso_2.pdf p. 1 de 10.

- **Según el grado de seguridad.** Los fluidos refrigerantes pueden clasificarse en tres grupos dependiendo del grado de seguridad o peligrosidad de los mismos de la siguiente manera:

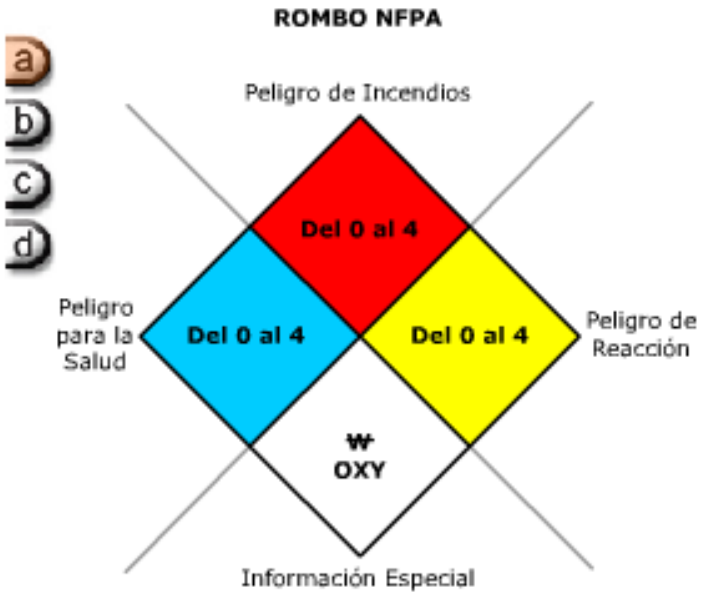
Grupo primero. Corresponden a este grupo los refrigerantes que no son combustibles, cuyos efectos sobre la salud son despreciables.

[17] INACAP, Luis Coloma Rodríguez. Manual de Capacitación Buenas practicas en sistemas de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2006. [citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.conama.cl/portal/1255/articles-28343_recurso_2.pdf p. 1 de 10.

Grupo segundo. Corresponden a este grupo los refrigerantes que son tóxicos o corrosivos o que al combinarse con el aire, en una porción del 3,5% o más en volumen, pueden formar una mezcla combustible o explosiva.

Grupo tercero. Corresponden a este grupo los refrigerantes que al combinarse con el aire en proporción inferior al 3,5 % en volumen pueden constituir una mezcla combustible o explosiva[18].

Figura 4. Refrigerantes según el grado de seguridad



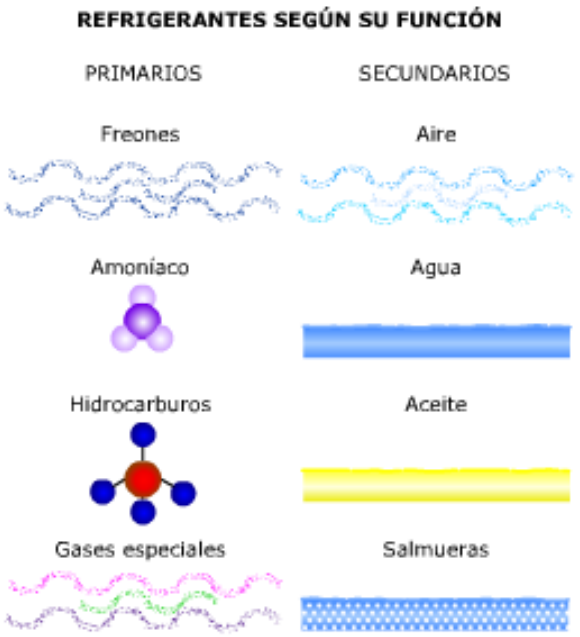
Fuente: INACAP, Luis Coloma Rodríguez. Manual de Capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.conama.cl/portal/1255/articles-28343_recurso_2.pdf p. 2 de 10.

- **Según su función.** Según su función los refrigerantes se pueden clasificar en primarios y secundarios; los primarios son aquellos que absorben calor al evaporarse a baja temperatura y lo ceden al condensarse a alta temperatura y presión, mientras que los secundarios, son aquellos que son enfriados por otro refrigerante y circulan como fluidos que transportan el calor. Por ejemplo, las salmueras son refrigerantes secundarios, porque constituyen un sistema indirecto cerrado que transfiere el efecto frigorífico desde un sistema primario de refrigeración; Son seguras, de baja toxicidad, fáciles de transportar y de poco mantenimiento, por lo cual, son ideales para el transporte de frío a distancia y la industria de alimentos. Hay salmueras de tipo salino, como las soluciones de cloruro sódico y de cloruro cálcico, salmueras a partir de glicol, formadas por soluciones de etilenglicol y propilenglicol,

[18] Ibíd., p. 2 de 10.

salmueras para bajas temperaturas, que son sustancias puras como el cloruro de metileno, el tricloroetileno, el R-11, la acetona, el alcohol metílico y el alcohol etílico, y salmueras para aplicaciones especiales, que son sustancias o soluciones particulares para ciertas aplicaciones, como las fracciones destiladas de petróleo, aceites sintéticos, etc.[19].

Figura 5. Refrigerantes según su función



Fuente: INACAP, Luis Coloma Rodríguez. Manual de Capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.conama.cl/portal/1255/articles-28343_recurso_2.pdf p. 3 de 10.

- **Según su composición química.** Los refrigerantes se clasifican según su composición química en distintos grupos: Hidrocarburos halogenados, Hidrocarburos cíclicos, Mezclas azeotrópicas, Compuestos inorgánicos y otros Hidrocarburos.

2.3.2.3 Propiedades. Para la selección de un refrigerante se deben tener en cuenta varias propiedades y características, desde el punto de vista termodinámico se requiere no tener presiones de condensación excesivas, poseer un bajo punto de ebullición, una alta temperatura crítica, un alto calor latente de vaporización, un bajo calor específico del líquido, un bajo volumen específico del vapor, un volumen y potencia bajos por cada tonelada de refrigeración, tener un COP alto, y no causar corrosión en los metales usados; todas estas condiciones garantizan el no tener condiciones extremas en el proceso y lograr una alta eficiencia en el ciclo[20]. De otro lado, las propiedades químicas que benefician la elección del refrigerante, al garantizar la seguridad para los operadores del sistema y para el producto,

[19] Ibíd., p. 3 de 10.
[20] DOSSAT, Roy. Principios de Refrigeración. México: CECSA. 2004. p. 28.

son el no ser inflamable ni explosivo, tener baja toxicidad y efectos sobre el ambiente, reaccionar poco con los materiales de construcción y no producir daños a los productos refrigerados en caso de fugas. Otras características deseables para el refrigerante son tener una baja tendencia a las fugas y posibilidad de detección, baja viscosidad, alta conductividad térmica, baja acción inhibitoria sobre el aceite y las válvulas, disponibilidad, preferencia personal y bajo costo.

- **Presión y temperatura de evaporación y condensación.** La temperatura de condensación depende de las condiciones ambientales o del medio que recibe el calor (sumidero), debe ser superior a la temperatura del ambiente en cinco grados o más. La temperatura de evaporación es dependiente del proceso y debe estar cinco grados o más por debajo del requerimiento de temperatura. A manera de ejemplo, si la sustancia a refrigerar se requiere a 4°C, la temperatura de evaporación del refrigerante a las condiciones del evaporador debe estar por debajo de -1°C. Para el caso de un condensador evaporativo que intercambia calor con el medio ambiente que se mantiene a 25°C, la temperatura de condensación debe ser superior a los 30°C.

Cuadro 1. Presión y temperatura de evaporación y condensación

Refrigerante	**Temperatura de ebullición normal °C**
Amoniaco	-33.3
Anhídrido carbónico	-78.4
R-11	23.7
R-12	-29.8
R-22	-40.8
R-113	47.6
Agua	100
Fuente: DOSSAT, Roy. Principios de Refrigeración. México: CECSA. 2004. p. 28.	

- **Punto de congelación.** Para evitar taponamientos en el sistema de refrigeración, la temperatura de congelación normal del refrigerante debe estar por debajo de todas las temperaturas de dicho sistema.

Cuadro 2. Punto de congelación

Refrigerante	**Temperatura de ebullición normal °C**
Amoniaco	-77.7
Anhídrido carbónico	-56.6
R-11	-111
R-12	-158
R-22	-100
R-113	-35
Agua	0
Fuente: DOSSAT, Roy. Principios de Refrigeración. México: CECSA. 2004. p. 28.	

- **Efectos fisiológicos.** Los efectos fisiológicos que los refrigerantes pueden causar se relacionan con los efectos soporíferos, disminución en la cantidad de oxígeno, originando sofoco y peligro de asfixia, efectos tóxicos y mortales, irritabilidad, etc.[21].

Cuadro 3. Refrigerantes de alta seguridad

Número de identificación	% de volumen en el aire			Otros
	Lesión mortal o grave en minutos	Peligrosa de los 30 a los 60 minutos	Inocuo de 1 a 2 horas	
R-11			111	A
R-12			20 A 30	B
R-13			20 A 30	B
R-13B1			20 A 30	B
R-14				
R-21		10	5	A
R-22			20	B
R-113		5 A 10	2.5	A
R-114			20 A 30	B
R-115			20 A 30	B
R-C318			20 A 30	B
R-500			20	B
R-502			20	B
R-704	8	5 A 6	2 A 4	C
Advertencia: Pueden producirse gases de descomposición tóxicos en presencia de llamas, su olor intenso proporciona un aviso antes de alcanzarse concentraciones peligrosas.				
Fuente: MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Colombia en el Protocolo. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/colombia_protocolo.htm p. 1 de 15.				

En el cuadro la columna otro las letras significan:

A: Altas concentraciones producen efectos soporíferos.
B: Altas concentraciones provocan una disminución en la cantidad de oxígeno, originando sofoco y peligro de asfixia.
C: No posee olor característico, pero posee un margen muy pequeño entre los efectos no tóxicos y mortales.
D: Olor característico, incluso a concentraciones muy bajas.
E: Irritante, incluso a concentraciones muy bajas.
F: Muy soporífero.
G: Refrigerantes no tóxicos, los cuales no producen lesiones letales cuando su concentración está por debajo de sus límites de explosión.

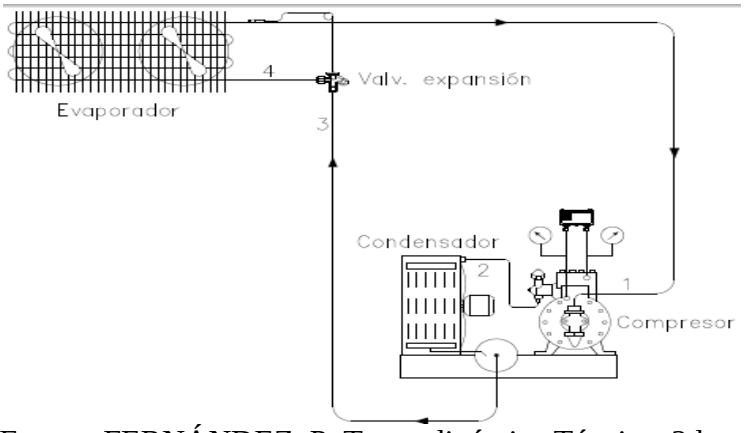
[21] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Colombia en el Protocolo. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/colombia_protocolo.htm p. 1 de 15.

- **Efecto invernadero y en la capa de ozono**. Algunos refrigerantes pueden ser causantes del efecto invernadero o calentamiento global del planeta tierra, este efecto es causado por un desequilibrio entre la radiación incidente del sol en la tierra y la que emite ésta al universo, generándose una acumulación de energía en la atmósfera que se traduce en un incremento de la temperatura[22].

Si bien, la atmósfera es relativamente transparente a la radiación solar, la radiación infrarroja se absorbe en la atmósfera por muchos gases menos abundantes que impiden que una buena parte de la radiación infrarroja se escape directamente al espacio, al frenar este flujo al espacio los gases calientan la atmósfera y superficie terrestre. Otro gran problema ambiental lo causa el cloro que contienen algunas sustancias químicas liberadas a la atmósfera, las cuales son las principales responsables del agotamiento de la capa de ozono en la estratosfera. Una gran parte de estos compuestos están constituidos por CFC's (clorofluorocarbonados) y halones (agentes de extinción de incendios). Los primeros han sido utilizados por años como refrigerantes, disolventes o agentes espumantes. Los más peligrosos de estos elementos tienen larga vida, por ejemplo el CFC R-11 dura un promedio de 50 años en la atmósfera, el CFC R-12 un promedio de 102 años y el CFC R-113 un promedio de 85 años, es por este motivo que las sustancias químicas influirán en el proceso de agotamiento por muchos años.

2.3.3 Ciclo de refrigeración teórico por compresión mecánica. En la siguiente figura se muestra los elementos de un sistema de refrigeración por compresión mecánica de una etapa[23].

Figura 6. Refrigeración por compresión mecánica

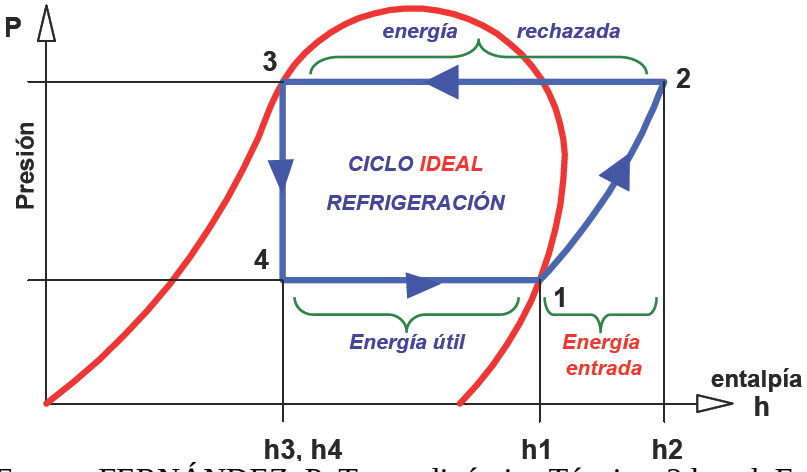


Fuente: FERNÁNDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da. ed. España: Irwin, 2003. p. 223.

El ciclo de refrigeración ideal mecánica consta de cuatro procesos[24]: Compresión, Condensación, Expansión, Evaporación.

[22] Ibíd., p. 3 de 15.
[23] FERNÁNDEZ, P. Óp. Cit., p. 223.
[24] Ibíd., p. 224

Figura 7. Diagrama presión-entalpia del ciclo teórico de refrigeración



Fuente: FERNÁNDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da. ed. España: Irwin, 2003. p. 224.

2.3.3.1 El proceso de compresión. El proceso de 1-2 la realiza el compresor cumple con dos funciones principales: primero, succiona el refrigerante vaporizado (línea de succión), reduciendo la presión en el evaporador hasta un punto en el que puede mantenerse la temperatura de evaporación deseada. Segundo el compresor comprime ese refrigerante vaporizado, descargándole a una presión lo suficientemente alta (línea de descarga) para que la temperatura de saturación sea mayor que la temperatura del ambiente a refrigerar, de modo que se produzca la condensación fácilmente[25].

2.3.3.2 El proceso de condensación. El proceso de 2-3 la efectúa el condensador que es básicamente un intercambiador de calor, en donde el calor absorbido por el refrigerante en el proceso de compresión es cedido al medio condensación (al aire en este caso).A medida que el calor es cedido por el vapor de alta temperatura y presión desciende su temperatura hasta el punto de saturación, condensándose el vapor y convirtiéndose en líquido.

2.3.3.3 El proceso de expansión. El proceso de 3-4 lo realiza la válvula de expansión su misión es disminuir inmediatamente la presión y dosificar la cantidad de fluido refrigerante que debe ingresar al evaporador a entalpia constante hasta el punto 4.

2.3.3.4 El proceso de evaporación. El proceso de 4 -1 la función que realiza el evaporador es extraer el calor del medio refrigerado por medio de la evaporación del refrigerante .El evaporador recibe refrigerante a baja presión y baja temperatura y lo entrega a baja presión y alta temperatura.

2.3.4 Ciclo de refrigeración real por compresión mecánica. En un ciclo de refrigeración real por compresión mecánica de vapor, la variación principal ocurre en el compresor. Las variaciones y temperaturas debido a posibles recalentamientos y subenfriamiento del

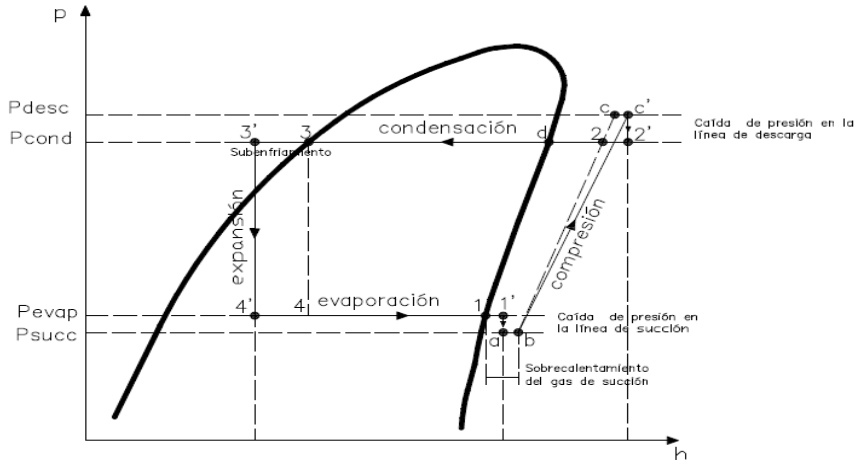
[25] Ibíd., p. 224.

refrigerante y caídas de presión en los diferentes elementos componentes de la instalación. Se observa que el punto uno se ha reemplazado en función de la temperatura y presión, se localiza en la zona de vapor recalentado; esto es, debido al recalentamiento del refrigerante (1-1') sea en el evaporador y/o en la tubería de aspiración y el aumento de temperatura del refrigerante (a-b) cuando entra en contacto con la superficie de la cámara de compresión, además de la caída de presión en la válvula de aspiración o línea de succión. Esta variación produce un aumento refrigerante acompañado con la disminución del peso del refrigerante aspirado, una temperatura final de compresión muy elevada puede incidir en comprometer cambios notables en las propiedades del aceite lubricante (peligro de rotura de film lubricante entre pistón y cilindro por una excesiva disminución de la viscosidad del aceite), punto negativo que obliga a evitar valores exagerados de recalentamiento con la debida utilización de aislamiento térmico en la tubería de aspiración[26].

El vapor es comprimido hasta una presión considerablemente mayor que la presión de condensación, para forzar la salida de vapor a través de la válvula de descarga. La caída de presión en la línea de descarga (c'-2') es necesaria para forzar la apertura de la válvula de descarga.

De otro lado observamos al punto 3 en la zona de sub. Enfriamiento, estado en cual permite obtener en el punto cuatro una menor temperatura y mayor concentración de refrigerante líquido, aumentando el valor del efecto refrigerante.

Figura 8. Diagrama presión-entalpia del ciclo real de refrigeración



Fuente: VALENZUELA, Ramiro R. Apuntes de Refrigeración. 2da. ed. Ecuador: Riobamba, 2002. p. 22.

2.3.4.1 Elementos del sistema de refrigeración por compresión mecánica. Los sistemas de refrigeración por compresión mecánica constan, básicamente, de cuatro elementos que

[26] VALENZUELA, Ramiro R. Óp. Cit., p. 12.

consideramos fundamentales. Estos elementos son: a. Compresor, b. Condensador, c. Válvula de expansión, d. Evaporador.

2.3.5 Aislamiento térmico del poliuretano. Un aislante térmico es un material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica. Establece una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura[27].

La espuma de poliuretano es conocida por ser un material aislante de muy buen rendimiento. Su aplicación se puede realizar desde la parte inferior o bien desde la parte superior.

2.3.5.1 Propiedades del aislamiento térmico poliuretano expandido

Densidad: 30-80 kg/m³

Resistencia a compresión: 200 N/mm²

Conductividad térmica: 0,020 W/m·K

Retardo de llama: B1*

Coeficiente de fricción: μ=0,0135

Tª de trabajo: -50 a 80 ºC

Humedad: 0 % a 100%

Presión dentro del conducto: -2000 a +2000

Ensayo con norma DIN4102: difícilmente inflamable[28].

2.3.5.2 Reactividad. La reactividad se puede observar en una simple inspección visual y, en el caso de las espumas, está dividida en los siguientes tiempos, medidos en segundos:

Tiempo de crema: 5-15 s. Formación de monómeros y polímeros.

Tiempo de hilo: 30-70 s. Estructuración, formación de redes cristalinas.

Tiempo de subida: Finalización de la expansión.

Tacto libre: 10-50 s. Formación de piel, finalización de la reacción. La superficie del material deja de ser adhesiva.

[27] QUIMIPAC. Poliuretano Expandido. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 28 de enero de 2012]. Disponible En: www.quimipac.com p. 1 de 8.
[28] Ibíd., p. 2 de 8.

Al terminar la reacción química, la espuma de poliuretano contiene millones de celdas irregulares, que -según sea la formulación usada- son las que al final le dan las características de aislamiento térmico, resilencia, acústicas, etc.

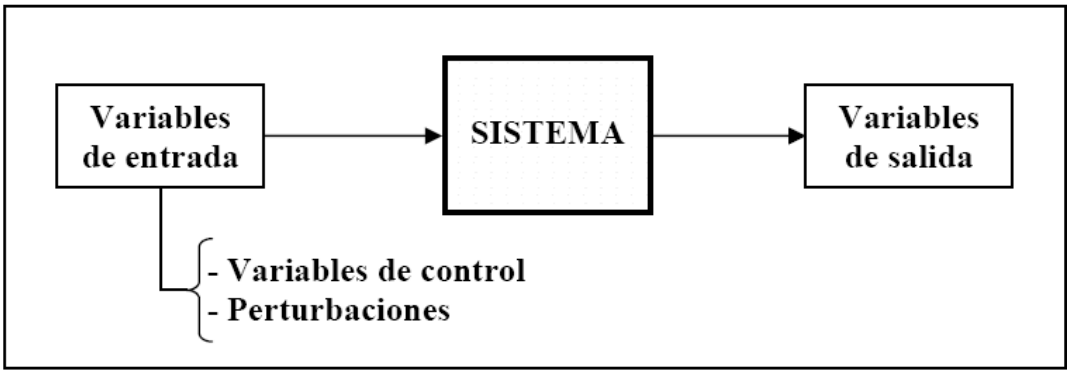
El principal mercado para el poliuretano rígido es la industria del aislamiento térmico (refrigeradores, etc.); en segundo lugar, las industrias de los poliuretanos flexibles (colchones, asientos, etc.).

Los materiales aislantes deben tener un bajo coeficiente de conductividad térmica, es decir, mientras más bajo sea este valor, mejor aislante será.

Para nuestro sistema se ha seleccionado aislar las paredes, techo, piso de la cámara de conservación con el POLIURETANO EXPANDIDO (rígido), con esta selección se va a obtener una eficiente barrera al paso de calor.

2.3.6 Sistema de control. Un sistema de control puede definirse como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida[29].

Figura 9. Esquema general de un sistema



Fuente: DOSSAT, R. Principios de Refrigeración. 2da. ed. México: Continental, 2001. pp. 137.

Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variables de control, que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control.

Dentro de los sistemas se encuentra el concepto de sistema de control. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

[29] DOSSAT, R. Principios de Refrigeración. 2da. ed. México: Continental, 2001. pp. 137.

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos: Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.

Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido.

Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.

Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un ordenador. Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes[30]:

Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.

Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.

Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

Los sistemas de control se pueden clasificar en:

2.3.6.1 Sistema de control de lazo abierto. En un sistema en el cual la variable controlada y manipulada no interactúan entre sí, es decir, no se mide la salida ni se realimenta para compararlo con la entrada.

2.3.6.2 Sistema de control lazo cerrado. Son aquellos sistemas de control realimentados. En un sistema de control lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar a la salida del sistema a un valor deseado.

2.3.6.3 Control automático. El objetivo primordial de la tecnología de control automático es mantener constante una variable en particular, tomando también en cuenta posibles perturbaciones, con el uso de servocontroles.

Elementos usados en control automático y automatización: Microcontroladores. Ejemplos: PIC, PLC. Sin que intervenga el hombre.
Sensores: Elemento de medición.

[30] Ibíd., p. 138.

2.3.6.4 Controladores lógicos programables (plc). Un controlador programable es un sistema de control de estado sólido que monitorea el estado de dispositivos como son los inputs. Controla el estado de los dispositivos conectados como outputs.

2.3.7 Refrigeración. La refrigeración es el proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) de un objeto o espacio. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.

La refrigeración implica transferir la energía del cuerpo que pretendemos enfriar a otro, aprovechando sus propiedades termodinámicas. La temperatura es el reflejo de la cantidad o nivel de energía que posee el cuerpo, ya que el frío propiamente no existe, los cuerpos solo tienen más o menos energía térmica. De esta manera enfriar corresponde a retirar Energía (calor) y no debe pensarse en términos de " producir frío o agregar frío".

La salud y el bienestar de un país pueden depender de los sistemas de refrigeración. Por ejemplo; la alimentación y el almacenamiento de vacunas, distribución, aplicación médica, industrial, comercial y doméstica de todo tipo depende de los sistemas de refrigeración.

Durante la década de los 90 casi todos los países firmaron y consecuentemente ratificaron el Protocolo de Montreal de Las Naciones Unidas y sus correcciones posteriores. Este acuerdo incluye una escala de tiempo estricto para la desaparición de refrigerantes que ataca el ozono y requiere el uso provisional hasta su sustitución por refrigerantes que no dañen el ozono. Este cambio resultó en el aumento de la variedad de refrigerantes de uso común existentes de 3 a 4 veces mayor y en la necesidad de asegurarse de que las prácticas de los ingenieros sean muy exigentes.

2.3.8 Congelación. Es una forma de conservación que se basa en la solidificación del agua contenida en éstos. Por ello uno de los factores a tener en cuenta en el proceso de congelación es el contenido de agua del producto. En función de la cantidad de agua se tiene el calor latente de congelación[31].

2.3.9 Ultracongelación. La ultra congelación consiste en una congelación en tiempo muy rápido (120 minutos como máximo), a una temperatura muy baja (inferior a -40ºC), lo que permite conservar al máximo la estructura física de los productos alimenticios. Los procesos de congelación afectan la forma en que el agua de los alimentos se transforma en cristales de hielo. La velocidad del congelado influye en el tamaño de los cristales. En la congelación rápida, o ultracongelación, se producen pequeños cristales en grandes cantidades. Cuando se forman muchos cristales de tamaño pequeño, los tejidos se preservan y las características de textura se mantienen intactas en la cocción o descongelado. Por el contrario, en la congelación lenta se forman pocos cristales de hielo de gran tamaño. En este caso los tejidos de los alimentos se rompen y eso conlleva a una pérdida de textura en la cocción o

[31] WIKIPEDIA. Congelación. [en línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 15 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://es.wikipedia.org/wiki/Congelaci%C3%B3n p. 1 de 1

descongelado. El proceso de ultracongelado de alimentos es el único sistema que conserva por mayor tiempo la integridad y calidad de los alimentos, minimizando sus alteraciones físicas, bioquímicas y microbiológicas de manera natural. De esta forma podemos estar seguros que siempre llevaremos a la mesa lo mejor y en el momento que queramos[32].

2.3.10 Rendimiento. La cantidad de calor que se puede bombear depende de la diferencia de temperatura entre los focos frío y caliente. Cuanto mayor sea ésta diferencia, menor será el rendimiento de la máquina. Las bombas térmicas tienen un rendimiento, denominado *COP* (*coefficient of performance*) mayor que la unidad. Aunque esto puede parecer imposible, se debe a que en realidad se está moviendo calor usando energía, en lugar de producir calor como en el caso de las resistencias eléctricas. Una parte muy importante de este calor se toma de la entalpía del aire atmosférico. En toda bomba de calor se verifica que el calor transmitido al foco caliente es la suma del calor extraído del foco frío más la potencia consumida por el compresor, que se transmite al fluido. Dado que el efecto útil de una bomba de calor depende de su uso, hay dos expresiones distintas del *COP*. Si la máquina se está usando para refrigerar un ambiente, el efecto útil es el calor extraído del foco frío: Si la bomba de calor está usándose para calentar una zona, el efecto útil es el calor introducido: Una bomba de calor típica tiene un *COP* de entre dos y seis, dependiendo de la diferencia entre las temperaturas de ambos focos[33].

2.3.11 Condensador. Básicamente un condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía en forma de campo eléctrico. Está formado por dos armaduras metálicas paralelas (generalmente de aluminio) separadas por material dieléctrico. Va a tener una serie de características tales como capacidad, tensión de trabajo, tolerancia y polaridad, que se debe aprender a distinguir.

2.3.12 Temperatura. Se puede indicar en forma general que las frutas y hortalizas de clima templado se deben mantener entre 0 °C y 4 °C y los de clima subtropical y tropical de 8 °C hasta 13 °C. Cuando se almacenan frutos con diferentes temperaturas, se tendrá que enfriar a la temperatura más alta por el peligro de deterioro. Las frutas tropicales y las verduras no prolongan su vida útil bajando la temperatura. Cuentan con la ventaja de un período de cosecha largo.

2.3.13 Humedad relativa. La gran mayoría requiere 95-98% de humedad. Si la humedad en la cámara es menor que la que corresponde, el aire toma humedad del fruto almacenado y éste al salir pesa menos que a la entrada y hay peligro que la piel se arrugue.
Si llega al 100% hay peligro que al pasar por el evaporador parte de la humedad se congele.

---

[32] FREIGEL. Ultracongelación. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 15 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.freigel.com/frontoffice/ini.php?op_1=3&op_2=0 p. 1 de 1.
[33] GEOTERMIA. Sistemas geotérmicos. [en línea]. Actualizado en el 2005. [citado el 12 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://geotermiacalefaccion.com/sistemas-geotermicos-y-aerotermicos/aeroterrmia-bombas-de-calor/ p. 1 de 10.

2.3.14 Cámara de enfriamiento rápido: En frigorífico de varias cámaras se instala una con compresor más potente[34]. La carga destinada a una cámara común se coloca primero en la de enfriamiento rápido que llega en pocas horas a alrededor de 10 °C.

2.3.15 Corrientes de aire frío: En un túnel de aire frío con 100% de humedad se pasa la fruta ya acomodada en canastillas de plástico. Se aplica para frutilla y cereza.

2.3.16 Agua fría (hydro cooling): El fruto se sumerge en piletas de agua fría que circula en circuito cerrado. Una cinta transportadora de tubos recoge el fruto lavado y enfriado y lo lleva a la planta de selección, clasificación y empaque y de allí al mercado o al frigorífico. Se aplica a zanahorias, nabo y rábano.

2.3.17 Expansión Directa. Se caracterizan por que dentro del serpentín de los equipos, se expande el refrigerante enfriando el aire que circula en contacto directo con él. Se pueden emplear equipos *compactos autoconenidos* que son aquellos que reúnen en un solo mueble o carcasa todas las funciones requeridas para el funcionamiento del aire acondicionado, como los *individuales de ventana* o, en caso de mayores capacidades, los del tipo *roof-top* que permiten la distribución del aire mediante conductos.

Los sistemas llamado *separado* o *split system* se diferencian de los autocontenidos porque están repartidos o divididos en dos muebles uno exterior y otro interior, con la idea de separar en el circuito de refrigeración: la zona de evaporación en el interior con la zona de condensación en el exterior. Ambas unidades van unidas por medio de tuberías de cobre para la conducción del gas refrigerante.

Los sistemas *multi split* consisten en una unidad condensadora exterior, que se puede vincular con dos o más unidades interiores. Se han desarrollado equipamientos que permiten colocar gran cantidad de secciones evaporadoras con solo una unidad condensadora exterior mediante la regulación del flujo refrigerante, denominado VRV.

Todas estas unidades son enfriadas por aire mediante un condensador y aire exterior circulando mediante un ventilador. También existen sistemas *enfriados por agua* que se diferencian de aquéllos, en que la condensación del refrigerante es producida por medio de agua circulada mediante cañerías y bomba, empleando una *torre de enfriamiento*.

2.3.18 Expansión Indirecta. Utilizan una unidad enfriadora de agua, la cual es distribuida a equipos de tratamiento de aire donde el serpentín trabaja con agua fría, denominados *fan-coil*; (ventilador-serpentín), que puede ser del tipo central constituido por un gabinete que distribuye el aire ambiente por medio de conductos o individuales verticales que se ubican sobre pared o bajo ventana u horizontales para colgar bajo el cielorraso.

[34] DESROSIER, NORMAN, W. Conservación de alimentos. México: Compañía Editorial continental. 1980. p. 45.

2.3.19 Ventilación. La función de *ventilación,* consiste en la *entrada de aire exterior*, para renovar permanentemente el aire de recirculación del sistema en las proporciones necesarias a fin de lograr un adecuado nivel de pureza, dado que como el resultado del proceso respiratorio, se consume oxígeno y se exhala anhídrido carbónico, por lo que debe suministrarse siempre aire nuevo a los locales para evitar que se produzcan viciamientos y olores.[35]

El aire nuevo del edificio o aire de ventilación penetra a través de una reja de toma de aire, en un recinto llamado *pleno de mezcla,* en él se mezcla el aire nuevo con el aire de retorno de los locales, regulándose a voluntad mediante *persianas* de accionamiento manualmente o eventualmente automáticas.

2.3.20 Filtrado. La función de filtrado se cumple en la *batería de filtros*. Consiste en tratar el aire mediante filtros adecuados a fin de quitarle polvo, impurezas y partículas en suspensión. El grado de filtrado necesario dependerá del tipo de instalación de acondicionamientos a efectuar. Para la limpieza del aire se emplea filtros que normalmente son del tipo mecánico, compuestos por substancias porosas que obligan al aire al pasar por ellas, a dejar las partículas de polvo que lleva en suspensión. En las instalaciones comunes de confort se usan filtros de poliuretano, lana de vidrio, microfibras sintética o de metálicos de alambre con tejido de distinta malla de acero o aluminio embebidos en aceite. En las instalaciones industriales o en casos particulares se suelen emplear filtros especiales que son muchos más eficientes. El filtro es el primer elemento a instalar en la circulación del aire porque no solo protege a los locales acondicionados sino también al mismo equipo de acondicionamiento.

2.3.21 Enfriamiento y deshumectación. La función de *refrigeración y deshumectación*, se realiza en verano en forma simultánea en la *batería de refrigeración*, dado que si no se realiza, el porcentaje de humedad relativa aumenta en forma considerable, provocando una sensación de molestia y pesadez. La humedad contenida en el aire que circula se elimina por *condensación,* porque se hace trabajar la batería a una temperatura inferior a la del punto de rocío. En instalaciones industriales que se requiere gran posición puede aplicarse un sistema separado empleando para la deshumectación *agentes absorbentes* como la silica-gel.

2.3.22 Calentamiento. El calentamiento del aire se efectúa en invierno en la *batería de calefacción,* por medio de una batería agua caliente o vapor vinculadas con cañerías a una planta de calderas o intercambiadores a gas o eléctricos. Para aplicaciones de confort en instalaciones de agua fría se suele emplear la misma batería que se usa para refrigerar para calfaccionar haciendo circular agua caliente por la misma, en la época de invierno. El sistema de expansión directa también se puede emplear la misma batería haciendo funcionar el sistema en el *ciclo de bomba de calor*.

[35] QUADRI, Nestor. Manual del aire acondicionado y calefacción. Argentina: Editorial Alsina. 2007. p. 32.

2.3.23 Humectación. En invierno, si se calienta el aire sin entregarle humedad, la humedad relativa disminuye provocando resecamiento de las mucosas respiratorias, con las consiguientes molestias fisiológicas.

La *función de humectación*, que se ejecuta en invierno en el *humectador*, debe colocarse después de la batería de calefacción dado que el aire más caliente tiene la propiedad de absorber más humedad[36]. Existen aparatos que evaporan el agua contenida en una bandeja, por medio de una resistencia eléctrica del tipo blindado, la cual es controlada por medio de un humidostato de ambiente o de conducto. En los casos de grandes instalaciones, se recurre a baterías humidificadoras que incorporan al aire agua finamente pulvarizada y, como cumplen además una función, suelen llamarse también *lavadores de aire*.

Para instalaciones de confort, salvo casos de climas exteriores muy secos, la experiencia demuestra que no es necesario cumplir la función de humectación, teniendo en cuenta que las personas aportan una cierta cantidad de humedad en el ambiente. De hecho, los equipos estándar de confort, no vienen provistos de dispositivos de humectación incorporados.

2.3.24 Circulación. La *función de circulación* la realiza el *ventilador* dado que es necesario un cierto movimiento de aire en la zona de permanencia con el fin de evitar su estancamiento, sin que se produzca corrientes enérgicas que son perjudiciales. Se emplean ventiladores del tipo *centrífugo*, capaces de hacer circular los caudales de aires necesarios, venciendo las resistencias de frotamiento ocasionadas en el sistema con bajo nivel de ruidos.

En los equipos destinados a pequeños locales como el acondicionador de ventana o el fan-coil individual, el aire se distribuye directamente mediante rejillas de distribución y retornos incorporados en los mismos. Pero en equipos de cierta envergadura que abastece varios ambientes o recintos amplios debe canalizárselos por medio de *conductos*, generalmente construido en chapa de hierro galvanizado, convenientemente aislados, retornando mediante rejillas y conductos a las unidades.

En los ambientes, la inyección de aire se realiza por medio de *rejillas* sobre paredes o *difusores* sobre los cielorrasos y el retorno se efectúa por rejillas colocada en la parte inferior de los locales, con el objetivo de conseguir un adecuado movimiento de aire en la *zona de vida* del local en cuestión, que se encuentra en un plano ubicado a 1.50 m sobre el nivel del piso[37].

2.3.25 Consumo energético. El costo que actualmente representa la energía eléctrica es de vital importancia en una especialidad como el aire acondicionado que requiere un elevado consumo, por lo que su reducción representa una de las premisas básicas en los criterios de diseño.

[36] Ibíd., p. 33.
[37] Ibíd., p. 30.

Para ello, existen numerosas tecnologías y medios de aplicación, que se centran fundamentalmente en el ajuste de las necesidades, la utilización de fuentes de energía no convencionales, el incremento de la eficiencia y la recuperación de la energía residual, independientemente de utilizar equipos de alto rendimiento.

El apropiado uso del *aislamiento térmico* en el edificio, contribuye un elemento fundamental, dado que ellos implican equipos de aire acondicionado más pequeños con un consumo energético menor durante toda su vida útil del edificio. A su vez la aislación térmica reduce al mínimo las pérdidas de calor en los equipos, unidades de tratamiento de aire y la red de conductos y cañerías de la instalación. Por otra parte, es indispensable la adopción de soluciones arquitectónicas que tiendan a la reducción de consumo energético teniendo en cuenta el aprovechamiento de la radiación solar, protecciones y una adecuada especificación de aventanamientos para reducir infiltraciones.

Es muy importante analizar la automatización de los circuitos de alumbrado y el empleo de lámparas de alto rendimiento, así también como reguladores que permitan el nivel de iluminación en función de las reales necesidades.

En el transcurso de un año de funcionamiento del sistema de climatización existen períodos de tiempo en los cuales las características del ambiente exterior del edificio son favorables para la climatización mediante el aire exterior, mediante un sistema economizador denominado comúnmente **free-cooling**, especialmente en la época intermedia.

2.3.26 Climatización. La **climatización** consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados. La normativa española ha abandonado cualquier referencia al aire acondicionado, por ser una expresión equívoca, ya que parece referirse exclusivamente a la refrigeración.

2.3.27 Entropía. Es una magnitud física que permite, mediante cálculo, determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. Es una función de estado de carácter extensivo y su valor, en un sistema aislado, crece en el transcurso de un proceso que se dé de forma natural. La entropía describe lo irreversible de los sistemas termodinámicos. La palabra *entropía* procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación. Fue Rudolf Clausius quien le dio nombre y la desarrolló durante la década de 1850; y Ludwig Boltzmann, quien encontró la manera de expresar matemáticamente este concepto, desde el punto de vista de la probabilidad[38].

2.3.28 Entalpía. La Entalpía es la cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con su entorno. Por ejemplo, en una reacción química a presión constante, el cambio de entalpía del sistema es el calor absorbido o desprendido en la reacción. En un cambio de fase, por ejemplo de líquido a gas, el cambio de entalpía del sistema es el calor latente, en este caso el de vaporización. En un simple cambio de temperatura, el cambio de

[38] BRONOWSKI, J. *El ascenso del hombre*. Alejandro Ludlow Wiechers/BBC, trad. Bogotá, D.C.: Fondo Educativo Interamericano. 1998. p. 22.

entalpía por cada grado de variación corresponde a la capacidad calorífica del sistema a presión constante. El término de entalpía fue acuñado por el físico alemán Rudolf J.E. Clausius en 1850. Matemáticamente, la entalpía H es igual a U + pV, donde U es la energía interna, p es la presión y V es el volumen. H se mide en julios[39].

2.3.29 Calor Latente. El calor latente del agua es la cantidad de calor necesario para transformar 1 kg de líquido en hielo, sin cambio de temperatura, en este caso es de 80 kcal/kg. Otros factores son la temperatura inicial y final del producto pues son determinantes en la cantidad de calor que se debe extraer del producto.

2.3.30 Compresor. Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los **compresores** también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable.

2.3.31 Válvula de expansión. Válvula de expansión termostática VETX para R22 *Danfoss TEX2* instalada en evaporador frigorífico de expansión seca. Es un tipo de Dispositivo de expansión (un elemento de las máquinas frigoríficas por compresión) en el cual la expansión es regulable manual o automáticamente[40].

2.3.32 Didáctica. El término Didáctica proviene del verbo "didaskein, que significa enseñar, instruir, explicar. Es una disciplina pedagógica centrada en el estudio de los procesos de enseñanza aprendizaje, que pretende la formación y el **desarrollo** instructivo - formativo de los estudiantes. Busca la reflexión y el análisis del proceso de enseñanza aprendizaje y de la docencia. En conjunto con la pedagogía busca la explicación y la mejora permanente de la educación y de los hechos educativos. Ambas pretenden analizar y conocer mejor la realidad educativa en la que se centra como disciplina, ésta trata de intervenir sobre una realidad que se estudia[41].

[39] CHICA LLANES, Luis Alfonso. La entapía. [En línea]. Actualizado en el 2005. [citado el 28 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.monografias.com/trabajos17/calorimetria/calorimetria.shtml p. 1 de 8.
[40] Ibíd., p. 35.
[41] RANGEL, Carolina. Qué es didáctica. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 10 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://dipi.obolog.com/didactica-43171 p. 1 de 1.

Los componentes que actúan en el campo didáctico son: El profesor, el alumno, el contexto del aprendizaje y el curriculum> que es un sistema de procesos de enseñanza aprendizaje y tiene cuatro elementos que lo constituyen: Objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

La didáctica se puede entender como pura técnica o ciencia aplicada y como teoría o ciencia básica de la instrucción, educación o formación.

2.3.32.1 Clasificación Interna de la Didáctica

- **Didáctica General.** La parte fundamental y global es la Didáctica General, ya que se ocupa de los principios generales y normas para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia los objetivos educativos. Estudia los elementos comunes a la enseñanza en cualquier situación ofreciendo una visión de conjunto. También ofrece modelos descriptivos, explicativos e interpretativos generales aplicables la enseñanza de cualquier materia y en cualquiera de las etapas o de los ámbitos educativos. Aunque debe partir de realidades concretas, su función no es la aplicación inmediata a la enseñanza de una asignatura o a una edad determinada. Se preocupa más bien de analizar críticamente las grandes corrientes del pensamiento didáctico y las tendencias predominantes en la enseñanza contemporánea.

- **Didáctica Diferencial.** Llamada también Diferenciada, puesto que se aplica más específicamente a situaciones variadas de edad o características de los sujetos. En el momento actual, toda la Didáctica debería tener en cuenta esta variedad de situaciones y hallar las necesarias adaptaciones a cada caso. Por tanto, estrictamente, la Didáctica Diferencial queda incorporada a la Didáctica General mientras ésta llegue a dar cumplida respuesta a los problemas derivados de la diversidad del alumnado. Bien es cierto que, en algunos casos como con alumnado de necesidades educativas especiales, se exige una adaptación profunda de las estrategias a utilizar. Pero no es otro tipo de Didáctica, sino una aplicación a casos especiales[42].

- **Didáctica Especial o Didácticas específicas.** Trata de 1a aplicación de las normas didácticas generales al campo concreto de cada disciplina o materia de estudio. Hoy día se utiliza también la denominación de Didácticas específicas, entendiendo que hay una para cada área distinta: Didáctica del lenguaje, de la matemática, de las ciencias sociales o naturales, de la expresión plástica, de la educación física, etc.

Objeto de estudio y de intervención de la Didáctica: El proceso de enseñanza- aprendizaje
Toda ciencia tiene un objeto material (quod) y un objeto formal (quo). El primero es la misma realidad que estudia. Y el segundo se refiere al enfoque o perspectiva desde la cual se contempla el objeto material. El objeto material de la Didáctica es el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje. Y su objeto formal consiste en la prescripción de métodos y estrategias eficaces para desarrollar el proceso mencionado.

[42] MALLART,J. "Desarrollo curricular, organizativo y profesional: una concepción del curriculum desde la colaboración del profesorado" 2000. p. 35.

Muchos autores consideran que el objeto de la Didáctica es -simplemente- la enseñanza o bien, como objeto formal, la instrucción educativa (Oliva, 1996, 58). En algunos casos, a ello añaden oíros elementos, como Benedito (1987, 10), quien apunta también como el contenido semántico que es objeto de la Didáctica:

La enseñanza,
El aprendizaje,
La instrucción,
La comunicación de conocimientos,
El sistema de comunicación,
Los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Para Fernández[43], el objeto formal de la Didáctica es "la actividad docente discente con los métodos adecuados". Otra manera de denominar el proceso comunicativo, bidireccional que tiene lugar en cada acto didáctico. O, dicho de otro modo: el proceso de enseñanza-aprendizaje que acontece cuando están en relación un docente y un discente (o más de uno) en la que el primero selecciona y utiliza diversos procedimientos, métodos o estrategias para ayudar a conseguir el aprendizaje del segundo.

Zabaza, considera el amplio campo conceptual y operativo del que debe ocuparse la Didáctica y se refiere a un conjunto de situaciones problemáticas que requieren la posesión de la información suficiente para la adecuada toma de decisiones.
Cita los siguientes problemas:

La enseñanza, como concepto clave,
La planificación y el desarrollo auricular,
El análisis en profundidad de los procesos de aprendizaje,
El diseño, seguimiento y control de innovaciones,
El diseño y desarrollo de medios en el marco de las nuevas tecnologías educativas,
El proceso de formación y desarrollo del profesorado,
Programas especiales de instrucción.

Evidentemente, esta lista es bastante más exhaustiva que las anteriores. Pero es porque ha llegado a un grado mayor de concreción y especificación práctica de la realidad, lo cual muestra la variada gama de actividades y problemas de los que se ocupa la Didáctica y en los cuales estos conocimientos son útiles y aplicables. En el fondo, si llegamos a un grado mayor de abstracción y generalización, podemos ver que se trata de procesos de enseñanza-aprendizaje en su sentido más amplio.

Si la Didáctica es la ciencia que tiene por objeto el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje, como decíamos antes, éste será su objeto principal. Pero no sólo de estudio, sino también su ámbito de actividad práctica.

[43] Ibíd., p. 79.

La teoría de la enseñanza y del aprendizaje (Unterrichtstheorie) equivale actualmente a la Didáctica en los países germánicos e incluye a la teoría curricular. Así, pues, también se puede considerar que el objeto de la Didáctica es el estudio, elaboración y práctica del curriculum. Pero esta manera de formular el objeto de la Didáctica no es en el fondo muy distinta del proceso de enseñanza-aprendizaje. A este respecto, dice Estebaranz: "Hoy se plantea la pregunta ¿cuál es el objeto de la Didáctica? ¿Es la teoría y tecnología de la enseñanza? ¿O del curriculum? ¿O es que hablamos de una misma cosa desde distintas perspectivas?". Efectivamente, hemos constatado que no hablamos de cosas distintas, aunque haya sus matices

Fernández distingue el objeto material del formal. Destaca la enseñanza, con sus elementos representados en las caras de un tetraedro: discente, docente, método, materia. Como objeto formal se explícita "la actividad mecánica, semántica o sintáctica del doc-ente-discente, con matriz bidireccional, que emplea el método más adecuado a cada acto didáctico" (Fernández. En el proceso de enseñanza-aprendizaje habrá que considerar estos elementos: la relación docente-discente, método o conjunto de estrategias, materia o contenido del aprendizaje... y el entorno sociocultural, en su dimensión más próxima. A la que habría que añadir los elementos culturales propios de la comunidad en la que esté incardinada la escuela. Fernández[44] coincide así, con los elementos fundamentales para tomar las decisiones relativas a la elaboración del curriculum según Schwab, que son: alumno, profesor, - 22 * entorno y materna.

Lo importante será la relación entre la enseñanza por una parte, y el aprendizaje por otra. Se repite hasta la saciedad que no tendría sentido la enseñanza si no provocase el aprendizaje. Pero también se debe reconocer que el grado de efectividad de la primera es tal que no siempre se puede asegurar que la enseñanza sea la causa de todos los aprendizajes.

2.3.32.2 Los recursos Didáctico-Pedagógicos. Son los elementos empleados por el docente para facilitar y conducir el aprendizaje del educando (fotos, láminas, videos, software, etc.).

Deben ser seleccionados adecuadamente, para que contribuyan a lograr un mejor aprendizaje y se deben tener en cuenta algunos criterios, por ejemplo:

Deben ser pertinentes respecto de los objetivos que se pretenden lograr.

Deben estar disponibles en el momento en que se los necesita.

Deben ser adecuados a las características de los alumnos

Enseñanza: del latín insignare: señalar hacia mostrar algo "insigne" significara comunicar un saber mediante la utilización de un sistema de signos o de símbolos.

[44] Ibíd., p. 81.

Mostrar algo a alguien para que se apropie intelectualmente de ello, en el sentido corriente tiene un significado muy propio al de aprendizaje[45].

2.3.33 Enseñanza. Del latín IN-SÍGNARE: señalar hacia, mostrar algo, poner algo "in signo". Significará comunicar un saber mediante la utilización de un sistema de signos o de símbolos. Mostrar algo a alguien para que se apropie intelectualmente de ello. En el sentido corriente tiene un significado muy próximo al de aprendizaje. Se necesitan mutuamente ambos[46]. En inglés medio LERNEN significaba al mismo tiempo leam y teach. También pasa igual en ruso y en francés donde APRENDER equivale a enseñar y también a aprender: aprender algo de alguien.

La enseñanza es la actividad humana intencional que aplica el curriculum y tiene por objeto el acto didáctico. Consta de la ejecución de estrategias preparadas para la consecución de las metas planificadas, pero se cuenta con un grado de indeterminación muy importante puesto que intervienen intenciones, aspiraciones, creencias... elementos culturales y contextúales en definitiva. Esta actividad se basa en la influencia de unas personas sobre otras. Enseñar es hacer que el alumno aprenda, es dirigir el proceso de aprendizaje.

Se suelen mencionar unas cualidades necesarias para que la enseñanza se convierta en una "enseñanza educativa": valía de los contenidos enseñados, veracidad de lo que se enseña (actualidad y utilidad) y adaptación a lös sujetos que aprenden. Destaco las características de intencionalidad, interacción comunicativa de sus procesos, intención normativa y perfectiva.

Se puede interpretar en diversos sentidos, entre los que destacamos seis que son complementarios:

En sentido originario, significa mostrar algo a alguien. En este sentido general, vulgar o coloquial, enseñar equivale a transmitir conocimientos o instruir.

Como logro o adquisición de aprendizajes. Desde el punto de vista del discente que aprende, enseñar es a aprender cómo vender es a comprar. Desde este punto de vista, la enseñanza no se considera completa más que si consigue su objetivo de lograr el aprendizaje. Se ha definido como la actividad intencional diseñada para provocar el aprendizaje de los alumnos (Tom), Y como arte y técnica que orienta el aprendizaje para conseguir metas positivas. Así, se puede decir que la enseñanza es el proceso de organización de las experiencias de aprendizaje de los alumnos.

Como actividad intencional, destaca la intención; más aún que el éxito obtenido. Se puede no conseguir el máximo rendimiento, pero la enseñanza será igualmente un proceso intencional con algún objetivo previsto, anticipando las conductas que se darán más tarde.

[45] Ibíd., p. 84.
[46] BOLÍVAR, A. El conocimiento de la enseñanza. Granade. 1995. p. 78.

Como actividad normativa, la enseñanza guía la acción tanto desde el punto de vista técnico para conseguir los fines y objetivos didácticos, como desde el punto de vista ético.

Como actividad interactiva tiene un carácter relacional o comunicativo, que se produce en una institución (marco de actuación, espacio y tiempo prefijados). En la familia se da una socialización primaria, no intencional, no consciente, mientras que en la escuela se da una socialización secundaria, intencional y consciente.

2.3.34 Aprendizaje. Del latín, APREHENDERÉ, aprendizaje significa adquirir, coger, apoderarse de algo. Es decir que se trata de hacer propios los contenidos que se enseñan en el acto didáctico[47]. Es la actividad que corresponde al educando, la versión o la otra cara de la moneda de la enseñanza, su resultado en el caso de obtener éxito en el proceso.

Aprendizaje es el proceso mediante el cual se origina o se modifica un comportamiento o se adquiere un conocimiento de una forma más o menos permanente. Desde el punto de vista vulgar se podría decir que aprender es beneficiarse de la experiencia, pero ocurre que no siempre se perfecciona al aprender porque también se aprenden hábitos inútiles o incluso perjudiciales.

Para Rogers, la Didáctica es el arte y la técnica de orientar el aprendizaje. Casi con las mismas palabras, Mattos se refiere a enseñar como "incentivar y orientar con técnicas apropiadas el proceso de aprendizaje de los alumnos en la asignatura".

Si se trata de planificar documentos curriculares, ayudas para la programación didáctica o bien las programaciones mismas, en cualquier caso se trata de coadyuvar a la adquisición de aprendizajes en los alumnos. Es clave, por tanto, tener ideas básicas sobre este concepto. Hoy es mucho más importante que el de enseñanza. El maestro puede enseñar, pero todo puede ser inútil si el alumno no aprende.

La tarea didáctica ya no consiste sólo en enseñar, sino en crear las condiciones para que los alumnos aprendan. Y, ¿qué entendemos por aprender? Entendemos que es realizar un proceso en el que tiene lugar un cambio o modificación de la conducta, persistente, normalmente positivo para el organismo y como consecuencia de algún agente exterior a la persona que aprende.

"El aprendizaje es un proceso de modificación en el comportamiento, incluso en el caso de que se trate únicamente de adquirir un saber" "El proceso mediante el cual se origina o se modifica una actividad respondiendo a una situación"

En la escuela, los aprendizajes son consecuencia lógica del acto didáctico, definido por Renzo Titone como "la acción intencional de la persona del maestro en el momento en que se establece una relación bipolar activa, que se actualiza en un proceso dialéctico personal, que comienza con el estímulo magistral transeúnte (enseñanza) para terminar en la respuesta

[47] HILGARD, E.R. Las teorías del aprendizaje. México: fondo de cultura económica. 1998. p. 45.

inmanente asimiladora de una verdad (aprendizaje) por parte del alumno". Pero no olvidemos que también se aprende -y no poco- fuera de la escuela. Y aún en ella, debido a factores no controlados.

2.3.35 Proceso Enseñanza-Aprendizaje. La enseñanza es una actividad intencional, diseñada para dar lugar al aprendizaje de los alumnos. Pero ligar los conceptos de enseñar y aprender es una manera de manifestar que la situación que interesa es algo más que la relación de acciones instructivas por parte del profesor y la relación de efectos de aprendizaje en los alumnos. Interesa más bien el entramado de acciones y efectos recíprocos que se generan en las situaciones instructivas. Pero, cuál es la relación que existe entre la enseñanza y el aprendizaje?

Febstemacher (1986) ha señalado que normalmente hemos supuesto la existencia, que él considera discutible, de una relación causal entre la enseñanza y el aprendizaje. Desde esa posición, sólo cabría hablar de la existencia de enseñanza en la media en que se obtuviera una reacción de aprendizaje[48].

Es cierto que hablar de enseñanza requiere hablar de aprendizaje, pero en el mismo sentido en que una carrera requiere el ganar, o buscar requiere de encontrar. Es decir, en los tres casos, el primer término requiere del segundo, pero ello no significa que para poder hablar de enseñanza tenga que ocurrir necesariamente el aprendizaje, lo mismo que puedo participar en una carrera y no ganar, o no encontrar algo y realmente haberlo buscado. Existe, por tanto una relación de dependencia entre enseñanza y aprendizaje, pero no es del tipo de relación que supone que no puede haber enseñanza sin aprendizaje. Es decir existe una relación pero no es causal, sino de dependencia ontològica.

Debido a que el término aprendizaje vale tanto para expresar una tarea como el resultado de la misma, es fácil mezclarlos y decir que la tarea de la enseñanza es lograr el resultado del aprendizaje, cuando en realidad tiene más sentido decir que "la tarea central de la enseñanza es posibilitar que el alumno realice las tareas del aprendizaje".

Las tareas de enseñanza tienen que ver, más que con la transmisión de contenidos, con proporcionar instrucciones al alumno sobre cómo realizar las tareas de aprendizaje.

La enseñanza no es un fenómeno de provocación de aprendizaje, sino una situación social que como tal se encuentra sometida a las variaciones de las interacciones entre los aspirantes, así como a las presiones exteriores y a las definiciones institucionales de los roles.

Podemos resumir lo anterior diciendo que en vez de una relación causa-efecto entre enseñanza y aprendizaje, lo que existe es una relación de dependencia ontològica entre las tareas que establece el contexto institucional y dentro del cual se descubre el modo de realización de las tareas de aprendizaje. Son estas últimas las que pueden dar lugar a aprendizajes. La comprensión de las mediaciones entre estos dos conceptos, de 1a.

[48] Ibíd., p. 47.

dependencia, pero a la vez desigualdad y corte entre ambos, justifica el uso de un concepto más complejo que el de enseñanza para expresar el referente de la Didáctica, como es la expresión "proceso de enseñanza-aprendizaje[49]".

Pero los procesos de enseñanza-aprendizaje son simultáneamente un fenómeno que se vive y se crea desde dentro, esto es, procesos de interacción e intercambio regidos por determinadas intenciones, fundamentalmente por parte de quien se halla en una posición de poder o autoridad para definir el régimen básico de actuaciones y disposiciones, en principio destinadas a hacer posible el aprendizaje; y a la vez es un proceso determinado desde fuera, en cuanto que forma parte de la estructura de instituciones sociales entre las cuales desempeña funciones que se explican no desde las intenciones y actuaciones individuales, sino desde el papel que juega en la estructura social, sus necesidades e intereses. Tal y como lo expresa Apple "uno puede observar las escuelas y nuestro trabajo en ellas desde dos ángulos: uno, como forma de mejorar y replantear los problemas, a través de la cual ayudamos a los estudiantes individualmente para que salgan adelante; y dos, a escala mucho mayor, para ver los tipos de personas que logran salir y los efectos sutiles de la institución".

Entenderemos, pues, por proceso de enseñanza-aprendizaje, el sistema de comunicación intencional que se produce en un marco institucional y en el que se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje.

Con esta definición se resaltan los tres aspectos que mejor caracterizan la realidad de la enseñanza:

Los procesos de enseñanza-aprendizaje ocurren en un contexto institucional, transmitiéndole así unas características que trascienden a la significación interna de los procesos, al conferirle un sentido social.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje pueden interpretarse bajo las claves de los sistemas de comunicación humana, teniendo en cuenta las peculiaridades específicas de aquéllos, una de las cuales es su carácter de comunicación intencional La intencionalidad remite tanto a su funcionalidad social como a su pretensión de hacer posible el aprendizaje.

El sentido interno de los procesos de enseñanza-aprendizaje está en hacer posible el aprendizaje. No hay por qué entender que la expresión "hacer posible el aprendizaje" significa atender a determinados logros de aprendizaje. Como se ha visto, aprendizaje puede entenderse como el proceso de aprender y como el resultado de dicho proceso. Para evitar posibles confusiones convenga decir que el sentido interno de los procesos de enseñanza-aprendizaje está en hacer posibles determinados procesos de aprendizaje, o en proporcionar oportunidades apropiadas para el aprendizaje.

[49] Ibíd., p. 50.

3.2.36 Módulo. Es un material didáctico que contiene todos los elementos que son necesarios para el aprendizaje de conceptos y destrezas al ritmo del estudiante y con o sin el elemento presencial del profesor o maestro[50].

2.4 MARCO LEGAL

2.4.1 Constitución política. La implementación de la propuesta se reglamenta básicamente en la Constitución Política de Colombia de 1991, sustentada en los siguientes artículos.
Artículo 5. El Estado reconoce, sin discriminación alguna, la primacía de los derechos inalienables de la persona y ampara a la familia como institución básica de la sociedad[51].

Artículo 13. Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica.

El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados.

Artículo 27. El Estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra.

Artículo 67. La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente.

El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica.

La educación será gratuita en las instituciones del Estado, sin perjuicio del cobro de derechos académicos a quienes puedan sufragarlos.

Corresponde al Estado regular y ejercer la suprema inspección y vigilancia de la educación con el fin de velar por su calidad, por el cumplimiento de sus fines y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos; garantizar el

---

[50] VEGA RIVERA, Mariela. Que es un modulo educativo y cuales la estructura básica que lo compone. [En línea]. Actualizado en el 2011. [Citado el 13 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.slideshare.net/mariela1984/que-es-un-modulo-educativo-y-cual-10606110 p. 1 de 1.
[51] REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia 1991. Tercera edición. Bogotá, D.C.: el pensador. 2000. p. 15.

adecuado cubrimiento del servicio y asegurar a los menores las condiciones necesarias para su acceso y permanencia en el sistema educativo.

La Nación y las entidades territoriales participarán en la dirección, financiación y administración de los servicios educativos estatales, en los términos que señalen la Constitución y la ley.

Artículo 70. El Estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso a la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades, por medio de la educación permanente y la enseñanza científica, técnica, artística y profesional en todas las etapas del proceso de creación de la identidad nacional.

La cultura en sus diversas manifestaciones es fundamento de la nacionalidad.

El Estado reconoce la igualdad y dignidad de todas las que conviven en el país.

El Estado promoverá la investigación, la ciencia, el desarrollo y la difusión de los valores culturales de la Nación.

2.4.2 Ley 115 de 1994 – ley general de educación. Artículo 5º.- Fines de la educación. De conformidad con el artículo 67 de la Constitución Política, la educación se desarrollará atendiendo a los siguientes fines[52]: El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos.

La formación en el respecto a la vida y a los demás derechos humanos, a la paz, a los principios democráticos, de convivencia, pluralismo, justicia, solidaridad y equidad, así como en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad.

La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación.

La formación en el respeto a la autoridad legítima y a la ley, a la cultura nacional, a la historia colombiana y a los símbolos patrios.

La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.

[52] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ley 115 de 1994. [En línea]. Actualizado en el 2002. [citado el 20 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.ministerioeducacionnacional.gov.co p. 1 de 10.

El estudio y la comprensión crítica de la cultura nacional y de la diversidad étnica y cultural del país, como fundamento de la unidad nacional y de su identidad.

El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artísticas en sus diferentes manifestaciones.

La creación y fomento de una conciencia de la soberanía nacional y para la práctica de la solidaridad y la integración con el mundo, en especial con Latinoamérica y el Caribe.

El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país.

La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y de la defensa del patrimonio cultural de la Nación.

La formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social.

La formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de problemas socialmente relevantes, la educación física, la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre, y

La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo. Decreto Nacional 114 de 1996, la Educación no Formal hace parte del Servicio Público Educativo**.**

2.4.3 Ley 1029 de 2006. Por la cual se modifica el artículo 14 de la Ley 115 de 1994. Artículo 1o. El artículo 14 de la Ley 115 de 1994, quedará así: Artículo 14. Enseñanza obligatoria. En todos los establecimientos oficiales o privados que ofrezcan educación formal es obligatoria en los niveles de la educación preescolar, básica y media cumplir con:

El estudio, la comprensión y la práctica de la Constitución y la instrucción cívica, de conformidad con el artículo 41 de la Constitución Política[53].Dentro de la capacitación a que se refiere este literal, deberán impartirse nociones básicas sobre jurisdicción de paz, mecanismos alternativos de solución de conflictos, derecho de familia, derecho laboral y contratos más usuales.

[53] MINEDUCACIÓN. Ley 1029 de 2006. [En línea] Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de Julio de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87450.html

El aprovechamiento del tiempo libre, el fomento de las diversas culturas, la práctica de la educación física, la recreación y el deporte formativo, para lo cual el Gobierno promoverá y estimulará su difusión o desarrollo;

La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales, de conformidad con lo establecido en el artículo 67 de la Constitución Política;

La educación para la justicia, la paz, la democracia, la solidaridad, la confraternidad, el cooperativismo y, en general, la formación de los valores humanos, y

La educación sexual, impartida en cada caso de acuerdo con las necesidades psíquicas, físicas y afectivas de los educandos según su edad.

2.4.4 Ley 30 de 1992. Por el cual se reglamenta la educación superior en Colombia. Artículo 1º. La Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional[54].

Artículo 6º. Son objetivos de la Educación Superior y de sus instituciones:

Profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país.

Trabajar por la creación, el desarrollo y la transmisión del conocimiento en todas sus formas y expresiones y, promover su utilización en todos los campos para solucionar las necesidades del país.

Prestar a la comunidad un servicio con calidad, el cual hace referencia a los resultados académicos, a los medios y procesos empleados, a la infraestructura institucional, a las dimensiones cualitativas y cuantitativas del mismo y a las condiciones en que se desarrolla cada institución.

Ser factor de desarrollo científico, cultural, económico, político y ético a nivel nacional y regional.

Actuar armónicamente entre sí y con las demás estructuras educativas y formativas.

Contribuir al desarrollo de los niveles educativos que le preceden para facilitar el logro de sus correspondientes fines.

[54] SECRETARIA DEL SENADO. Ley 30 de 1992. [En línea]. Actualizado en el 2010. [Citado el 12 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1992/ley_0030_1992.html p. 1 de 5.

Promover la unidad nacional, la descentralización, la integración regional y la cooperación interinstitucional con miras a que las diversas zonas del país dispongan de los recursos humanos y de las tecnologías apropiadas que les permitan atender adecuadamente sus necesidades[55].

Promover la formación y consolidación de comunidades académicas y la articulación con sus homólogas a nivel internacional.

Promover la preservación de un medio ambiente sano y fomentar la educación y cultura ecológica.

Conservar y fomentar el patrimonio cultural del país.

Artículo 9º. Los programas de pregrado preparan para el desempeño de ocupaciones, para el ejercicio de una profesión o disciplina determinada, de naturaleza tecnológica o científica o en el área de las humanidades, las artes y la filosofía.

También son programas de pregrado aquellos de naturaleza multidisciplinaria conocidos también como estudios de artes liberales, entendiéndose como los estudios generales en ciencias, artes o humanidades, con énfasis en algunas de las disciplinas que hacen parte de dichos campos.

Artículo 28. La autonomía universitaria consagrada en la Constitución Política de Colombia y de conformidad con la presente Ley, reconoce a las universidades el derecho a darse y modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

2.4.5 Acuerdo 091 de diciembre de 1993. Estatuto General de la Universidad Francisco de Paula Santander. Artículo 1º. La Universidad Francisco de Paula Santander es una institución de Educación Superior de naturaleza pública, universal. Democrática y autónoma, con régimen especial, del orden departamental, con personería jurídica, gobierno, patrimonio y rentas propias.

Artículo 6º. La Universidad Francisco de Paula Santander como institución de educación superior desarrollara programas de pregrado y posgrado formales o no formales, en los campos de las técnica, la ciencia, la tecnología, las humanidades, el arte y la filosofía, de acuerdo con lo previsto en la ley 30 de 1992. Desarrollará programas de investigación

[55] Ibíd., p. 2 de 5.

científica, básica y aplicada y adelantara programas de extensión en el ámbito de su naturaleza académica y con énfasis en la zona de frontera colombo venezolana[56].

2.4.6 Acuerdo Nº 029 de Abril 12 de 1994, Estatuto General de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Artículo 38. La organización académica estará orientada por lo establecido en el estatuto general de la universidad, y el acuerdo de estructura orgánica para la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña.

2.4.7 Acuerdo No. 093 de noviembre 6 de 1996. Por el cual se expide el Estatuto Docente Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Artículo 1º. El presente Estatuto adopta la carrera docente y regula las relaciones entre la Universidad Francisco de Paula Santander y sus profesores universitarios, dentro de los marcos que definen la Constitución Política y las leyes de la República de Colombia, y se afirma en los siguientes principios:

Autonomía. La Universidad Pública representa la tradición universitaria colombiana, contribuye a mejorar la calidad de vida de sus comunidades y a lograr mayores niveles de desarrollo, sin supeditar su actividad a criterios ajenos al libre ejercicio y aplicación de los métodos de la ciencia para el cumplimiento de sus compromisos.

Defensa del interés público. El proceso de educación universitaria es factor esencial al desarrollo del país y es deber disponerlo al acceso de los colombianos, con respeto a su diversidad, en procura de garantizar iguales oportunidades de ingreso a la Institución

Excelencia académica. Se entiende este como el paradigma del esfuerzo de la Universidad para elevar la condición humana, transformar la sociedad mediante la ampliación constante de las fronteras del conocimiento y su aplicación en las tecnologías que definen el proceso de la comunidad dentro de una sana ética.

Status del profesor universitario: La misión del profesor universitario despertará para sí mismo un espíritu reflexivo, orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y pluralismo ideológico que tenga en cuenta la universalidad de los saberes y la particularidad de las formas culturales existentes en el país.

Artículo 2º. Es profesor universitario la persona natural que con tal carácter haya sido vinculada a la Institución para ejercer funciones académicas de docencia, y/o extensión, y/o investigación y extraordinariamente y en forma temporal, funciones administrativas en comisión.

[56] UFPSO. Universidad Francisco de Paula Santander. Estatuto General de la Universidad Francisco de Paula Santander. [En línea]. Actualizado en el 2010. [Citado el 08 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.ufpso.edu.co/ftp/pdf/estatutos/acuerdo_091.pdf p. 3 de 20.

2.4.8 Acuerdo 065 de 1996. El cual establece el estatuto estudiantil que es el regente actual en la institución.

Artículo 140. El estudiante podrá optar por una de las siguientes modalidades del trabajo de grado: a. Proyecto de Investigación: monografía, Trabajo de Investigación: Generación o aplicación de conocimientos, Sistematización del conocimiento[57].

Proyecto de Extensión: Trabajo social; Labor de consultoría en aquellos proyectos en los cuales participe la Universidad; Pasantía; Trabajo dirigido.

Parágrafo 1. El estudiante podrá optar como componente alterna al proyecto de grado, créditos especiales como cursos de profundización académica o exámenes preparatorios.

Parágrafo 2º. Para algunos Planes de Estudio y de acuerdo a sus características el Consejo Académico podrá obviar la presentación del trabajo de grado[58].

Artículo 141. El proyecto de grado incluye las siguientes etapas: Presentación del anteproyecto o plan de trabajo según corresponda a la modalidad del proyecto seleccionado.

Desarrollo de la investigación o ejecución física del proyecto.

Sustentación de la investigación y/o verificación o aval de la realización del proyecto.

Parágrafo. Para todas las modalidades de proyecto de grado, el estudiante deberá presentar un informe final avalado por su director.

Artículo 142. Las condiciones y procedimientos para la presentación, desarrollo y evaluación de cada una de las modalidades de trabajo de grado, o sus componentes alternas, harán parte de la reglamentación específica de cada facultad, para cada plan de estudios.

Parágrafo. La Universidad incorporará los trabajos de grado, como componente básico de su hacer y creará bancos de proyectos en los Departamentos Académicos y en la Vicerrectoría Asistente de Investigación y Extensión.

[57] Ibíd., p. 5 de 20.
[58] Ibíd., p. 6 de 20.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Méndez[59], A.C. (2003), sostiene que según nivel de conocimiento científico al que se espera llegar, se debe formular el tipo de estudio, cuyo propósito es señalar el tipo de información que se necesita, así como el nivel de análisis que deberá realizar, para lo cual debe tenerse en cuenta los objetivos que se plantearon.

El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento.

La investigación a desarrollar se planteó desde un estudio de tipo descriptivo, pues su propósito es diagnosticar la situación actual como herramienta en el acto pedagógico por parte de los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, específicamente con lo que respecta a los sistemas de refrigeración.

3.2 POBLACIÓN

El objeto de este proyecto tuvo una población finita, conformada por 70 estudiantes de Noveno semestre de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander.

3.3 MUESTRA

Se tomó el ciento por ciento (100%) de la población objeto de estudio, teniendo en cuenta que es un número reducido y no ameritan la aplicación de fórmula estadística.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se tuvo como soporte básico la búsqueda a través del Internet sobre los sistemas de refrigeración existentes, además se aplicará a los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, un cuestionario estructurado (ver anexo A), en el cual se indagará acerca del conocimiento, uso y manejo de los sistemas de refrigeración y el impacto que estos tienen para la salud y el medio ambiente.

[59] Méndez, A. C. Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ª Ed. Mc Graw Hill. Bogotá, D.C.: 2003. p. 32.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información recaudada a través de la encuesta se analizó cuantitativa y cualitativamente, a través de tablas y gráficos donde se determinarán aspectos relacionados con el proyecto, estableciéndose así un diagnóstico de la situación actual.

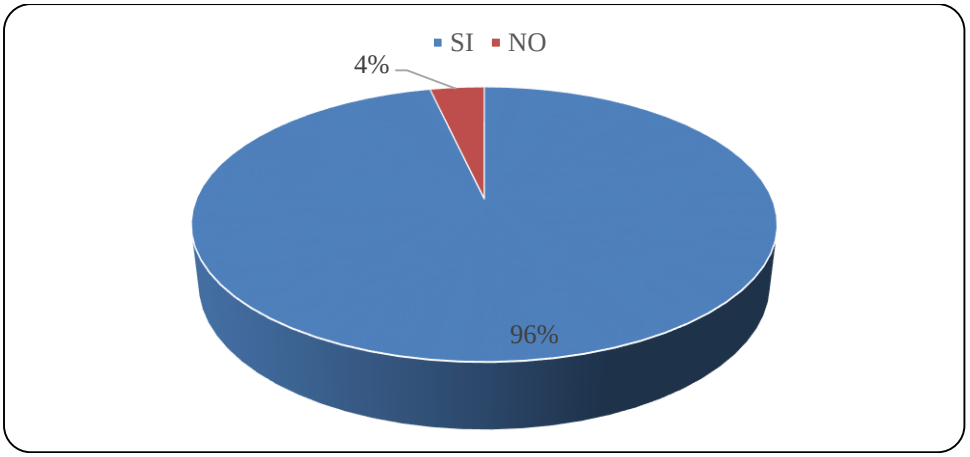
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 REALIZAR UN DIAGNÓSTICO SITUACIONAL QUE MUESTRE EL GRADO DE CONOCIMIENTO QUE TIENEN LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER RESPECTO AL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Tabla 1. Sabe que son los equipos de refrigeración

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	27	96%
NO	1	4%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 1. Sabe que son los equipos de refrigeración



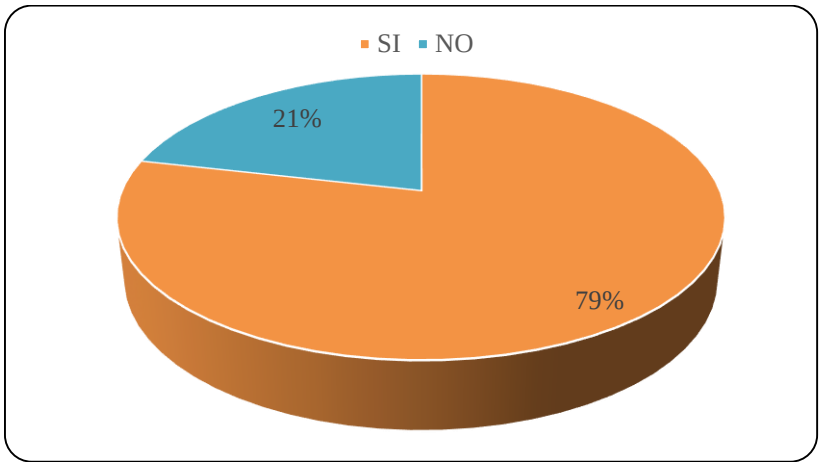
Fuente: Autor del proyecto

Como es evidente el 95% de los encuestados conocen que son los equipos de refrigeración, mientras, el 4% restante afirman lo contrario, evidenciándose que la gran mayoría tiene conocimiento al respecto del tema, por cuanto cuentan con información acertada de los equipos de refrigeración.

Tabla 2. Conoce los diferentes equipos de refrigeración y su utilidad según sea el caso

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	22	79%
NO	6	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 2. Conoce los diferentes equipos de refrigeración y su utilidad según sea el caso



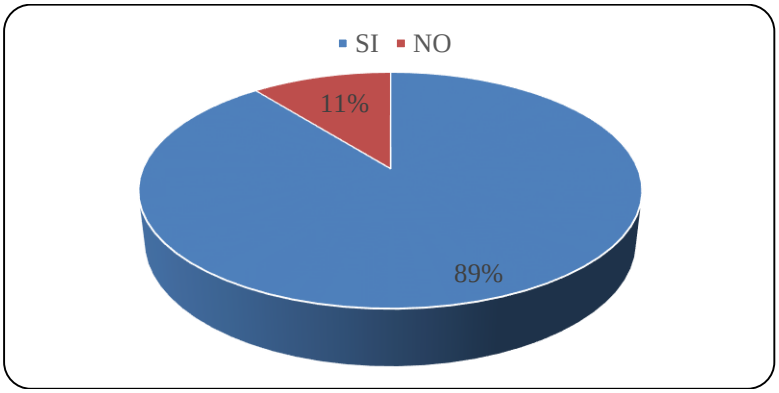
Fuente: Autor del proyecto

Se evidencia que el 79% de los encuestados afirmaron tener conocimiento de los equipos de refrigeración, y su utilidad, mientras que, el 21% restante indican que no, por cuanto no son entendibles las herramientas que tienen para comprender su funcionalidad y utilidad, por lo tanto es necesario el diseño de instrumentos didácticos que permitan mejorar su comprensión.

Tabla 3. ¿maneja adecuadamente los equipos de refrigeración?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	25	79%
NO	3	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 3. ¿Maneja adecuadamente los equipos de refrigeración?



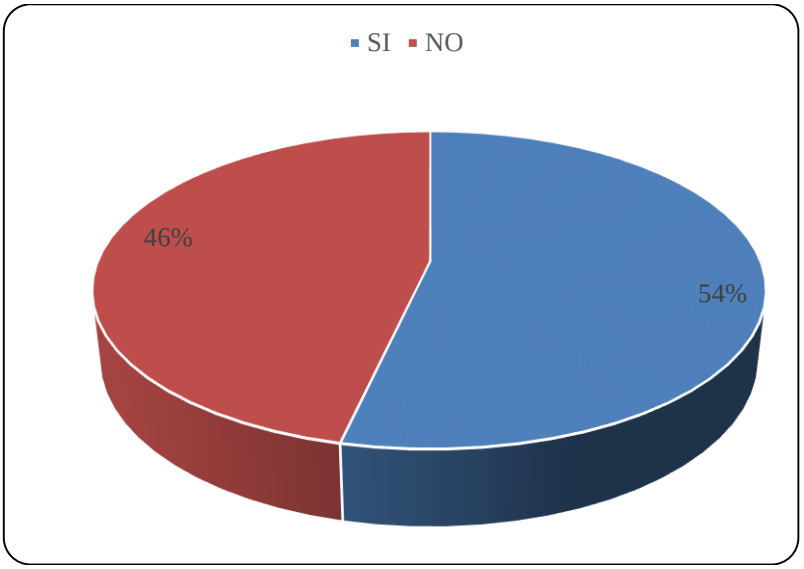
Fuente: Autor del proyecto

Como es claro el 89% de los encuestados manejan adecuadamente los equipos de refrigeración, por cuanto cuentan con los conocimientos y las habilidades necesarias para establecer el manejo de los mismo, mientras que el 11% afirman no manejar adecuadamente estos equipos, razón por la cual es indispensable la elaboración de una herramienta que le permita al estudiante obtener los conocimientos sobre el manejo y manipulación de equipos de refrigeración por cuanto la ignorancia sobre este tema puede transformar un pequeño defecto en un daño permanente.

Tabla 4. ¿Cuenta con los conocimientos adecuados para seleccionar, manipular y mantener los equipos de refrigeración?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	15	79%
NO	13	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 4. ¿Cuenta con los conocimientos adecuados para seleccionar, manipular y mantener los equipos de refrigeración?



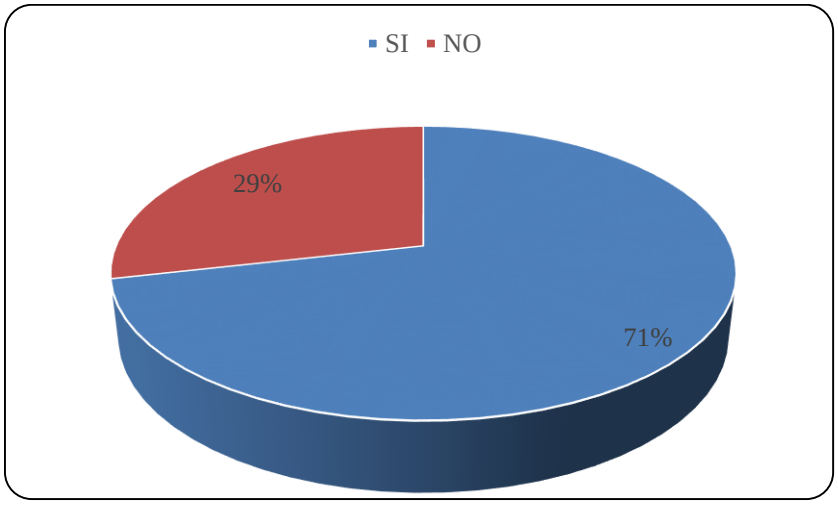
Fuente: Autor del proyecto.

Es muy evidente que el 46% de los encuestados afirman tener un conocimiento y manejo total de los equipos de refrigeración, mientras que el 54% restante afirman lo contrario, por lo que es recomendable la elaboración de nuevas estrategias metodológicas como lo es la implementación de un módulo didáctico en el que se muestren las bases necesarias para el manejo de los equipos de refrigeración, por cuanto como se mencionó anteriormente el uso inadecuado de los mismo acarrearía problemas en el funcionamiento de cada equipo y su costo, debido a que el mal manejo podría dejarlos inservibles.

Tabla 5. ¿Sabe que normatividad debe tener en cuenta para el uso adecuado de los equipos de refrigeración?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	20	79%
NO	8	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 5. ¿Sabe que normatividad debe tener en cuenta para el uso adecuado de los equipos de refrigeración?



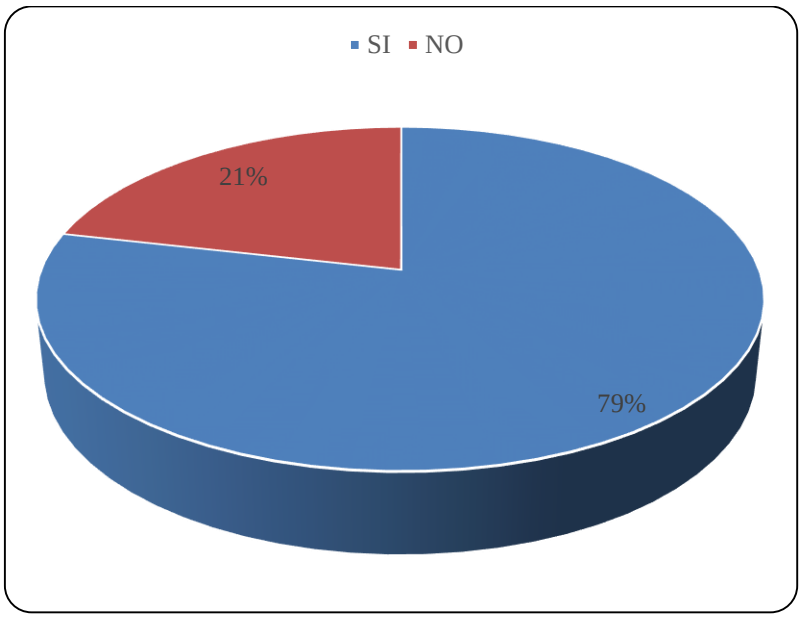
Fuente: Autor del proyecto

Como se puede observar el 71% de los encuestados afirman conocer la normatividad sobre el uso adecuado de los equipos de refrigeración mientras que, el 29% dicen que no, esto se debe a que los estudiantes no cuentan con un modelo donde se establezca la importancia del mismo y cuáles son las leyes y normas que lo rigen.

Tabla 6. ¿cree necesario la implementación de un módulo didáctico para la orientación del uso de los equipos de refrigeración?

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	22	79%
NO	6	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 6. ¿Cree necesario la implementación de un módulo didáctico para la orientación del uso de los equipos de refrigeración?



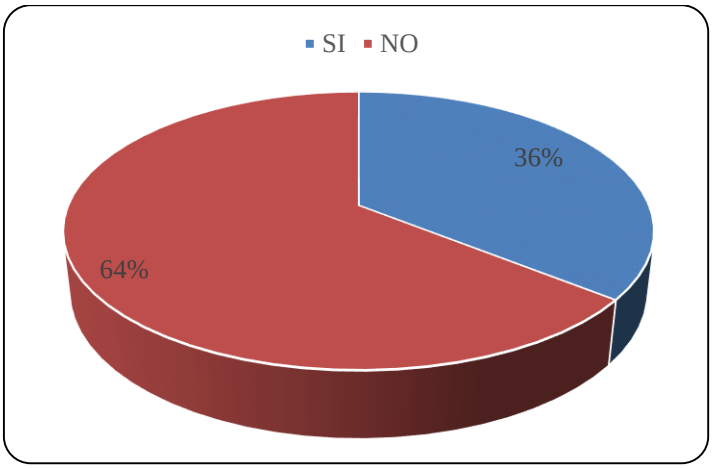
Fuente: Autor del proyecto

Cabe resaltar que el 79% de los encuestados cree necesaria la implementación de un módulo didáctico puesto que constituye una herramienta para que los estudiantes de ingeniería cuenten con los conocimientos óptimos y necesarios para su buen aprendizaje y para que como futuros ingenieros mantengan un perfil profesional acorde a los requerimientos de este mundo tecnificado. Mientras que el 21% afirma que no es necesaria su implementación por cuanto creen que tienen hasta el momento todos los conocimientos que se requieren para manipular y manejar esta clase de equipos de refrigeración.

Tabla 7. Dentro de la asignatura establecida en la curricular de ingeniería mecánica existen contenidos temáticos que tengan que ver con el uso y cuidado de los sistemas de refrigeración.

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
SI	10	79%
NO	18	21%
TOTAL	28	100%
Fuente: Autor del proyecto		

Gráfica 7. Dentro de la asignatura establecida en la curricular de ingeniería mecánica existen contenidos temáticos que tengan que ver con el uso y cuidado de los sistemas de refrigeración.



Fuente: Autor del proyecto

Como es claro en el gráfico anterior se observa que el 64% de la población encuestada afirman no tener dentro de la asignatura en el currículo de ingeniería mecánica los contenidos temáticos adecuados para el uso y cuidado de los sistemas de refrigeración, mientras que el 36% dicen que sí, esta inestabilidad en los criterios de decir o afirmar la existencia de contenidos relacionados con los sistemas de refrigeración es por la falencia de un módulo que unifique los razonamientos sobre este tema.

En conclusión luego de analizar una a una las respuestas relacionadas en la encuesta a los estudiantes de ingeniería mecánica se pudo establecer la carencia y falencia en los conceptos sobre el uso y manejo de los equipos de refrigeración por cuanto existen grandes desaciertos en el grado de conocimiento sobre los equipos de refrigeración por cuanto es necesario la implementación de un módulo didáctico que cuente con la información necesaria para el aprendizaje en el uso y manejo de los mismo.

4.2 ORGANIZAR EL MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Para organizar el módulo didáctico para la enseñanza del uso de los equipos de refrigeración en primera instancia se deben establecer los elementos que lo compondrán para ello es necesario realizar una lista de los temas de relevancia que podrán hacer posible este diseño.

A continuación se establece de manera clara y precisa como irá organizado el módulo didáctico: Introducción, la cual debe contener la necesidad de diseñar este módulo como propuesta formativa, que le aporta al lector para su vida profesional, esto permitirá que el lector tenga una idea de la naturaleza que se propone en el mismo.

Luego se deben establecer los objetivos que el módulo tiene relacionándolo con el propósito de formación del mismo. Seguido por el contenido del módulo, ésta información debe ser seleccionada teniendo en cuenta las necesidades de aprendizaje del lector, por cuanto se debe partir de lo particular a lo general. Cabe destacar que dentro de la organización no puede faltar la metodología del aprendizaje, acá se detallaran los elementos didácticos, los conceptos, figuras y todo lo relacionado con el aprendizaje sobre los equipos de refrigeración. Para finalizar se establecerá la manera de evaluar los conocimientos aprendidos.

4.3 PLANTEAR LOS TEMAS DEL MÓDULO DIDÁCTICO COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DEL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Para la elaboración del módulo didáctico como herramienta de aprendizaje sobre el uso de los equipos de refrigeración se estableció que es necesario contar con información clara y precisa sobre los siguientes conceptos:

4.3.1 Conceptos. Se mencionan los siguientes:

Aire Acondicionado, Tratamientos del aire atmosférico, Calefacción, Enfriamiento, Manejo de la Humedad Específica, Filtrado, Circulación y Renovación, Usos específicos y aplicaciones, Confort Humano, Conservación de Alimentos, Control de Precisión en la Fabricación y de la corrosión, Circuitos Eléctricos y Electrónicos, Ambientes Estériles y Farmacia, Psicrometría, Diagrama Psicométrico, Factor de By Pass, Valores usuales BP, Carga térmica estimada, Carga exterior, Calor conducido, calor solar e infiltración., Paredes, techos ventanas y ventilación, Carga interior, Personas, equipos, computadores, cafeteras e iluminación, Ejercicio.

Estos conceptos constituyen el pilar fundamental para que tanto estudiantes como cualquier persona interesada en el tema cuente con los datos suficientes para manejar adecuadamente los sistemas de refrigeración.

4.4 DISEÑAR EL MÓDULO DIDÁCTICO A LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

Para el diseño del módulo didáctico a los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica se contó con información bibliográfica y de internet, la cual fue clasificada y se obtuvieron los conceptos y especificaciones necesarias para brindarle al lector una herramienta didáctica que propenda por el buen uso de los sistemas de comunicación.

Este módulo lo comprenden la introducción, el capítulo I: Conceptos, Capitulo II, Capitulo 3: Evaluación.

A continuación se muestra el diseño del módulo didáctico sobre equipos de refrigeración.

IMPLEMENTACION DE UN MODULO DIDACTICO QUE ORIENTE EL USO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACION PARA LOS ESTUDIANTES DE NOVENO SEMESTRE DE INGENIERIA MECANICA DE LA UFPSO



Elaborado por: Ciro Uribe

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda del mejoramiento de la educación profesional se diseña este módulo en el cual se plasman valiosas contribuciones y experiencias, dándole la oportunidad a las nuevas generaciones de adquirir rápidamente conceptos para su vida profesional que solo lo conseguirían con el transcurrir del tiempo en su desempeño laboral.

Dando empuje en la elaboración de este módulo para dar la interpretación real del manejo profesional de los equipos de refrigeración, su manejo adecuado y su uso en cuanto a condiciones específicas requeridas por el usuario, en este documento encontraremos la forma didáctica y rápida de entendimiento, donde se enseñaran a revisar y analizar la ciencia de los equipos de refrigeración en temas como psicrometría, transferencia de calor, carga térmica, manejo y costos energéticos de los equipos, haciendo énfasis en el cumplimiento de requerimientos de los clientes y el tamaño de los equipos adecuados teniendo una relación de costos beneficios.

OBJETIVOS

Esté modulo busca concientizar la importancia de diseñar instalar y poner en marcha un equipo de refrigeración y aire acondicionado con todas las normas de ingeniería, evitando problemas sociales, como sobrecostos en equipos sobredimensionados, altos consumos y contaminación del suministro eléctrico, y la destrucción del medio ambiente en el desprendimiento de refrigerantes al ambiente que respiramos.

La integración de los alumnos y los profesores, guiarlos para lograr el rápido aprendizaje y una mayor efectividad, debido a la facilidad que se da para el entendimiento y aprendizaje, por lo práctico, compacto. y el acompañamiento de graficas que ilustran los conceptos y procesos básicos.

Enseñar con este módulo a Diseñar, seleccionar, instalar y Poner en marcha equipos de Refrigeración, dará una garantía Total, debido a que se ha de usar ingeniería de fondo y de Tradición internacional, dándole perfecta relación costo beneficio al cliente y satisfacción.

COMPETENCIAS

Manejar correctamente los procesos de calentamiento, enfriamiento, manejo de humedad específica, filtrado, circulación y renovación. Para poder satisfacer las necesidades básicas de los diversos usuarios del aire acondicionado y entregar una instalación totalmente balanceada, dando el correcto rendimiento y el verdadero costo beneficio en el consumo de energía

Llegar a ser un diseñador calificado usando todas las normas básicas para satisfacer cualquier requerimiento o necesidad de todo tipo de ambiente, ya sea industrial, recreacional, comercial, residencial o especial.

Estimar correctamente la carga de calor de una edificación de cualquier tipo de material de construcción y de cualquier asignación de uso.

Equilibrar un sistema de ventilación y filtración, para el buen balance del aire acondicionado o calefacción.

Seleccionar el verdadero equipo de refrigeración acondicionador de aire, que funcione correctamente evitando daños en los sistemas eléctricos y ruidos molestos.

Entregar una instalación que satisfaga las necesidades de los usuarios y de la correcta relación costo beneficio.

MATERIALES

En el laboratorio de la UFPSO debe encontrarse además del equipo de refrigeración y aire acondicionado didáctico unos adicionales.

Como Aislantes de varias clases para ver la resistencia q oponen a la transmisión de calor. Como son :
Laminas de corcho, poron, poliuretano, icopor, madera, ladrillo, zinc, eternit, concreto.

Los consumible en botellas de refrigerantes, nitrógeno, oxigeno.

Herramientas como llaves en pulgadas, rache, manómetros de presión, equipo de oxiacetilénico, para ver su manejo y precauciones para evitar daños al equipo y al personal.

ACTIVIDADES

Primero que todo se deben dar la clase magistral. Haciendo un repaso y un sondeo de cómo están preparados en la materia transferencia de calor.

Identificar la construcción del edificio y sus alrededores, identificando el norte para estudiar las paredes por su ubicación y las influencias de las construcciones vecinas o ambientes naturales.

Proceder a conocer las tablas de los diferentes materiales de construcción para poder hacer los cálculos de ganancia de calor del edificio.

Evaluar las condiciones de aire acondicionado o necesidades de los usuarios, para diseñar y satisfacer su necesidad.

Con la carga estimada procedemos a estimar la capacidad del equipo de refrigeración y la calidad de aire acondicionado a entregar.

Ubicar en el mejor sitio posible los equipos de refrigeración y aire acondicionado, debido a que producen cierto ruido, vibración y ocupan espacio.

Proceder a diseñar la ducteria de ventilación y recirculación del aire acondicionado.

Dar marcha al equipo, y a las siguientes 24 horas proceder hacer medidas de calidad, temperatura, humedad, ruido, vibración, velocidad del aire, consumo energético.

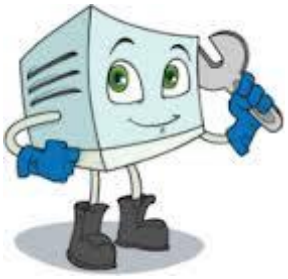
Hacer entrega formal del equipo entregando manuales y un contrato de mantenimiento mínimo de 1 año para dar la garantía mínima de funcionamiento.

UNIDAD 1

CONCEPTOS BASICOS

Aire acondicionado. Se nos viene a la cabeza es la imagen de un acondicionador de aire de ventana, que es un equipo comercial para soluciones pequeñas que se puede adquirir en cualquier almacén de electrodomésticos, el cual puede suplir alguna necesidad o pasarse del tamaño adecuado, debemos quitarnos ese concepto errado.

Podemos definir que el aire acondicionado es el tratamiento del aire atmosférico para adecuarlo a condiciones específicas de los usuarios.



Recuerden que el aire atmosférico depende del sitio en que nos encontremos y de la época del año. Dándonos diversidad de condiciones climáticas.

Para lograr las condiciones específicas que necesitan los usuarios requerimos someter el aire atmosférico a tratamientos.
Tratamientos como:

Calefacción.
Enfriamiento.
Manejo de la humedad especifica.
Filtrado.
Circulación y renovación.

Tratamientos del aire atmosferico

Calefacción. Es un proceso muy simple que se ha usado por siglos simplemente se suministra calor hasta lograr la temperatura requerida en un sitio cual quiera, ya sea con una hoguera en chimenea quemando leña, intercambiadores de calor con vapor de calderas, resistencias eléctricas o calores residuales de alguna actividad.



Utilizados en condiciones climáticas de fríos inviernos y nevados o para almacenamientos donde se requiera elementos calientes.

Enfriamiento. Es un proceso un poco más complicado anteriormente lo hacían bajando bloques de hielos gigantes de los nevados en medios de transporte lo más rápido posible, hoy en día se utilizan equipos mecánicos con gases refrigerantes que absorben calor y lo arrojan a otro sitio.

Utilizados en condiciones climáticas de crudos veranos y desiertos o para almacenamientos donde se requieran elementos fríos.

UNIDAD 2

EQUIPO DE REFRIGERACION

El ciclo de compresión: es el más usado, en el cual intervienen dos fenómenos.

Al evaporarse un refrigerante líquido absorbe calor, fenómeno que hace bajar la temperatura del ambiente que los rodea.

Al condensarse el vapor refrigerante cede calor, que elevara la temperatura al ambiente que lo rodea.

La siguiente figura es un esquema de un equipo de refrigeración seguido de un diagrama de presión entalpía

Antes del evaporador en que el refrigerante está en estado líquido, la entrada de líquido en el evaporador es controlada por un dispositivo automático de estrangulación (válvula de expansión) que es accionado por la temperatura y por la presión. La presión del refrigerante a través de la válvula desciende desde la presión de alta en el condensador, a la presión existente en el evaporador. La válvula actúa como regulador de los límites de alta y baja.

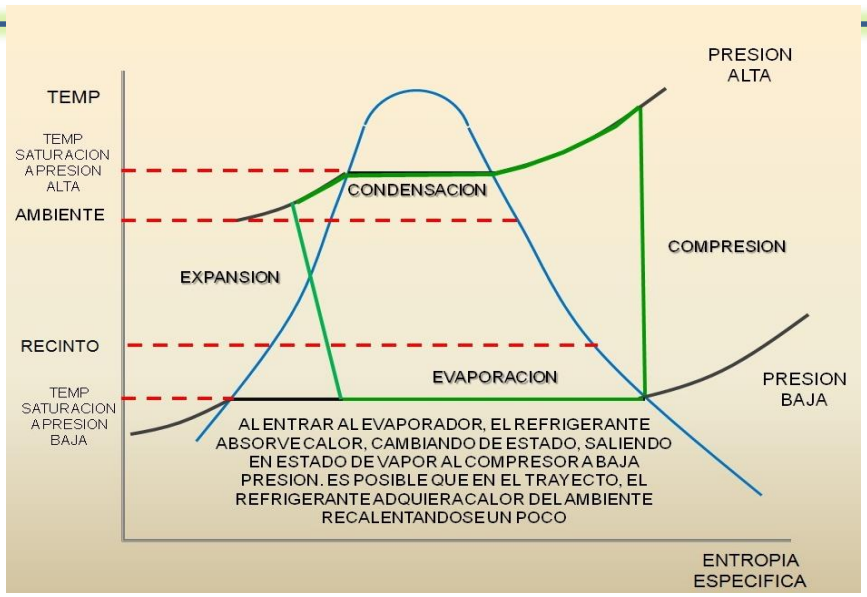


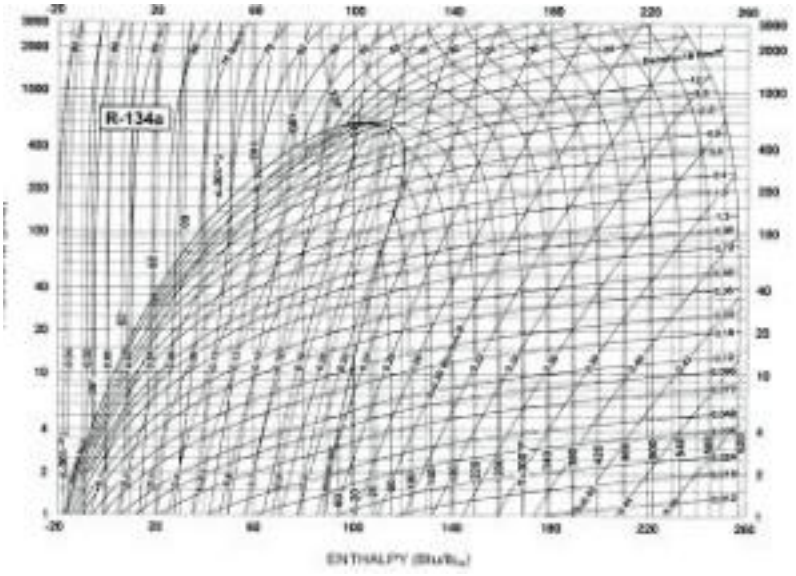
La reducida presión en el evaporador permite que el refrigerante hierva y se evapore. Para favorecer la ebullición el calor del aire a ser tratado es transmitido a la superficie del evaporador y transferido al líquido que está hirviendo a temperatura más baja. La mezcla de líquido refrigerante y vapor del mismo que pasa por el serpentín del evaporador continua absorbiendo calor hasta que se evapora por completo. El sobrecalentamiento del gas, controlado por la válvula de expansión.

El gas sobrecalentado entra en el cilindro del compresor por la tubería de aspiración. La carrera descendente del pistón hace que sea aspirado el gas de un cilindro a través de la válvula de aspiración o de entrada, gas que es comprimido en la carrera ascendente, elevando su temperatura y presión. La presión producida hace que el gas caliente fluya al condensador. La válvula de salida del compresor impide que vuelva a entrar al cilindro el gas comprimido.

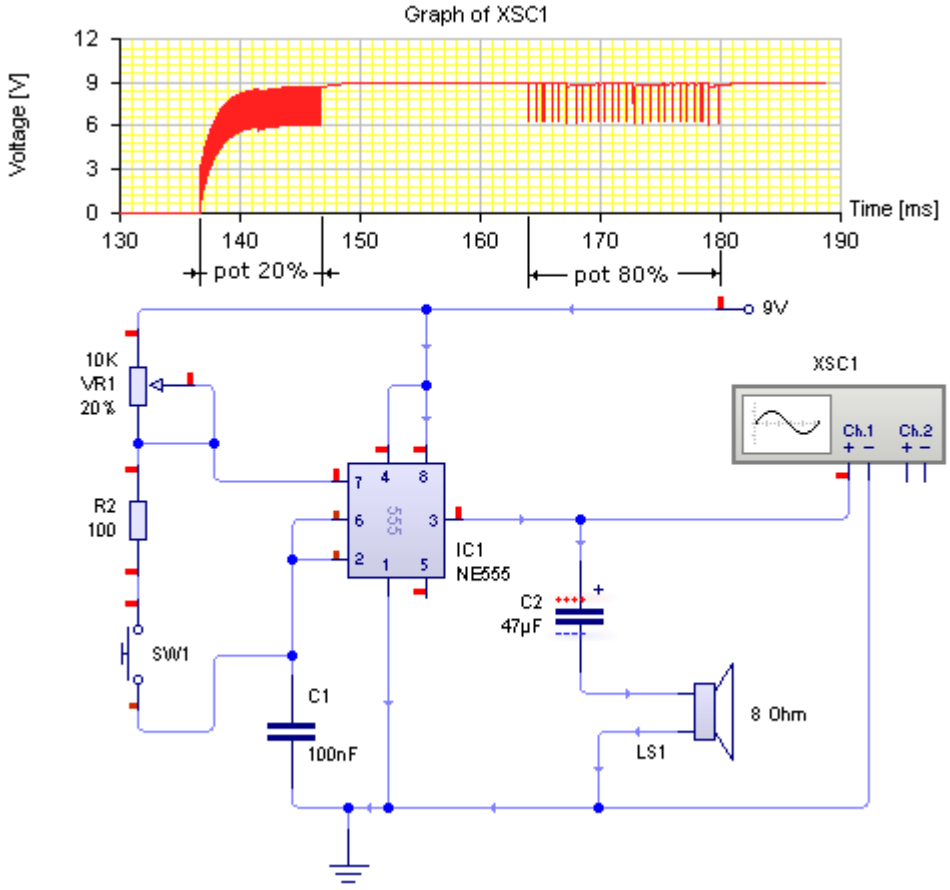
En el condensador el medio de condensación (aire o agua) absorbe el calor al condensar el gas caliente. El refrigerante líquido es recogido en un depósito receptor que puede estar combinado o no con un condensador.

Luego el líquido es impulsado por la tubería hasta la válvula de Expansión donde vuelve a comenzar el ciclo.

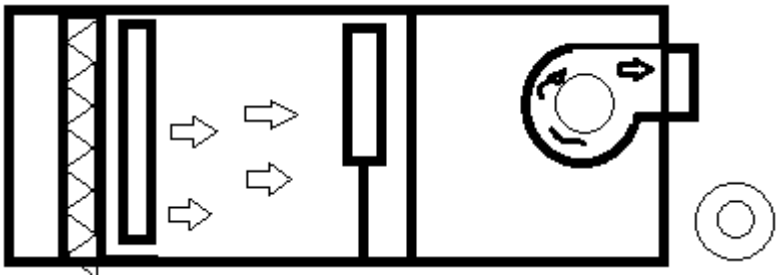

PRESION
ALTA
TEMP
TEMP
SATURACION
A PRESION
ALTA
AMBIENTE
CONDENSACION
COMPRESION
EXPANSION
RECINTO
EVAPORACION
PRESION
BAJA
TEMP
SATURACION
A PRESION
BAJA
AL ENTRAR AL EVAPORADOR, EL REFRIGERANTE
ABSORVE CALOR, CAMBIANDO DE ESTADO, SALIENDO
EN ESTADO DE VAPOR AL COMPRESOR A BAJA
PRESION. ES POSIBLE QUE EN EL TRAYECTO, EL
REFRIGERANTE ADQUIERA CALOR DEL AMBIENTE
RECALENTANDOSE UN POCO
ENTROPIA
ESPECIFICA


R-134a

Manejo de la humedad específica. Si se desea aumentarla se debe nebulizar agua al recinto por medio de rociadores de agua en condiciones controladas y si se desea reducirla se pueden usar materiales absorbentes o higroscópicos o un proceso de enfriamiento donde se condense y luego el calentamiento del aire.



Lavador de alta velocidad

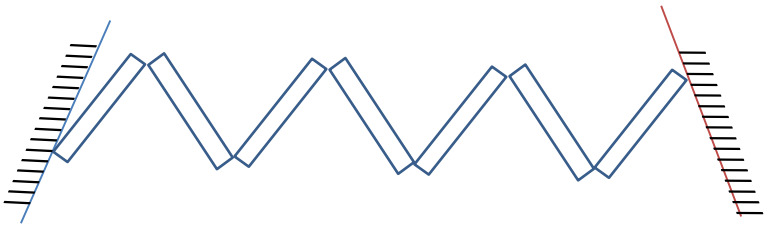


Flujo de aire. Unidad de simple zona

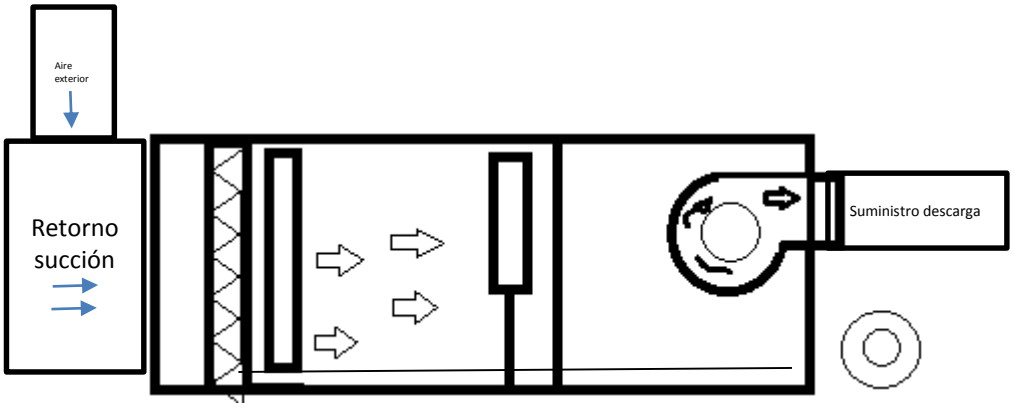
UNIDAD 3

VENTILACION

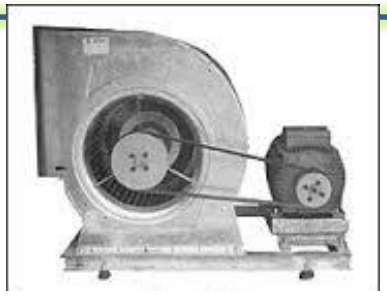
Filtrado. Es de una variedad alta su complejidad se debe del aire en proceso, podemos partir de un tamiz donde retenemos los elementos solidos seguido de otros donde de acuerdo a condición atraparían polvos, olores y otros contaminantes, para combatir las bacterias y virus transportados por el aire.



Circulación y renovación. El aire lo mantenemos en movimiento constante por medio de ventiladores evitando el estancamiento, permitiendo la entrada de aire de ventilación exterior para lograr una columna positiva manteniendo el nivel de oxígeno, la evaporación de humedad acumulada y evitar la entrada de polvillos por los orificios y sacar el humo en caso de fumadores.

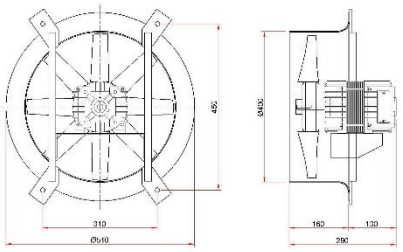


Ventiladores: Utilizador para producir una corriente o flujo de aire. Podemos clasificarlos en dos grupos generales.

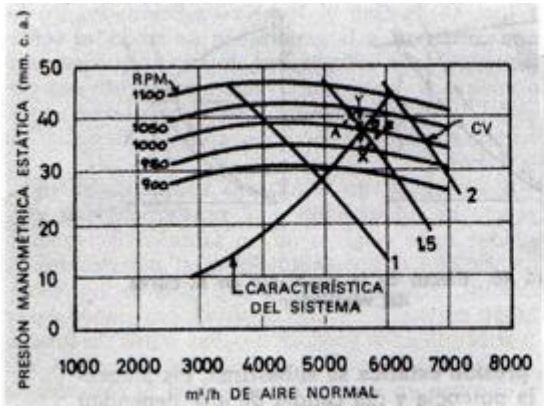


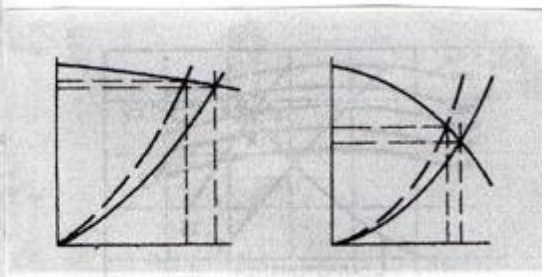
Centrífugos, en que la corriente del aire se establece radialmente a través del rodete.

Axiales, en que la corriente del aire se establece axialmente a través del rodete.



Todo sistema de tratamiento de aire se compone de una combinación de tuberías o conductos, calentadores, filtros, secadores y otros componentes. Por consiguiente cada sistema tiene su característica individual de presión caudal que es independiente del ventilador aplicado al sistema. Esta relación se puede expresar gráficamente en un sistema de coordenadas de igual forma que el de la curva característica de ventilador.





SISTEMAS DE CONDUCTOS: Encargados de llevar el aire des

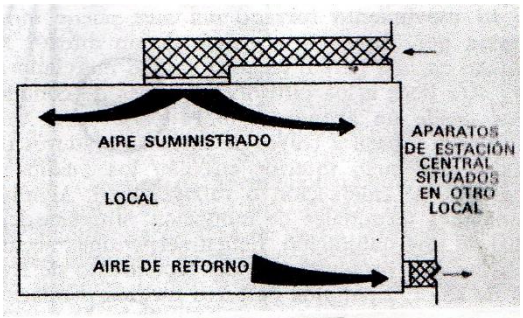
del aparato acondicionador hasta el espacio que va a ser acondicionado.

Para que se cumpla la entrega en forma práctica debemos tener en cuenta ciertas limitaciones relativas al espacio disponible, perdidas por rozamiento, velocidad, nivel de ruido, pérdidas o ganancias de calor y fugas.

El espacio disponible tanto para ductos de impulsión y de retorno, como el aspecto decorativo presentan con frecuencia limitaciones que obligan a adoptar un determinado sistema en los conductos. En hoteles, locales y oficinas que el espacio es tan importante, la solución más practica será la de un sistema de alta velocidad empleando pequeños conductos circulares.

En algunos casos el conducto será expuesto y adosado al techo, En este caso lo más adecuado son conductos rectangulares de líneas aerodinámicas. Se construyen de forma que presente exteriormente un aspecto uniforme. En el caso de los conductos industriales suele tener importancia secundaria su aspecto exterior, en tales casos el sistema más económico será el de conductos rectangulares a pequeña velocidad.

Cuando la relación del lado mayor con el menor es grande en un ducto rectangular mayor tiene más ganancia de calor.



Sistema todo-aire

Los conductos que transportan pequeñas cantidades de aire a baja velocidad tienen mayores ganancias de calor.

El aislamiento y el hermetismo de los conductos disminuyen notablemente estas ganancias de calor.

Los costos de operación de un sistema de distribución de aire pueden se adversamente afectados al dimensionar los ductos rectangulares, de tal forma que tengan la misma capacidad y el mismo coeficiente de rozamiento que el conducto circular equivalente.

Podemos calcular la cantidad de aire en cfm pies cúbicos por minuto en base a la expresión.

Q = m C (text – tint)

Q = calor en BTUH

m = Flujo lb/h

(text – tint) = Diferencial de temperatura

Densidad del aire 0.075lb/pie3

C = 0.24 BTU/lb.°F

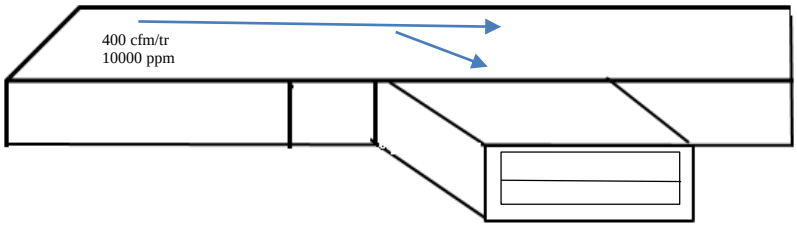
12.000BTUH = m 0.24BTU/lb°F (90°F – 75°F)

m = 50.000 lbH

cfm = 3.333 lbH /0.075lb/pie3)60min

cfm = 740 por TR

Pero comercialmente se ha estandarizado 400cfm por Tonelada de Refrigeración y se ha recomendado una velocidad de 1000 ppm en los ductos y de 500 ppm en las persianas.



500 ppm

UNIDAD 4

USOS ESPECIFICOS Y APLICACIONES

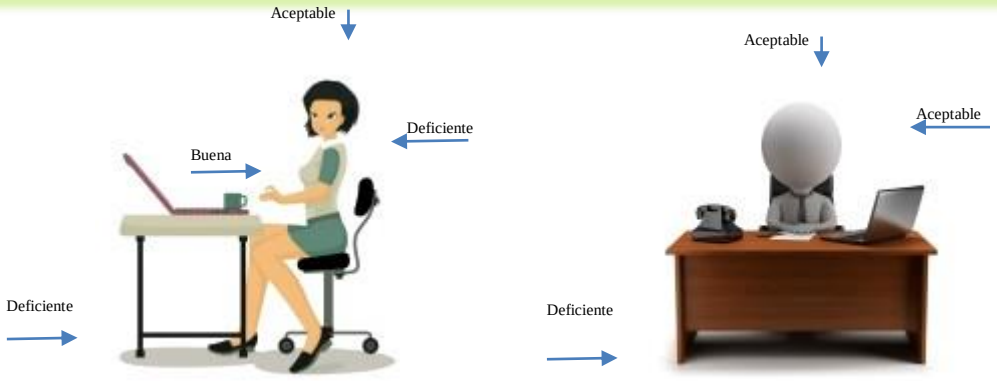
Usos específicos y aplicaciones. Existe una gran variedad de usos comerciales y específicos de acuerdo al proceso que se esté llevando por eso reduciremos a los más importantes.

Confort humano. Una de las principales aplicaciones del Aire Acondicionado es el crear ambientes confortables para las personas que descansan o laboran en ciudades de climas cálidos secos y húmedos.

Los ambientes de extremo Calor y Humedad son de 40°c y 90% Hr donde una persona en actividad puede sufrir con daños irreversibles en el corazón, cerebro o sistema nervioso.

Los ambientes de extremo frio donde la pérdida de calor del cuerpo humano causa espasmos musculares o escalofríos.

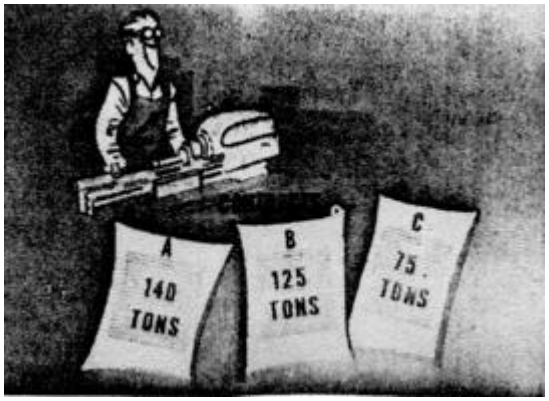
En el Ambiente de Confort hay una sensación equilibrada en la que no se siente frio ni calor y el estado mental de satisfacción con el estado térmico del ambiente, en las condiciones temp bulbo seco 76°F o 24°C con una Humedad relativa de40% a 50% y una velocidad del aire menos de 45 pies por minuto.



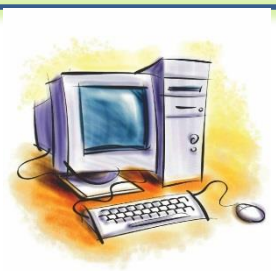
Preservación de alimentos. Se utilizan temperaturas por debajo de 15 grados centígrados con precaución de no deshidratar los, proceso llamado REFRIGERACION



Control de precisión en la fabricación y de la corrosión. Como en relojería mecánica, impresiones de valores y en ambientes costeros y contaminados.



Circuitos eléctricos y electrónicos. Los equipos de telecomunicación y computación que generan mucho calor y exigen un ambiente muy adecuado.



Ambientes estériles y farmacia. Prevención de contaminación en salas de cirugía, en la fabricación de envases, de drogas y su almacenamiento.



UNIDAD 5

PSICROMETRIA

Es la ciencia que trata de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano.

DIAGRAMA PSICROMETRICO

Temperatura seca: la temperatura que registra un termómetro ordinario.

Temperatura húmeda: la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto por uname3cha húmeda y expuesto a una corriente rápida de aire.

Temperatura de rocío: la temperatura a la cual empieza la condensación en el aire, y la presión del vapor saturante a la misma temperatura.

Humedad relativa. Relación entre la presión del vapor de agua y la presión del valor saturante a la misma temperatura.

Humedad específica, o contenido de humedad. El peso de vapor de agua expresado en gramos por kilo de aire seco.

Entalpia, cantidad de calor contenida en el aire, contada a partir de los 0°C.

Valoración de entalpía. Cualquiera que sea la temperatura considerada la entalpía arriba mencionada se supone en la saturación. Para el aire no saturado, se tendrá que corregir

utilizando la línea de vaporación de entalpía, en casos en los que es necesaria una gran precisión. En casos normales de

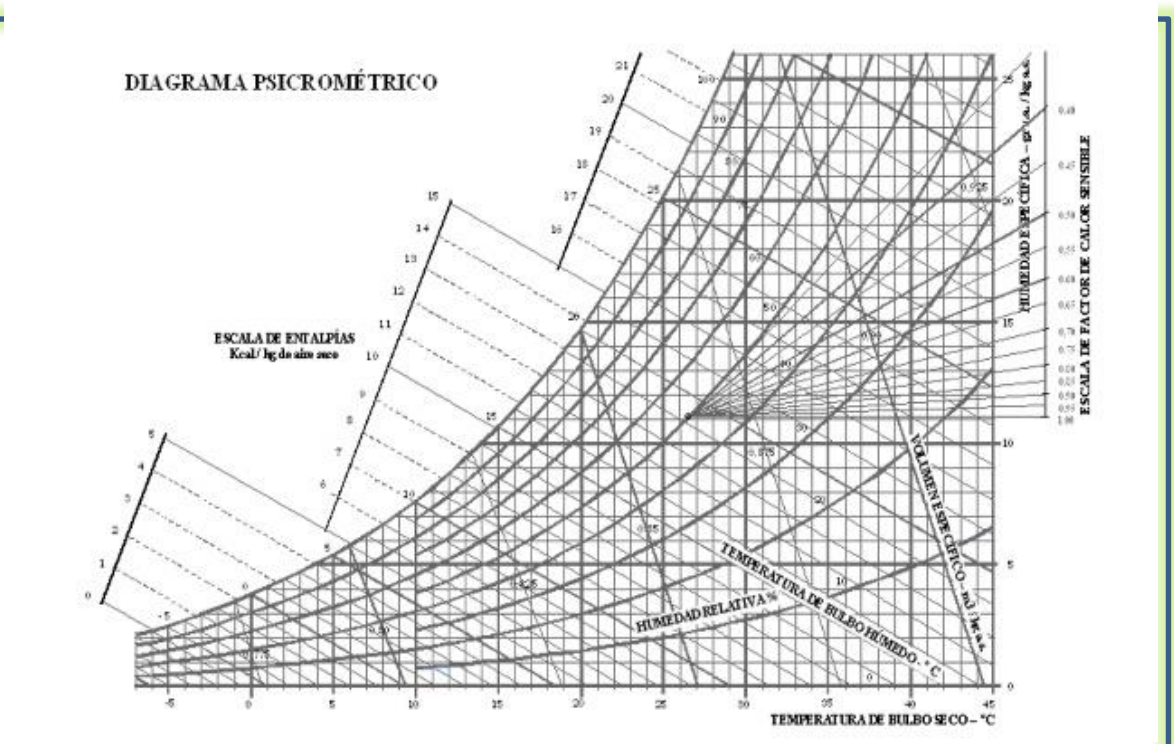
acondicionamiento de aire se puede prescindir de dicha corrección. Al igual que la entalpía viene dada en kcal/kg de aire seco.

Volumen específico. Los m^2 de aire húmedo que corresponden a 1 kilo de arie seco.

Factor de calor sensible. Relación entre los calores sensible y total.

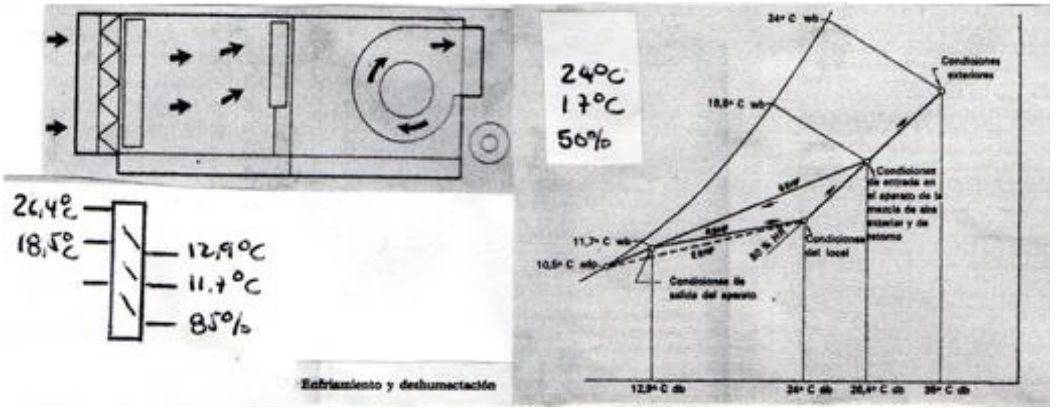
Punto de referencia. Situado a los 26.7°C y 50% de humedad relativa, y que se emplea junto con la escala de factores de calor sensible para dibujar las líneas del proceso de aire acondicionado.

Kilos de aire seco: constituyen la base de todos los cálculos psicométricos y permanecen constantes durante todos los procesos. Las temperaturas en forma tal que cuando se conocen dos de ellas se pueden determinar las restantes. Cuando el aire está saturado las temperaturas seca, húmeda y de rocío son iguales.



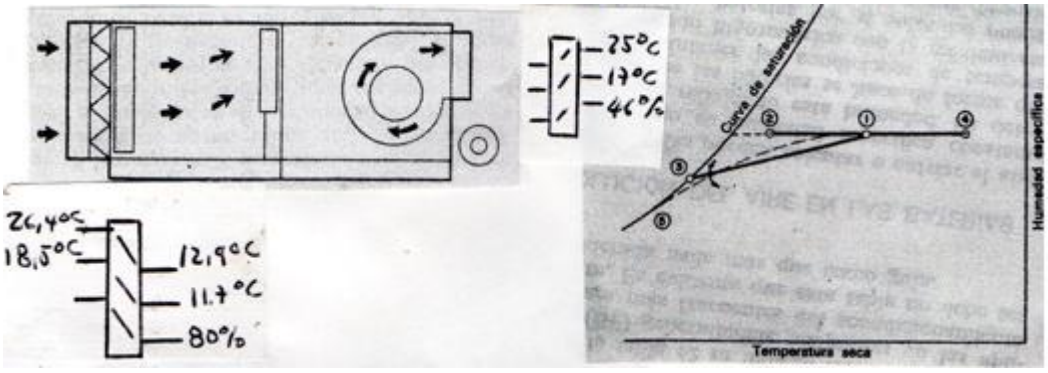
Esquema del diagrama psicométrico

El ciclo clásico de la evolución del aire climatizado puede representarse sobre el diagrama psicrométrico.



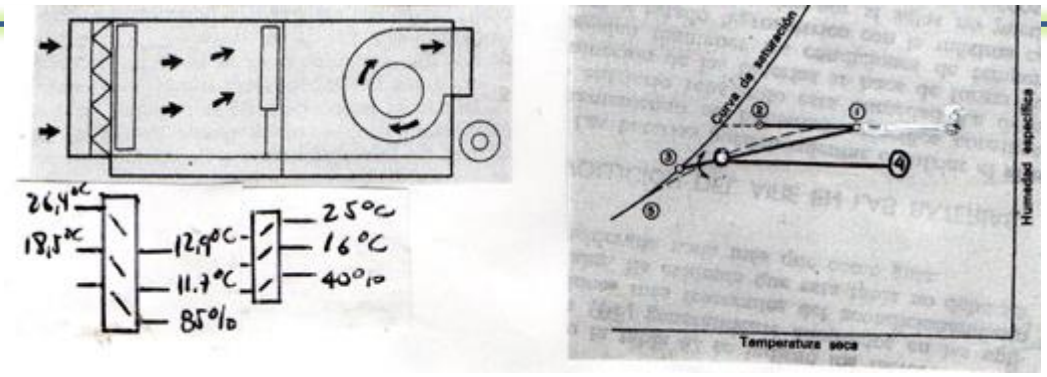
La mezcla del aire exterior y de aire de retorno pasa a través del aparato acondicionador, y su evolución se representa por la línea GSHF , Luego es impulsado al local por la salida del aparato, y absorbe calor y humedad, según la transformación RSHF, hasta las condiciones del local.

El ciclo de un proceso industrial de la evolución del aire climatizado puede representarse en el diagrama psicrométrico. Si el calentamiento sensible se hace en el recinto.



El aire en el estado 1, se enfría sensiblemente 2, manteniendo constante la humedad específica. La recta 1-3 representa la evolución del aire en caso en que el enfriamiento vaya acompañado de una disminución de su contenido de vapor de agua. Siendo la curva de evolución real la punteada 1- 5. El calentamiento sensible corresponde al aumento de la temperatura seca manteniéndose constante la humedad

específica y la evolución se representa en la recta 1-4.Si el calentamiento sensible se hace en la misma manejadora.



EL FACTOR DE BY PASS.

Depende de las características de la batería y de sus condiciones de funcionamiento. Se considera que representa el porcentaje de aire que pasa a través de la batería sin sufrir ningún cambio.

Las características físicas de la batería y las condiciones de funcionamiento que influyen en el factor de by pass son:

La superficie externa de intercambio (número de tubos y separación entre aletas). A una disminución de superficie corresponde el aumento del BF.

Cuadro 1. Valores usuales de los factores de Bypass

Profundidad de la batería (filas)	**Sin pulverización aletas por pulagadas**		**Con pulverización aletas por pulgada**	
	8	**14**	**8**	**14**
	Velocidad (m/seg)			
	1.5 – 3.5	**1.5 – 3.5**	**1.5 – 3.5**	**1.5 – 3.5**
2	0.42-0.55	0.22-0.38		
3	0.27-0.40	0.10-0.23		
4	0.19-0.30	0.05-0.14	0.12-0.22	0.03-0.10
5	0.12-0.23	0.02-0.09	0.08-0.14	0.01-0.08
6	0.08-0.18	0.01-0.06	0.06-0.11	0.01-0.05
8	0.03-0.08		0.02-0.05	

Velocidad del aire. A una disminución de la velocidad corresponde una disminución del BF (tiempo de contacto mayor entre el aire y la superficie de intercambio).

La influencia de superficie de intercambio es mayor que de la velocidad del aire.

Factor de Bypass	Tipo de la aplicación	Ejemplo
0.30 a 0.50	Balance térmico pequeño o medio con pequeño SHF (ganancias latentes grandes)	Apartamentos
0.20 a 0.30	Acondicionamiento de confort clásico, balance térmico relativamente pequeño, o algo mayor pero con pequeño SHF.	Tiendas pequeñas Fábrica
0.10 a 0.20	Acondicionamiento de confort clásico	Tiendas grandes Banco, fábrica
0.05 a 0.10	Ganancias sensibles grandes o caudal de aire exterior grande.	Tienda grande Restaurante Fábrica
0 a 0.10	Funcionamiento con aire fresco total	Hospital, quirófanos, fábrica.

3. CONDICIONES INTERIORES PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

(Estos valores son facilitados a título informativo, las condiciones escogidas las determina generalmente el cliente)

INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %
ABRASIVOS	Fabricación	24-27	45-50
FÓSFOROS	Fabricación	22-23	50
	Secado	21-24	40
	Almacenaje	15-17	50
APARATOS ELÉCTRICOS	Arrollamientos, bobinas, material electrónico	22	15
	Montaje lámparas	20	40
	Instrumentos electrónicos		
	Fabricación y laboratorio	21	50-55
	Montaje termostatos	24	50-55
	Montaje higrostatos	24	50-55
	Montajes de precisión	22	40-45
	Ensayos aparatos de medida	23-24	60-63
	Montaje fusibles e interruptores	23	50
	Fabric. condensad.	23	50
	Almacén papel	23	50
	Aislamiento cables	24	65-70
	Pararrayos	20	20-40
	Montaje y ensayo de disyuntores	24	30-60
	Rectif. de Selenio y Óxido de Cobre	23	30-40
PANADERÍA	Amasado	24-27	40-50
	Fermentación	24-28	70-75
	Espera, antes cochura	33-36	80-85
	Enfriamiento del pan	21-27	80-85
	Cámara fría	4-7	-
	Preparación	26-28	65-70
	Pastelería	35-40	-
	Pastas secas y bizcochos	15-18	50
	Empaquetado	15-18	60-65
	Conservación de :		
	Ingredientes secos	21	55-65
	Ingredientes frescos	- 1 a + 7	80-85
	Harina	21-24	50-65
	Materias grasas	7-21	55-60
	Azúcar	27	35
	Agua	0-2	-
	Papel hidrófugo	21-27	40-50
CARAMELOS	Fabricación	24-27	30-40
	Mezcla y enfriamiento	24-27	40-45
	Túnel	13	PR-13
	Empaquetado	18-24	40-45
	Conservación	18-24	45-50
	Secado-Gelatinas, goma mascar	49-66	15
	Cámara fría-Malvavisco	24-27	45-50
BOMBONES DE CHOCOLATE	Guarnición interior	27-30	40-50
	Temple manual	15-18	50-55
	Recubrimientos (Sala)	24-27	55-60
	Recubrimientos		
	Entrada	27	50
	Máquina de recubrir	32	13
	Decoración	21	40-50
	Túnel	4-7	PR-4
	Empaquetado	18	55
	Conservación	18-21	40-50
CERVECERÍA	Conservación de :		
	Lúpulo	- 1 a 0	55-60
	Grano	27	60
	Levadura líquida	0-1	75

INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %
CERVECERÍA	Cerveza blanca	0-2	75
	Cerveza negra	4-7	75
	Cava de fermentación :		
	Cerveza blanca	4-7	75
	Cerveza negra	13	75
	Trasiego	0-2	75
CERÁMICA	Refractarios	43-65	50-90
	Modelado	27	60-70
	Almacén de arcillas	15-27	35-65
	Decoración	24-27	45-50
CEREALES EN COPOS	Empaquetado	24-27	45-50
GOMA DE MASCAR	Fabricación	25	33
	Laminado	20	63
	Cortado	22	53
	Empaquetado	23	58
CONTRAPLACADOS	Prensa calor-Resina	32	60
	Prensa fría	32	15-25
COSMÉTICOS	Fabricación	18-21	-
CUERO	Secado		
	Curtido vegetal	21	75
	Curtido al cromo	49	75
	Almacenaje	10-16	40-60
DESTILACIÓN	Conservación de :		
	Grano	15	35-40
	Fermento líquido	0-1	
	Fabricación	15-24	45-60
	Envejecimiento	18-22	50-60
PELETERÍA	Secado	43	-
	Choque térmico	- 8 a - 7	-
	Conservación	4-10	55-65
IMPRENTA	Litografía en color		
	Sala de prensas	24-27	46-48
	Almacenaje	23-27	49-51
	Impresión de papeles y tejidos	Confort	
	Almacenaje y plegado	Confort	
ÓPTICA	Fusión	Confort	
	Pulimento	27	80
MATERIAL DE REFRIGERACIÓN	Fabricación de válvulas	24	40
	Montaje compresores	21-24	30-45
	Montaje de refrigeradores	Confort	
	Ensayos	18-28	47
MATERIAL FOTOGRÁFICO	Secado	- 7 a 52	40-80
	Corte y empaquetado	18-24	40-70
	Almacenaje de :		
	Papel de base	21-24	40-65
	Película normal	16-27	45-50
	Película al nitrato	4-10	40-50
MATERIAL PLÁSTICO	Fabricación		
	Moldeado	27	25-30
	Fabr. celofán	24-27	45-65

CONDICIONES INTERIORES PARA APLICACIONES INDUSTRIALES (CONT.)

(Estos valores son facilitados a título informativo, las condiciones escogidas las determina generalmente el cliente)

INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %
MUNICIONES	Elementos de percusión		
	Secado de piezas	88	-
	Secado de pinturas	43	-
	Secado pólvora negra	52	-
	Carga detonadores y espoletas	21	40
	Proyectiles trazadores	27	40
PRODUCTOS DE FARMACIA	Conservación de polvos		
	Antes de la fabricación	21-27	30-35
	Después de la fabricación	24-27	15-35
	Trituración	27	35
	Comprimidos	21-27	40
	Recubrimientos	27	35
	Comprimidos polvos, efervesc	32	15
	Preparados hipodérmicos	24-27	30
	Coloides	21	30-50
	Jarabes para la tos	27	40
	Productos glandulares	25-27	5-10
	Fabricación de ampollas	27	35
	Cápsulas de gelatina	25	40-50
	Almacenaje de cápsulas	24	35-40
	Microanálisis	Confort	
	Productos biológicos	27	35
	Extracto de hígado	21-27	20-30
	Sueros	Confort	
	Animales	Confort	
PIEZAS REVESTIDAS DE CAUCHO	Fabricación	32	-
	Endurecimiento	27	25-30
	Instrumentos cirugía	24-32	25-30
	Almacenaje antes Fabricación	16-24	40-50
	Laboratorios	23	50
TABACO	Cigarrillos y cigarros		
	Fabricación	21-24	55-65
	Humectación	32	85-88
	Separación de troncos	24-30	75
	Conservación y preparación	26	70
	Empaquetado	24	75
	Embalaje y expedición	24	60
TEXTILES	Algodón		
	Laboreo y batido	21-24	55-70
	Cardado	28-31	50-55
	Estirado y bobinado	27	55-60
	Hilado de anillos		
	Encaje clásico	27-30	60-70
	Trama larga	27-30	
	Trabajo normal	27-30	55-60
	Bobinado y urdido	26-27	60-65
	Tejido	26-27	70-85
	Almacenaje	24	65-70
	Peinado	24	55-65
	Telas (linos)		
	Cardado, hilado	24-27	60
	Tejidos	27	80
	Tejidos de lana		
	Batido	27-30	60

INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %
TEXTILES	Cardado	27-30	65-70
	Hilado	27-30	50-60
	Almacenaje	24-27	60
	Tejido		
	Tejidos ligeros	27-30	55-70
	Tejidos espesos	27-30	60-65
	Estirado	24	50-60
	Lanas peinadas		
	Cardado, peinado	27-30	60-70
	Almacenaje	21-30	75-80
	Estirado	27-30	50-70
	Hilado	27-30	50-55
	Bobinado y devanado	24-30	55-60
	Tejido	27	50-60
	Acabado	24-27	60
	Seda		
	Prep. y almacenaje	27	60-65
	Hilado y tejido	27	65-70
	Torcido	27	60
	Seda artificial		
	Hilado	27-32	50-60
	Torcido	27	55-60
	Tejido		
	Rayón	27	50-60
	Acetato	27	55-60
	Rayón hilado	27	80
	Batido	24-27	50-60
	Cardado, Torcido, Estirado	27-32	50-60
	Género de punto		
	Viscosa o celulosa precipitada	27-30	65
	Fibras sintéticas Preparación y tejido de :		
	Viscosa	27	60
	« Celonese »	27	70
	Nylon	27	50-60
MAQUINARIA DE PRECISIÓN	Análisis espectrográfico	Confort	
	Montaje engranajes	24-27	35-40
	Almacenaje de :		
	Empaquetaduras	38	50
	Cementos y colas	18	40
	Fabricación		
	Calibración, montaje de piezas de precisión	Confort	
	Rectificación	24-27	35-45
CRISTAL	Corte	Confort	
	Sala laminación polivinilo	13	15

UNIDAD 6

CARGA ESTIMADA

Para estimar la más exacta carga podemos indicar.

El verdadero enfriamiento y calentamiento requerido

Reducción posible de cargas para bajar costos.

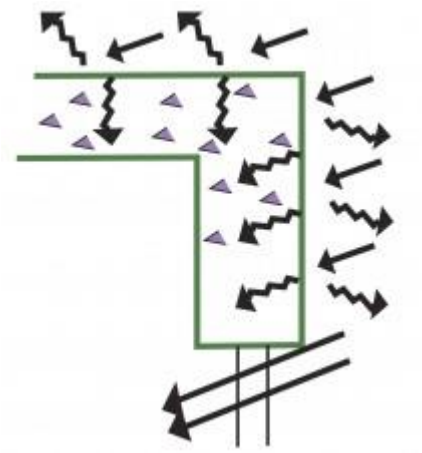
La selección más económica del equipo.

La más eficiente distribución de aire.

Conociendo las características de la carga, podemos analizar unas aplicaciones, consideraciones de estimaciones específicas de su uso. Y con la correcta carga tendremos la verdadera selección del equipo.

Podemos encontrar un primer grupo de fuentes de calor externa.

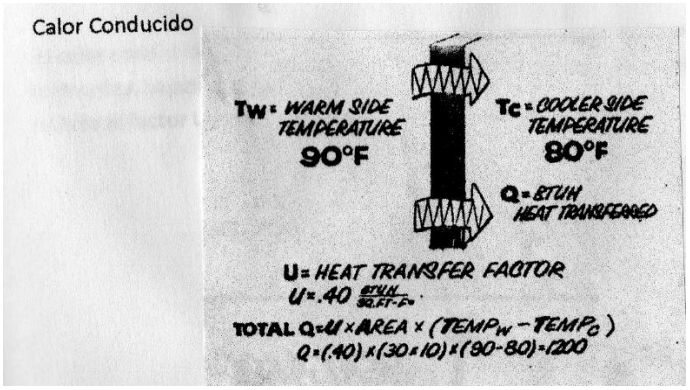
Tenemos calor conducido. Calor Solar. La infiltración o ventilación exterior.



Calor interno tenemos las personas, luces, motores eléctricos máquinas de oficina, computadores, aparatos, equipos de cocina y procesos.



Calor Conducido



-El calor a través de las ventanas es absorbido instantáneamente en el salón, este es en adición al calor conducido que es pasado por el vidrio.

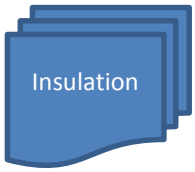
-En el caso de las paredes y techos el sol calienta la superficie exterior y es conducido hacia el interior del salón. Dependiendo del tipo de construcción, del área y de la diferencia de

temperatura exterior e interior. Este último llamado factor U encontrada en tablas como en Carrier System Design Manual.

Para varios tipos de construcción que determinan la cantidad de calor que pasa por cada pie cuadrado de área.

Lugares	U – factores
Windows ordinary glass	1.13
Residential Wall	0.25
Residential roof and ceiling	0.31
Conmercial Wall	0.33
Commercial roof and ceiling	0.40

Aislamientos adicionales reducen el flujo de calor a través de paredes y techos, su uso es efectivo y económico podemos comparar el porcentaje de reducción de flujo de calor sin aislamiento, con una, dos, y 3-5/8 de pulgadas. El primer espesor reduce el 48%, el segundo reduce un 14 % más, el tercero reduce un 8 % más y el último 2 % más.



Insulation	% reduction in heat flow	
None	---	
1”	48	13%
2”	62	8%
3”	70	2%
3 5/8”	72	

El calor conducido puede ser reducido en un60% si se adapta herméticamente una ventana tipo tormentas, bajando el factor U de 1.13 a .45 si colocamos doble vidrio a ¼ de pulgada de espacio sellado el factor U seria de 0.65 reduciéndose en un 43%.

U – Factor	% reduction in jeat loss
Window 1.13	--
Storm window 0.45	60
Double window 0.65	43

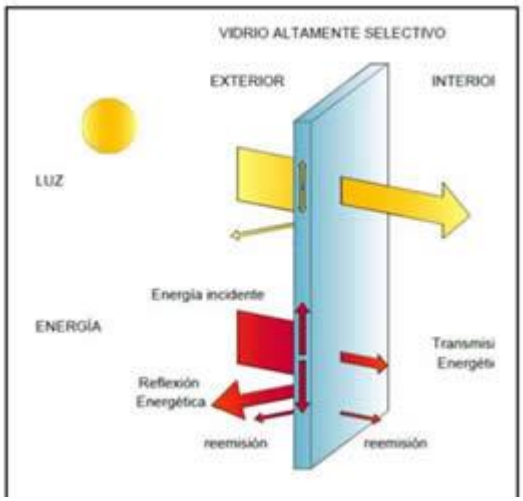
El uso de vidrios coloreados nos reduce con respecto al tradicional un 25% de calor absorbido y de doble panel del 10% al 20% y con vidrio coloreado del 30% al 65% dependiendo del color usado.

	Solar heat reduction
Heat absorbing glass	25%
Double pane	10 – 20%
Stained glass	30 – 65%

El completo sombreado es exterior del vidrio es imposible, hay otros particulares métodos efectivos para reducir la carga solar. Estos factores indican que el porcentaje de carga solar se reduce cuando aparatos para la sombra son usados. En una marquesina al exterior de la ventana reducirá un 75 % de calor solar, el uso de persianas enrollables o venecianas reducen el calor solar un 35 % a través del vidrio.



Outside awnings
75% reduction



Inside venetian blinds 35% reduction

El aislamiento es siempre muy importante en el techo. Este puede verse la reducción en el flujo de calor cuando el aislamiento es adicionado.

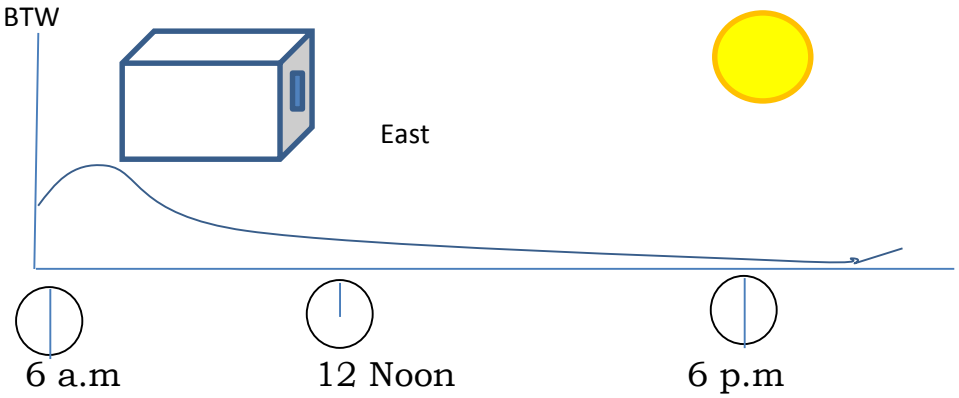
Es practico usar de 2 – 4 pulgadas de aislamiento en el techo y de una a dos pulgadas en las paredes.



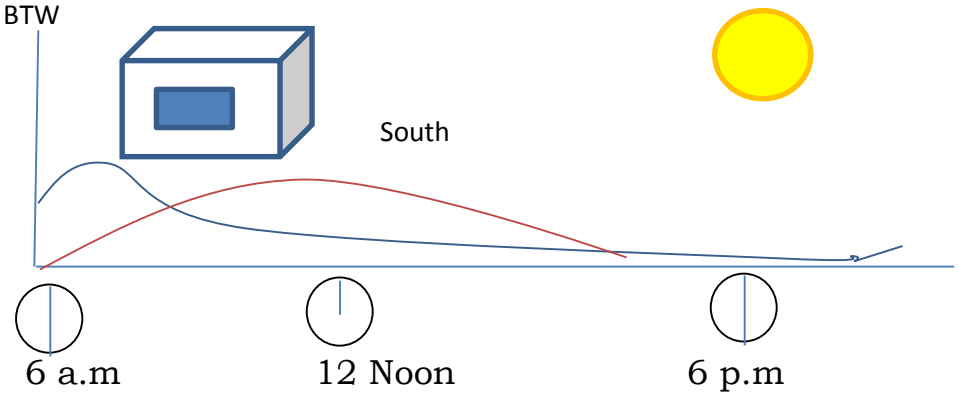
Insulation	% reduction in heat flow	
None	---	
1”	55	
2”	68	13%
3”	74	8%
4”	76	2%

La carga solar depende de la posición del sol, la estación del año, la hora del día y la latitud donde el edificio es localizado.

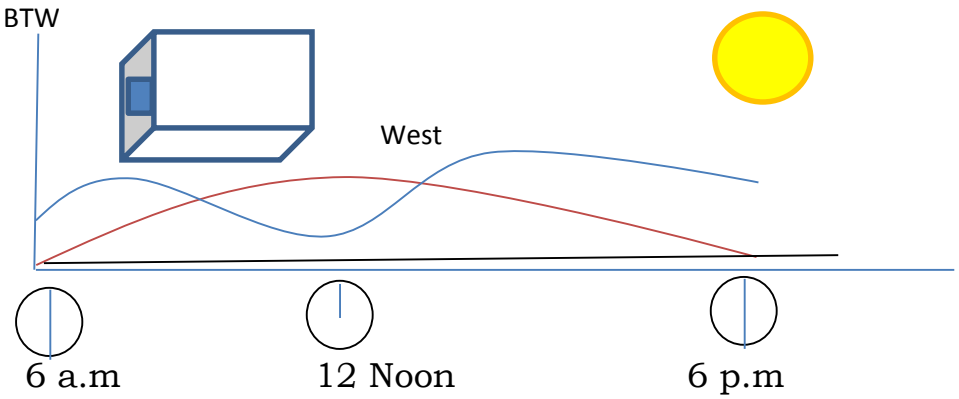
El primer efecto de la carga solar es a través del cristal de la ventana y las paredes del este-oriente. Dicha ganancia de calor solares muy grande a las 8 am empezando a bajar al medio día y en la tarde. Siendo en el mes de agosto más notable.



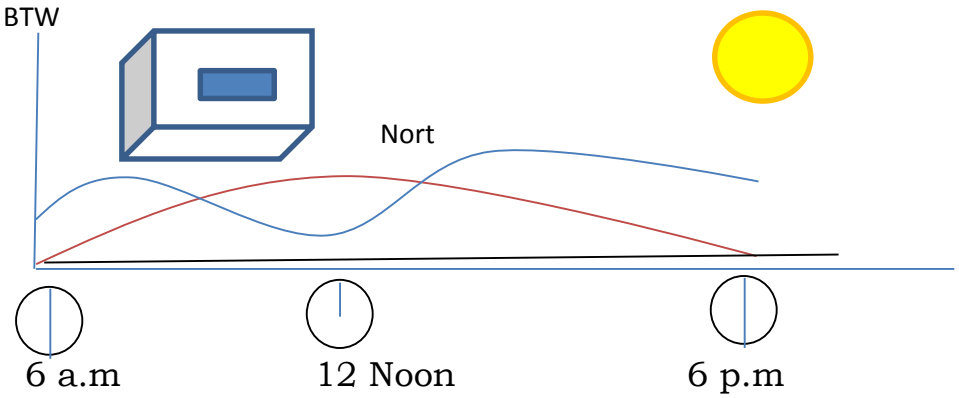
Las ventanas y las paredes del sur presentan gran carga solar al medio día y baja antes y después del mediodía.



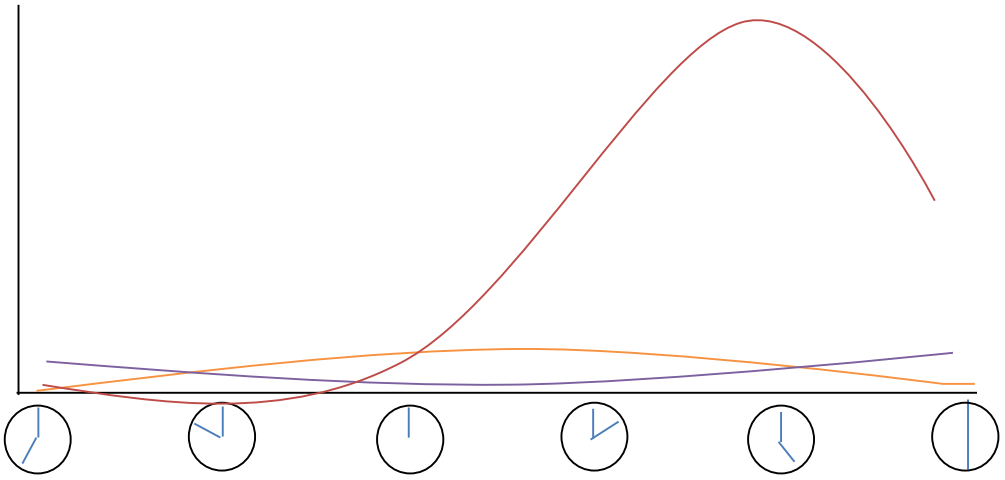
Las paredes y las ventanas del oeste son justamente lo contrario de las del Este alcanzando el pico alrededor de las 4 pm .



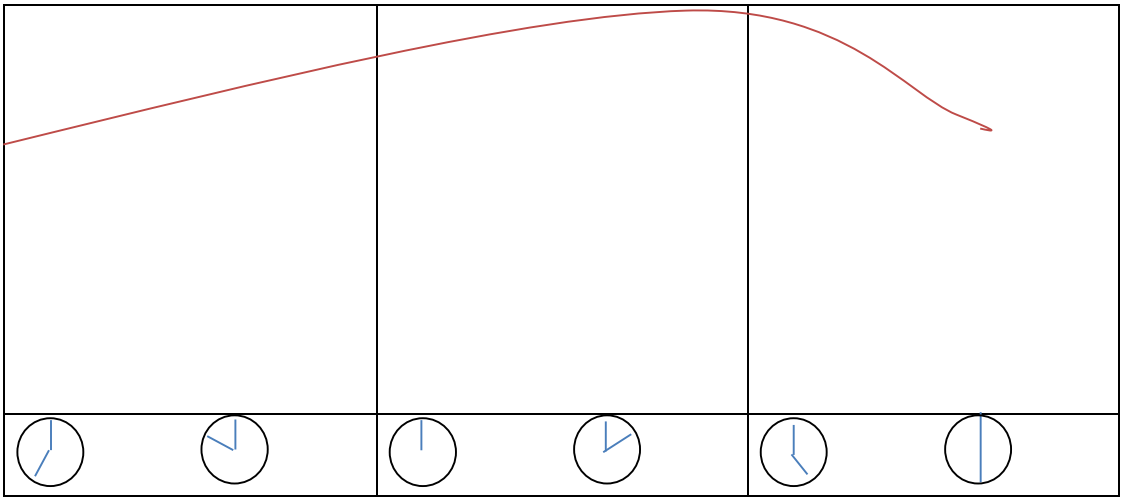
Las paredes y ventanas del Norte siempre reciben una pequeña carga solar debido al reflejo por el polvo en el aire. Siendo muy pequeña comparada con la luz directa del sol.



En las mañanas tenemos la inercia del frio y la humedad de la noche por lo tanto consideramos que la hora más caliente para el diseño serían las 3pm a 4 pm debido a que se ha almacenado calor en el transcurso del día.



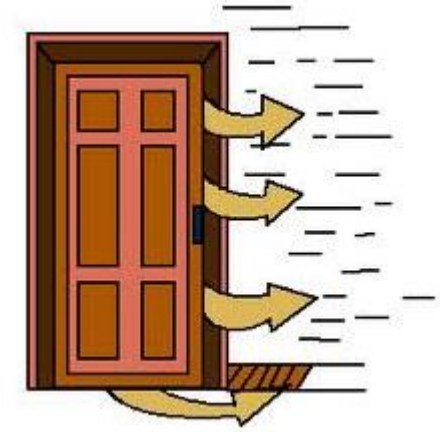
Antes de comenzar la estimación de los requisitos, deben determinarse las condiciones del diseño. No es necesario ni económico, en general diseñar para las condiciones extremas.



INFILTRACION DE AIRE EXTERIOR

El cual es usada para proveer ventilación en función de un verdadero aire acondicionado, recomendado por Carrier Sistem Design Manual de 5 cfm – 7 ½ cfm por persona y de 25 cfm – 40 cfm si son fumadores, puede ser suministrado por un ducto exterior o por los orificios de las puertas y ventanas .

Dependiendo de la velocidad del viento y del tamaño de los orificios y la cantidad de veces que se abren y cierra las puertas.



La cantidad de calor sensible que debemos remover puede ser determinada por el factor 1.08.

Q = 1.08 x CFM x (Temp ext – Temp int)

En verano con 95°F Temperatura exterior y 80°F Temperatura interior, la carga de calor sensible por cfm variara durante el día como se muestra en la figura.

	8	10	12	2	3	4	6	8
								
Outside temp of	81	85	90	94	95	94	92	88
Btuh per CFM	1.0	5.4	10.8	15.1	16.2	15.1	13.0	8.6

Una cantidad estimada en promedio de 350 Btuh para una ventana de 3 ft x 5 ft y 65 Btuh por persona en una tienda al detalle donde abren y cierran la puerta de 3 ft x 7 ft.

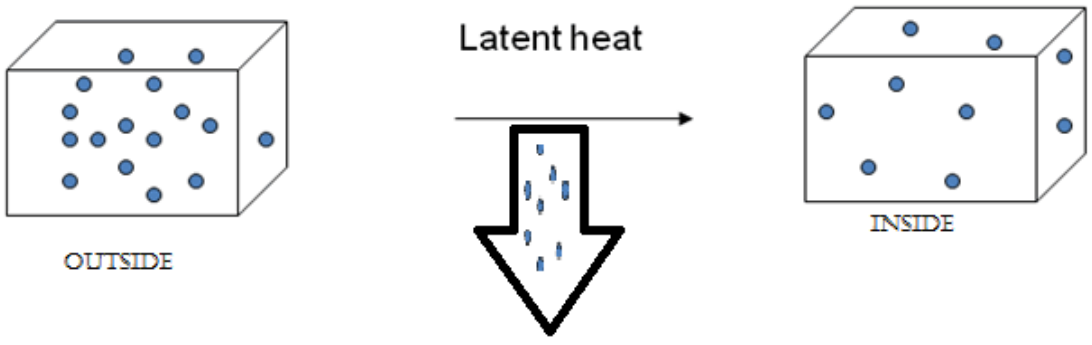
Summer cooling Sensible Heat	
Window 3" x 5"	350 BTUH-
Retail Shop 3" x 7"	65 BTUH Per pérson in store

Cuando se provee de ventilación se considera por ocupante, 240 Btuh en oficina, 160 Btuh en tienda al detalle y 120 Btuh almacenes de bodega.

Ventilation Air	
Office (15 CFM)	240 BUTH
Retail Shop (10 CFM)	160 BTUH
Departmet store (1 ½ CFM)	120 BTUH

El aire exterior tiene exceso de humedad que debe ser removida por las condiciones internas. Esta carga de calor latente puede ser calculada por el factor 0.68.

Q = 0.68 x CFM (Wext – Wint). La diferencia de humedad en granos por libra de aire entre el exterior y las condiciones interiores.



Q = 0.698 CFM (Wout – Win)

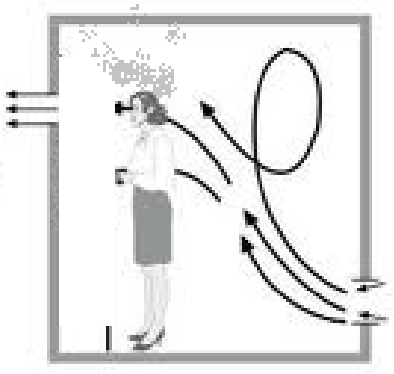
La fuente de calor exterior varia notablemente con las condiciones climáticas, el sol, hora del día y el mes, pero la fuente interior no está sujeta a estas condiciones.

Las personas son la fuente interna más importante de calor sensible y de calor latente. La exacta cantidad es determinada por la actividad y las condiciones del salón.

Algunas aplicaciones como en los teatros o auditorios donde gente sentada en reposo aportan 195 Btuh de calor sensible por persona y 155 Btuh latente, para un total de 350 Btuh por persona. En una oficina aproximadamente 200 sensible, 250 latente, para 450 Btuh en total. El grado de actividad en un salón de baile o un club nocturno seria de 245 sensible y 605 latente, para un total 850. Y un alto grado de esfuerzo de empuje en los bolos es de 465 sensible y de 985 latente para un total 1450 Btuh.

HEAT FROM PEOPLE			
	Sensible BTUH	**Latent BTUH**	**Total BTUH**
Theatre	195	155	350
Office	200	250	450
Dancing	245	605	850
Bowling	455	985	1450

Es muy normal que el calor latente se incremente con la actividad física. Sabemos de la deshidratación que se siente después de una gran actividad, esta es parcialmente debido a la extra evaporación del vapor de agua del cuerpo humano—calor latente—por lo que necesitamos una máquina de enfriamiento.



Generalmente para teatros de audiencia, oficinas y tiendas al por menor podemos promediar cien ocupantes por una tres o cuatro

toneladas de carga de enfriamiento. Si el aire de ventilación requerido por persona es adicionado a la carga térmica por personas, esta se doblaría de seis a ocho toneladas de carga de enfriamiento.

 100 people aprox 3 – 4 días	+ Ventilation AIR	Aproximadamente 750-1000 BTUH per person

El calor obtenido por las luces, tanto como la incandescente y la fluorescente, no es afectada por la temperatura del salón, esta depende solamente de la electricidad consumida y este dato debe ser suministrado por el fabricante o directamente del bulbo o del tubo mismo. Cada Watio de electricidad genera 3.4 Btuh.

Floresbent 3.4 BTUH per watt plus ballast	Lights Incandescent 3.4 BTUH per Watt

El total del watiage de la luz incandescente es más cerrado a la razón dada en la lámpara.Luces fluorescentes, requieren poder extra en el balastro. Como una aproximación el balastro consume alrededor del 25% del dato del tubo fluorescente. Cuando se requiere la cantidad exacta para la estimación de la carga térmica se debe consultar el factor de luz del fabricante
Una regla practica para la a usar es que 10 KW de electricidad representa aproximadamente 3 tons de enfriamiento.

En resumen por cada 100 personas de 3-4 tons y 1000cfm de aire exterior, 2 ½ -3 ½ tons pero si requiere algo más fácil de recordar use 3 tons por cada 10 kw, 100 personas y 1000 cfm.



100 people aprox 3 – 4 días

El calor generado por motores, máquinas y aparatos es también independiente de la temperatura del salón. Esta depende de la actual electricidad o gas o aceite usado.

Al igual que las luces se debe consultar el factor de los motores para la estimación de la carga. Aproximadamente un motor eléctrico tiene una carga térmica de 2.900 Btuh por caballo de potencia.

Motor aproximadamente 2.900 BTUH per HP

Coffe Maker	Without 4.000		With 4000
	Sensible BTUH	900	450
	Latent BTUH	220	110

Como es común en cualquier oficina tener cafeteras eléctricas simple esta están aportando una carga térmica de 900 Btuh sensible y de 220 Btuh latente y aquellas con utensilios 450 Btuh sensible y de 110 Btuh latente.

En las oficinas el mayor calor de equipamiento proviene de las computadoras, de las fotocopiadoras y maquinas comerciales en general. Una computadora toma una potencia máxima del orden

de los 300 watios y puede considerarse una carga media de 200 a 250 watios por maquina o 900 a 1080 Btuh.

FUENTE DE LAS TABLAS

CARRIER INTERNATIONAL LIMITED
HANDBOOK OF AIR CONDITIONING
SISTEM DESIGN

FUENTE DE LAS GRAFICAS

CARRIER INTERNATIONAL LIMITED
HANDBOOK OF AIR CONDITIONING
SISTEM DESIGN

EJERCICIO

Para poner en práctica toda la información analizada en el módulo, calcularemos y seleccionaremos el sistema de aire acondicionado del edificio B de la UFPSO.

Debido a su uniformidad analizaremos el salón más crítico que sería el B302.

Condiciones de OCAÑA 25°c - 77°F - 60% Hr

Condiciones de Comfort 20°c – 68°F - 55% Hr

Diferencial de temperatura = (77 – 68) = 9 °F

Carga Térmica Estimada

Carga exterior

Coeficiente U Btu/(hr)(sq ft)(deg F tenp diff)
En ladrillo macizo 0.35
Techo residencial con cielorraso 0.31

Pared Norte. Se encuentra el pasillo Climatizado Q = 0 Btuh

Ventana Norte. No existe ventanas Q = 0 Btuh

Pared sur. A = 9.0mx5.0m : 29.6pies x 16.4pies
A =485.4pies2
A ladrillo macizo =485.4–175.5
A = 309.9pies2
Q = 0.35 x 309.9 x 9 Q = 976.2 Btuh

Ventana sur. A= 6.5mx2.5m: 21.4pies x 8.2pies A = 175.5pies2
Q = 1.13x175.5x 9 Q = 1.784.8Btuh

Pared Este. Se encuentra el salón Climatizado Q = 0Btuh

Ventana Este. No existen ventanas Q = 0 Btuh

Pared Oeste. A = 6.0mx5.0m: 19.7piesx16,4pies A =323.0pies2
Q = 0.35x323.0x9 Q = 1.017.5Btuh

Ventana Oeste. No existen Ventanas Q = 0 Btuh

Techo. A = 9.0mx6.0 m : 29.6pies x 19.7pies A = 583.1pie2
Q = 0.31 x 583.1 x 9 Q = 1.626.8 Btuh

Piso. Se encuentra el salón climatizado. Q = 0 Btuh

Total calor Exterior Q = 7.672.7 Btuh

Infiltración

Calor sensible: En la ventana de 21.4pies x 8.2pies Q = 614.4 Btuh

En la puerta de 3pies x 7pies Q = 65.0 Btuh

30 personas en salón Q = 6.000.0 Btuh

Calor latente: 30 personas en oficina Q = 7.500.0 Btuh

Calor iluminación:6 lámparas fluorescentes Q = 6 x 60 w x 3.4
Q = 1.224.0 Btuh

Calor equipos: 1computador HP V 1019-15G switch 523Watts

30 Puertos Modelo FCC ICPD9112BNHU
30 x 150 x 85% = 3.825Watts
523 + 3.825W =4.348W Q = 14.870.0 Btuh

Carga Estimada Q =28.481.4 Btuh

Como hemos Diseñado para las condiciones extremas.

Podemos llegar a una consideración de carga de Q = 24.000.0 Btuh Debido a que no siempre va a estar el salón ocupado, con pocos ocupantes y equipos encendidos. Y en el caso extremo dejamos los equipos prendidos con anterioridad.

DUCTERIA

Tenemos 10 salones uniformes con 240.000 Btuh de carga por salón. En total manejaremos 20 TR para 8.000 cfm . A una velocidad de 1000 ppm.

Q caudal = V velocidad x A área

A = Q / V

Tramos Principales
L 1 = 14.0 ft A = 8.000 cfm / 1000ppm = 8.0 f2 r =1.596 ft h = 0.0095ft
L 2 =28.0 ft A = 6.400 cfm/ 1000ppm = 6.4 f2 r = 1.427 ft h =0.0210 ft
L 3=41.5 ft A = 4.800 cfm/ 1000ppm = 4.8 f2 r = 1.236 ft h = 0.0360 ft
L 4 = 28.0 ft A = 3.200 cfm / 1000ppm = 3.2 f2r = 1.010 ft h = 0.0300 ft
L 5= 28.0 ftA = 1.600 cfm / 1000ppm = 1.6 f2r =0.714 ft h = 0.0421 ft

Tramos secundarios= 12.7ftA = 800cfm/1000ppm=0.8 f2r =0.505 ft h = 0.0270 ft

Tramos terciarios = 9.9 ftA = 400 cfm /1000ppm = 0.4f2r = 0.357 ft h = 0.0298 ft

Desvio en Y Leq=7.9 ft A = 1.600cfm/1000ppm=1.6 f2 r = 0.714 ft h = 0.0011 ft

Desvio en T Leq=14.47 A = 400 cfm/1000 ppm =0.4 f2 r= 0.357 ft h = 0 .0453 ft

Difusores: Cuatro vías 400 cfm velocidad 500 ppm h = 0.06 ft

Perdidas de Presión en Ductos.f = 0.0005 fth= f(L/D)(V2/2g)H = 0.2481 ft

g = 32,2ft/seg2h = 0.00215(L/D) H = 2.9772 “

Ventilador: Centrifugo
Caudal Q = 8000 cfm Cabeza H = 0.2481 ft
Potencia: densidad aire x caudal x perdidas de presión / 12 x 33.000
Potencia = 0.000157 x 8000cfm x 2.9772” = 3.74 hp

Manejadora:

Clase: Unidad de simple zona.

Capacidad: De enfriamiento y des humidificación 20 TR,

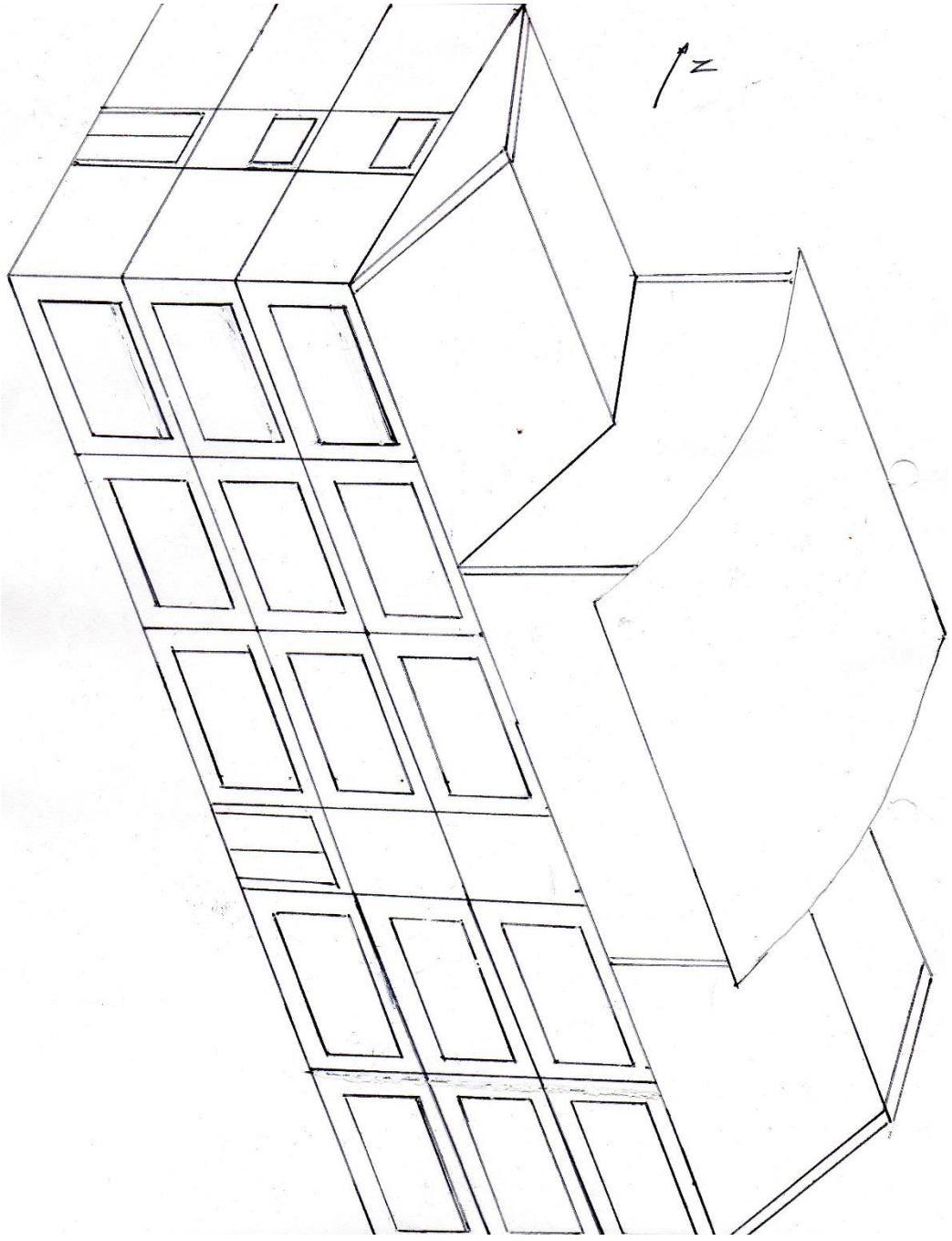
De Circulación: 8000 cfm a 1000 ppm
Toma de Aire Exterior: ventanilla graduable.
Q = 1.08 x cfm x (temp int – temp ext)
Cfm = 679.4/(1.08 x 9) = 69.9 x 10 salones = 699 cfm

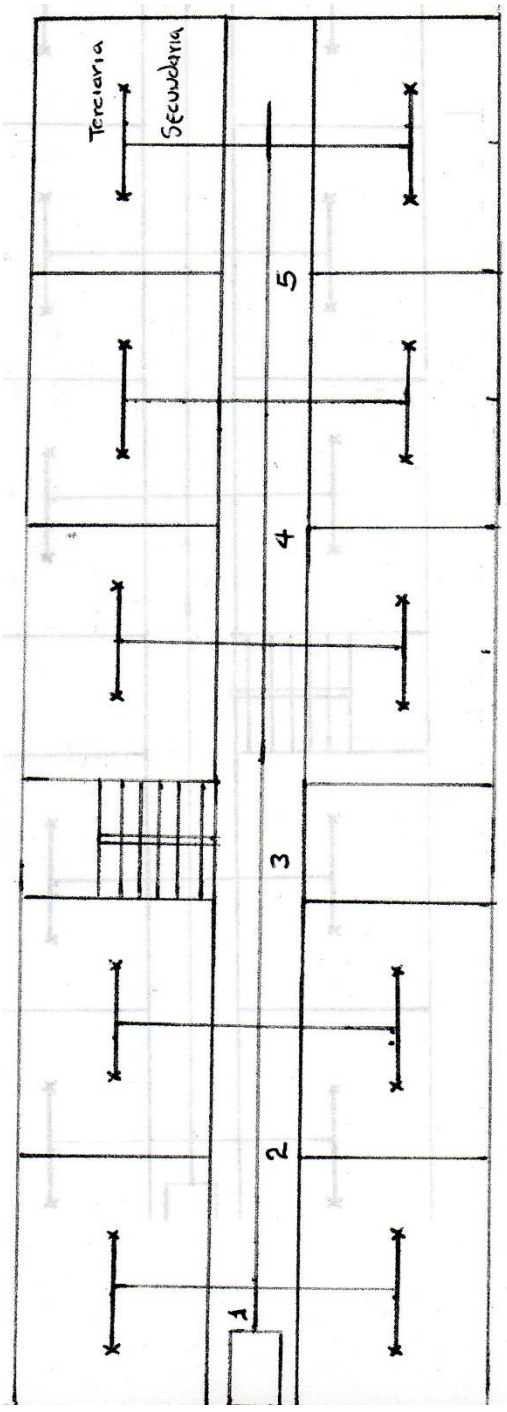
Tiro: Tipo Inducido.
Sin pulverización
Sin calefacción

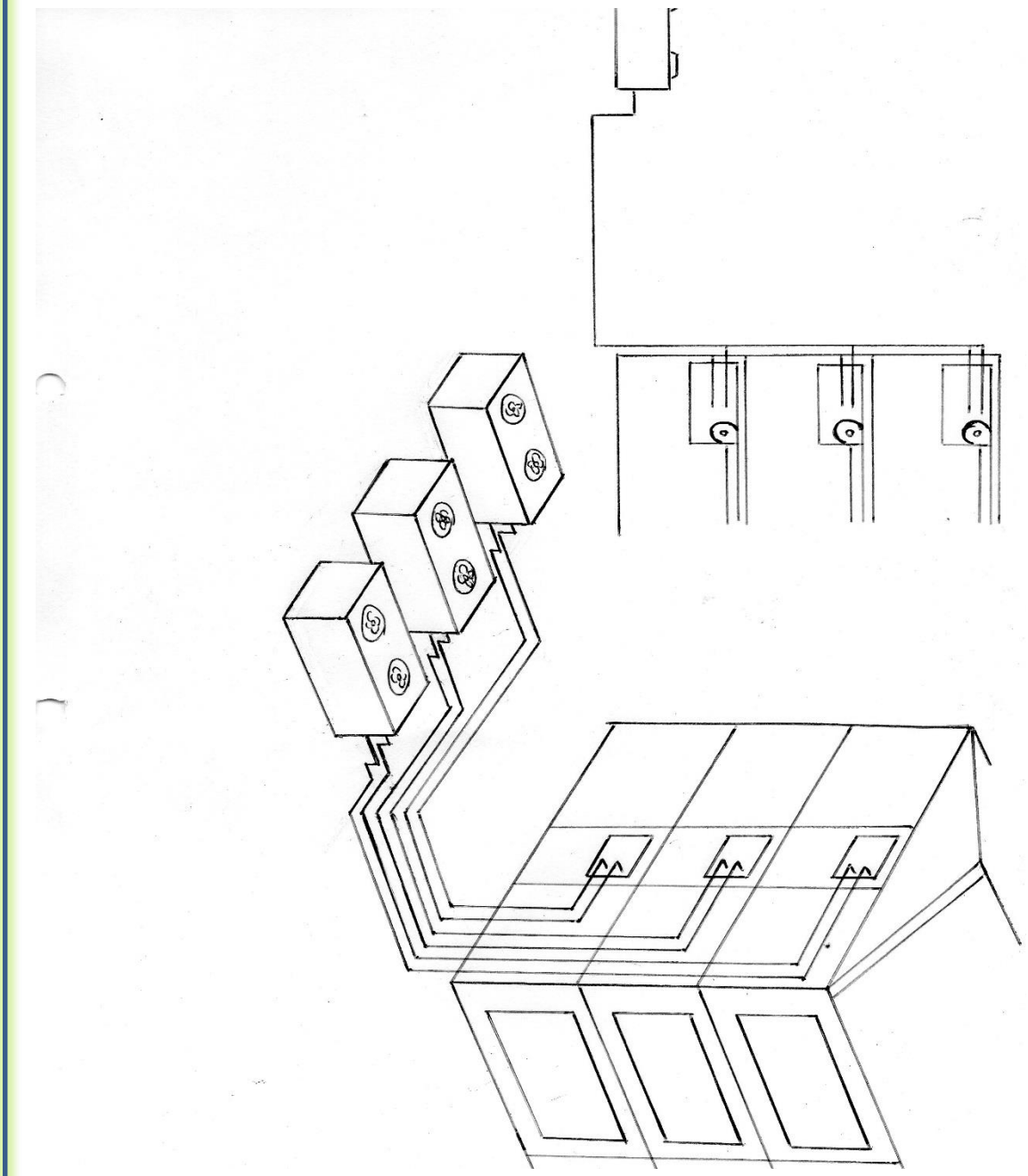
Filtro: Unitario Seco Convencional.

Equipo de refrigeración

Refrigerante	407 C
Evaporador	20 TR Tiro inducido Aire Refrigerante BF 0.10 - 0.20aire 5 filas 8 Aletas por Pulg
Tubería succión	2-1/8 “
Compresor	Abierto 20 TR 2.666.6 Lb/hr Presión de baja 70 psi Presión de alta 220 psi
Tubería descarga	1-1/8“
Condensador	24 TR (1.2 factor de rechazo calor de compresión) Tiro Forzado Aire Refrigerante
Tubería Liquido	7/8 “
Válvula de Expansión	20 TR


N


Terciaria
Secundaria
5
4
3
2
1



BIBLIOGRAFIA

AIRE Acondicionado
1991 Camilo Botero Gónina
Cali Colombia.

CARRIER INTERNATIONAL LIMITED
HANDBOOK OF AIR CONDITIONING
SISTEM DESIGN

AIR CONDITONING Fundamentals
LOAD Estimating COOLING
Technical Developmen Program 200SF4

CONCLUSIONES

Los alumnos y los profesores que se guíen por este módulo pueden lograr una mayor integridad en la relación de educadores y educando, debido a la facilidad que se da para el entendimiento y aprendizaje, por lo práctico, compacto. y el acompañamiento de graficas que ilustran los conceptos y procesos básicos.Diseñar, seleccionar, instalar y poner en marcha equipos de Refrigeración, guiándose por este módulo dará una garantía Total, debido a que se ha usado ingeniería de fondo y de tradición internacional, dándole perfecta relación costo beneficio al cliente y satisfacción.

EL diseño, la selección de equipo y su instalación, orientada por Este módulo, nos da seguridad en el buen manejo de la energía Eléctrica, pues hoy día no se permite afectarla con equipos obsoletos, mal dimensionados, evitando sanciones económicas y daños a terceros por alterar su frecuencia natural.

La protección del medio ambiente al instalar un equipo totalmente balanceado y con un mantenimiento adecuado evitando reparaciones repetitivas expulsando gases y humos de combustión de las soldaduras que altamente contaminan.

RECOMENDACIONES

Más que una recomendación es seguir al pie de la letra todo lo expresado para poder lograr con la mayor linealidad y precisión la entrega de un equipo funcionando a su máxima eficiencia.

Hacer buen uso del equipo didáctico, herramientas y materiales del laboratorio siguiendo rigurosamente las instrucciones del instructor, evitando daños y accidentes.

El campo de la refrigeración y aire acondicionado es sumamente amplio, por lo tanto encontraran diversos tipos de condiciones a climatizar y en diferentes climas, es un tema de nunca dejar de estudiar siempre se aprende algo nuevo y siempre encontraran retos a vencer.

Cuando nos encontremos con un equipo hibrido, o sea instalado por personas no idóneas sin el verdadero conocimiento y conciencia, se debe hacer una evaluación de lo instalado, luego proceder a recomendar al usuario sobre sus correcciones o en el mejor de los casos a desmontar todo y partir de cero y diseñar e instalar un nuevo equipo.

Recuerden que los equipos hablan por nosotros haya dejamos nuestra firma un equipo instalado que cumpla las necesidades reales de los clientes deja en alto nuestro nombre, al satisfacer un usuario es con las normas de ingeniería no sus caprichos que al final no funcione y nos culpen de que quede mal.

BIBLIOGRAFÍA

ANDI. EPM. UPB. Guías para el uso racional de energía por procesos en la industria. Segunda Edición. Medellín: Editorial UPB. 1998. 584p.

BOLÍVAR, A. El conocimiento de la enseñanza. Granade. 1995. 436p.

BRONOWSKI, J. *El ascenso del hombre*. Alejandro Ludlow Wiechers/BBC, trad. Bogotá, D.C.: Fondo Educativo Interamericano. 1998. 345p.

DESROSIER, NORMAN, W. Conservación de alimentos. México: Compañía Editorial continental. 1980. 471p.

DOSSAT, Roy. Principios de Refrigeración. México: CECSA. 2004. 725p.

FERNÁNDEZ, P. Termodinámica Técnica. 2da. ed. España: Irwin, 2003. 436p.

GIMENO, J. y PÉREZ, A. Comprender y transformar la enseñanza. Madrid: Morata. 1998. 647p.

HILGARD, E.R. Las teorías del aprendizaje. México: fondo de cultura económica. 1998. 654p.

MALLART,J. "Desarrollo curricular, organizativo y profesional: una concepción del curriculum desde la colaboración del profesorado" 2000. 745p.

MÉNDEZ, A. C. Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ª Ed. Mc Graw Hill. Bogotá, D.C.: 2003. 965p.

QUADRI, Nestor. Manual del aire acondicionado y calefacción. Argentina: Editorial Alsina. 2007. 347p.

REPÚBLICA DE COLOMBIA. Constitución Política de Colombia 1991. Tercera edición. Bogotá, D.C.: el pensador. 2000. 136p.

VALENZUELA, Ramiro R. Apuntes de Refrigeración. 2da. ed. Ecuador: Riobamba, 2002. 485p.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ÁLVAREZ GALLO, Carlos Fabián y REINA DELGADO, Javier Ignacio. Diseño y Construcción de un módulo didáctico de refrigeración. Quito, enero de 2009. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 05 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1091/1/CD-1931.pdf p. 3 de 20.

CHICA LLANES, Luis Alfonso. La entapía. [En línea]. Actualizado en el 2005. [citado el 28 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.monografias.com/trabajos17/calorimetria/calorimetria.shtml p. 1 de 8.

FREIGEL. Ultracongelación. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 15 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.freigel.com/frontoffice/ini.php?op_1=3&op_2=0 p. 1 de 1.

GEOTERMIA. Sistemas geotérmicos. [en línea]. Actualizado en el 2005. [citado el 12 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://geotermiacalefaccion.com/sistemas-geotermicos-y-aerotermicos/aeroterrmia-bombas-de-calor/ p. 1 de 10.

INACAP, Luis Coloma Rodríguez. Manual de Capacitación Buenas practicas en sistemas de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2006. [citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.conama.cl/portal/1255/articles-28343_recurso_2.pdf p. 1 de 10.

MINAMBIENTE. El Mantenimiento de Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado y la Certificación por Competencias Laborales. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.minambiente.gov.co/documentos/cartilla_mantenimiento_refrigeracion_aire.pdf p. 1 de 10

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Colombia en el Protocolo. [En línea]. Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.minambiente.gov.co/viceministerios/ambiente/ozono/colombia_protocolo.htm p. 1 de 15.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ley 115 de 1994. [En línea]. Actualizado en el 2002. [citado el 20 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: www.ministerioeducacionnacional.gov.co p. 1 de 10.

MINEDUCACIÓN. Ley 1029 de 2006. [En línea] Actualizado en el 2006. [Citado el 15 de Julio de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87450.html

PEÑARANDA, Allan. Maquinas herramientas. [En línea]. Actualizado en el 2011. [citado el 20 de enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://maherra.blogspot.com/2011/08/refrigeracion.html p. 1 de 1.

QUIMIPAC. Poliuretano Expandido. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 28 de enero de 2012]. Disponible En: www.quimipac.com p. 1 de 8.

RODRÍGUEZ, E. RODRÍGUEZ, Andrés, COLLADO, M y RODRÍGUEZ, Ángel. Diseño y construcción de un módulo modificado de refrigeración por compresión de vapor para el desarrollo de estudios experimentales en el área de refrigeración. [En línea]. Actualizado en el 2012. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://serviciosyadal.blogspot.com/2012/03/diseno-y-construccion-de-un-modulo.html p. 1 de 15.

RANGEL, Carolina. Qué es didáctica. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 10 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://dipi.obolog.com/didactica-43171 p. 1 de 1.

ROJAS, Aleida. Módulo instruccional para desarrollar en docentes el rol socializador e integrador. [En línea]. Actualizado en el 2008. [Citado el 15 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.monografias.com/trabajos65/rol-socializador-docentes/rol-socializador-docentes2.shtml p. 1 de 18.

SECRETARIA DEL SENADO. Ley 30 de 1992. [En línea]. Actualizado en el 2010. [Citado el 12 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1992/ley_0030_1992.html p. 1 de 5.

TRUJILLO VERA, Diego Alejando. Sistemas de refrigeración y aire acondicionado. [En línea]. Actualizado en el 2009. [citado el 29 de Enero de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.si3ea.gov.co/Eure/6/inicio.html p. 1 de 45.

UFPSO. Universidad Francisco de Paula Santander. Estatuto General de la Universidad Francisco de Paula Santander. [En línea]. Actualizado en el 2010. [Citado el 08 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://www.ufpso.edu.co/ftp/pdf/estatutos/acuerdo_091.pdf p. 3 de 20.

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Módulos de aprendizaje. [En línea]. Actualizado en el 2009. [Citado el 18 de Agosto de 2012]. Disponible en Internet En: http://unizar.es/innovacion/ecoleccion1/archivos/PDF/56_ModulosAprendizaje.pdf p. 1 de 3.

VEGA RIVERA, Mariela. Que es un modulo educativo y cuales la estructura básica que lo compone. [En línea]. Actualizado en el 2011. [Citado el 13 de Agosto de 2012].

Disponible en Internet En: http://www.slideshare.net/mariela1984/que-es-un-modulo-educativo-y-cual-10606110 p. 1 de 1.

ANEXOS

Anexo A. Encuesta a estudiantes de Ingeniería Mecánica

Implementación de un módulo didáctico que oriente el uso de equipos de refrigeración para los estudiantes de noveno semestre de ingeniería mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

CUESTIONARIO

Objetivo. Realizar un diagnóstico situacional que muestre el grado de conocimiento que tienen los Estudiantes de Noveno Semestre de la Universidad Francisco de Paula Santander respecto al uso de los equipos de refrigeración.

Nombres y Apellidos: _____

1. ¿Sabe que son los equipos de refrigeración?

SI _____ NO ____

2. ¿Conoce los diferentes equipos de refrigeración y su utilidad según sea el caso?

SI _____ NO ____

3. ¿maneja adecuadamente los equipos de refrigeración?

SI _____ NO ____

4. ¿cuenta con los conocimientos adecuados para seleccionar, manipular y mantener los equipos de refrigeración?

SI _____ NO ____

5. ¿Sabe que normatividad debe tener en cuenta para el uso adecuado de los equipos de refrigeración?

SI _____ NO ____

6. ¿cree necesario la implementación de un modulo didáctico para la orientación del uso de los equipos de refrigeración?

SI _____ NO ____

7. Dentro de la asignatura establecida en la curricular de ingeniería mecánica existen contenidos temáticos que tengan que ver con el uso y cuidado de los sistemas de refrigeración.

SI _____ NO ____ Por qué? _____