

**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA**



**“MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE  
TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA  
DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”**

Trabajo de Titulación previo a la  
obtención del Título de Licenciado  
en Ciencias de la Educación en  
Matemáticas y Física

***AUTORES:***

Juan Andrés González Cantos

Mateo Felipe Sacaquirín García

***DIRECTOR:***

Dr. Alberto Santiago AVECILLAS JARA

**CUENCA – ECUADOR**

**2016**



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación titulado “Material didáctico para la enseñanza de temas de Termodinámica en la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad De Cuenca” ha sido desarrollado para mejorar el enfoque didáctico de las lecciones de Termodinámica a través del uso de algunos modelos físicos y otros dispositivos didácticos. El proyecto está dividido en tres partes: marco teórico, investigación estadística, y la propuesta educativa.

El primer capítulo hace una revisión bibliográfica de los conceptos básicos relacionados con la teoría constructivista y desarrolla una propuesta a partir del uso de herramientas como los modelos mentales. Finalmente se hace énfasis en la importancia de implementar modelos físicos (maquetas), para mejorar la comprensión de conceptos físicos.

El segundo capítulo se refiere al análisis estadístico de información obtenida de algunos compañeros de la carrera. El objetivo es conocer las percepciones que los estudiantes tienen acerca de los contenidos de la materia y los materiales didácticos en el aula. De este modo, un análisis descriptivo es presentado y se ve ilustrado en gráficos estadísticos y en las conclusiones de la investigación.

El tercer capítulo contiene la propuesta didáctica, donde se incluye una guía de uso de los materiales. La guía muestra las características principales que tiene cada material y se hacen algunas recomendaciones a los profesores acerca de su correcto uso. Finalmente, algunas actividades son designadas para medir la comprensión de los estudiantes.

**Términos clave:** Termodinámica, modelos físicos, modelos mentales, material de enseñanza, constructivismo.



## ABSTRACT

The present paper entitled “Material didáctico para la enseñanza de temas de Termodinámica en la carrera de Matemáticas Y Física de la Universidad De Cuenca” has been developed to enhance the didactic approach of Thermodynamics lessons through the use of some physical models and other didactical devices. The project is divided in three parts: theoretical framework, statistical analysis and the educational proposal.

The first chapter makes a literature review of the basic concepts related to the constructivism theory and it develops a proposal through the use of different tools such as mental models. Lastly, it points out on the importance of implementing physics models to generate a better understanding of physics concepts.

The second chapter concerns the statistical analysis of information obtained from some fellow students. The objective is to know perceptions that students have about the contents of the subject and teaching material in classes. Thus, descriptive analysis is shown and it is illustrated with statistical graphics and inferences from the research.

The third chapter contains the didactic proposal, where a guide for the use of materials is included. The guide shows the main characteristics which each material has and it makes some recommendations to teachers about their correct use. Finally, some activities are designed to test students ‘comprehension.

**Keywords:** Thermodynamics, physical models, mental models, teaching material, constructivism.



## Contenido

Introducción.....	16
CAPÍTULO I .....	17
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	17
Enfoques de la Física por parte de los estudiantes.....	17
El Constructivismo como filosofía educativa .....	18
Las Teorías del Aprendizaje de Ausubel, Piaget y Vygotsky .....	19
Principios Constructivistas Orientados a la Enseñanza de la Física .....	21
La Psicología Cognitiva como herramienta concreta del Constructivismo.....	23
Los Modelos Mentales y su rol en el aprendizaje de la Física .....	24
Didáctica de la Física .....	26
Definición de Didáctica .....	26
Estrategias didácticas aplicadas a la enseñanza efectiva de la Física .....	27
Preguntas Abiertas.....	27
Aprendizaje Cooperativo .....	27
Recursos Tecnológicos .....	28
Materiales de Enseñanza .....	29
Los Materiales didácticos en la enseñanza de la Física .....	30
CAPÍTULO II .....	32
FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA.....	32
DIAGNÓSTICO .....	32
2.1 Presentación del problema.....	32
2.2 Selección de la población.....	33
2.3 Metodología.....	33
2.4 Análisis de la encuesta .....	33
2.5 Interpretación de resultados .....	47
CAPÍTULO III .....	49
PROPUESTA.....	49
Esquema de la Propuesta.....	50
Matriz de Planeación .....	51
GUÍA DE USO DOCENTE .....	52
Juego de escalas Termométricas .....	53
TERMÓMETROS Y ESCALAS TERMOMÉTRICAS.....	55
Bloques Diatérmicos y Adiabáticos.....	57
PAREDES ADIABÁTICAS Y DIATÉRMICAS.....	59
PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA.....	60



Diagrama de Fases .....	64
CAMBIOS DE FASE .....	66
Caja de Radiación .....	69
RADIACIÓN TÉRMICA .....	71
Juego de curvas para Leyes de los Gases.....	74
CAMBIOS DE FASE .....	76
LA ESCALA TERMODINÁMICA DE TEMPERATURA .....	78
Caja para Colisión de Moléculas .....	83
TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES .....	85
Tablero de moléculas.....	88
UN AJUSTE A LA TEORÍA CINÉTICA.....	90
Mesa de billar pequeña .....	92
UN AJUSTE A LA TEORÍA CINÉTICA.....	94
Juego de moléculas de gas.....	97
TEOREMA DE LA EQUIPARTICIÓN DE LA ENERGÍA.....	99
Sistema Cilindro – Pistón .....	102
TRABAJO Y DIAGRAMA $p - V$ PARA UN GAS .....	104
PROCESOS ISOCÓRICOS E ISOBÁRICOS.....	106
Juego de Curvas para ciclos Termodinámicos .....	110
LA MÁQUINA DE CARNOT Y EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA .....	113
CICLOS TERMODINÁMICOS Y MÁQUINAS TÉRMICAS.....	114
CONCLUSIONES.....	120
RECOMENDACIONES.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	122
ANEXOS .....	125



## Lista de tablas

Tabla 2. 1 Frecuencia en la que se entendieron las explicaciones de la asignatura. ....	34
Tabla 2. 2 Nivel de comprensión de la asignatura. ....	35
Tabla 2. 3 Desempeño en Exámenes Teóricos y Exámenes Prácticos.....	36
Tabla 2. 4 Valía de los contenidos en la asignatura .....	38
Tabla 2. 5 Valía de la didáctica en la asignatura.....	39
Tabla 2. 6 Nivel de complejidad de los contenidos de Termodinámica .....	40
Tabla 2. 7 Aplicación de material didáctico en la asignatura .....	41
Tabla 2. 8 Necesidad de maquetas o dispositivos lúdicos .....	42
Tabla 2. 9 Necesidad de material didáctico para mejorar algunos modelos termodinámicos.....	43
Tabla 2. 10 Necesidad de material concreto y manipulable para conceptos termodinámicos .....	44
Tabla 2. 11 Nivel de retención de la asignatura con la utilización de material didáctico .....	45
Tabla 2. 12 Frecuencia con la que se debería disponer de material didáctico .....	46
Tabla 3. 1 Matriz de Planeación.....	51
Tabla 3. 2.....	54
Tabla 3. 3.....	58
Tabla 3. 4.....	65
Tabla 3. 5.....	70
Tabla 3. 6 .....	75
Tabla 3. 7 .....	75
Tabla 3. 8 .....	75
Tabla 3. 9.....	84
Tabla 3. 10.....	89
Tabla 3. 11.....	93
Tabla 3. 12.....	98
Tabla 3. 13.....	98
Tabla 3. 14.....	103
Tabla 3. 15.....	111
Tabla 3. 16.....	111
Tabla 3. 17.....	112
Tabla 3. 18.....	112



## Lista de Gráficas

Gráfica 1. 1.....	25
Gráfica 2. 1 Frecuencia en la que se entendieron las explicaciones de la asignatura. ....	34
Gráfica 2. 2 Nivel de comprensión de la asignatura. ....	35
Gráfica 2. 3 Desempeño en Exámenes Teórico y Prácticos.....	36
Gráfica 2. 4 Valía de los contenidos en la asignatura .....	38
Gráfica 2. 5 Valía de la didáctica en el texto guía de la asignatura .....	39
Gráfica 2. 6 Nivel de complejidad de los contenidos de Termodinámica.....	40
Gráfica 2. 7 Aplicación de material didáctico en la asignatura.....	41
Gráfica 2. 8 Necesidad de maquetas o dispositivos lúdicos.....	42
Gráfica 2. 9 Necesidad de material didáctico para mejorar algunos modelos termodinámicos.....	43
Gráfica 2. 10 Necesidad de material concreto y manipulable para conceptos termodinámicos .....	44
Gráfica 2. 11 Nivel de retención de la asignatura con la utilización de material didáctico .....	45
Gráfica 2. 12 Frecuencia con la que se debería disponer de material didáctico .....	46
Gráfica 3. 1 Esquema de la Propuesta .....	50
Gráfica 3. 2 .....	53
Gráfica 3. 3 .....	55
Gráfica 3. 4 .....	57
Gráfica 3. 5 .....	59
Gráfica 3. 6 .....	59
Gráfica 3. 7 .....	60
Gráfica 3. 8 .....	60
Gráfica 3. 9 .....	60
Gráfica 3. 10 .....	64
Gráfica 3. 11 .....	64
Gráfica 3. 12 .....	66
Gráfica 3. 13 .....	69
Gráfica 3. 14 .....	71
Gráfica 3. 15 .....	74
Gráfica 3. 16 .....	74
Gráfica 3. 17 .....	76
Gráfica 3. 18 .....	76
Gráfica 3. 19 .....	77
Gráfica 3. 20 .....	78
Gráfica 3. 21 .....	79
Gráfica 3. 22 .....	83
Gráfica 3. 23 .....	83
Gráfica 3. 24 .....	85
Gráfica 3. 25 .....	88
Gráfica 3. 26 .....	90
Gráfica 3. 27 .....	90
Gráfica 3. 28 .....	92
Gráfica 3. 29 .....	92
Gráfica 3. 30 .....	94



Gráfica 3. 31 .....	94
Gráfica 3. 32 .....	97
Gráfica 3. 33 .....	97
Gráfica 3. 34 .....	99
Gráfica 3. 35 .....	99
Gráfica 3. 36 .....	100
Gráfica 3. 37 .....	100
Gráfica 3. 38 .....	102
Gráfica 3. 39 .....	104
Gráfica 3. 40 .....	104
Gráfica 3. 41 .....	105
Gráfica 3. 42 .....	105
Gráfica 3. 43 .....	106
Gráfica 3. 44 .....	106
Gráfica 3. 45 .....	107
Gráfica 3. 46 .....	110
Gráfica 3. 47 .....	113
Gráfica 3. 48 .....	114
Gráfica 3. 49 .....	115
Gráfica 3. 50 .....	116
Gráfica 3. 51 .....	117





UNIVERSIDAD DE CUENCA  
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Juan Andrés González Cantos, autor del Trabajo de Titulación “MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 14 de Septiembre del 2016

---

Juan Andrés González Cantos  
C.I. 0105615413



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Mateo Felipe Sacaquirín García, autor del Trabajo de Titulación “MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 14 de Septiembre del 2016

---

Mateo Felipe Sacaquirín García  
C.I. 0105283840



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE DERECHO DE AUTOR

Juan Andrés González Cantos, autor del Trabajo de Titulación “MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo no implicará afección alguna de mis derechos o patrimoniales como autor.

Cuenca, 14 de Septiembre del 2016

---

Juan Andrés González Cantos

C.I. 0105615413



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**

**CLÁUSULA DE DERECHO DE AUTOR**

Mateo Felipe Sacaquirín García, autor del Trabajo de Titulación “MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo no implicará afección alguna de mis derechos o patrimoniales como autor.

Cuenca, 14 de Septiembre del 2016

---

Mateo Felipe Sacaquirín García  
C.I. 0105283840



## **DEDICATORIA**

*La presente tesis se la dedico primordialmente a Dios, quien ha guiado mi camino, me ha cuidado y me ha dado fuerza para seguir adelante. A mi familia que ha sido mi mayor motivación durante todo el transcurso de mi carrera profesional, lo que me ha permitido alcanzar este gran objetivo.*

*A mi padre Marcelo, por brindarme todo el apoyo económico, preocuparse por mi bienestar y ser siempre tan incondicional dándome los mejores consejos a pesar de encontrarse lejos.*

*A mi madre Lourdes, por su tiempo, dedicación y gran lucha por hacer de mí una mejor persona, llena de valores y virtudes, y sobre todo por enseñarme a no rendirme nunca.*

*A mis hermanos Santiago y Priscila, a quienes tanto admiro y quienes han sido siempre mi gran fuente de inspiración.*

*A mis amigos del alma: Mateo, Carlos y Christian, por su grandiosa y sincera amistad, quienes con su alegría y ocurrencias han convertido esta etapa de mi vida en una de las más satisfactorias.*

*A Natalia, por su gran apoyo incondicional y ser la más fiel testigo de mi lucha por conseguir este gran logro en mi vida.*

Juan González



## **DEDICATORIA**

*A mis padres, Hernán y Martha, cuyo amor incondicional, consejos y ejemplo constituyen una herencia que ha trascendido la barrera de lo material y me sirve como fuente de inspiración para no claudicar en mis sueños.*

*A mis hermanos Álvaro y Daniel, sin los cuales mi vida simplemente no sería la misma, para ellos mis mejores deseos.*

*A mis amigos de la Universidad: Juan, David, Pedro; son grandes baluartes en mi tránsito hacia la vida profesional.*

*Finalmente a Dios, esa energía omnipresente que se expresa en la naturaleza, en el sonido, en las personas; que aquello me siga movilizando hacia mis metas.*

Mateo Sacaquirín



## **AGRADECIMIENTO**

*Primordialmente agradecemos a los docentes de la Facultad quienes, entregados a su labor, supieron encaminar nuestras mentes hacia nuevas latitudes. Una consideración especial al Dr. AVECILLAS quien, con su esmerada dirección, nos ha permitido culminar de manera exitosa el presente trabajo.*

*Agradecemos a nuestros amigos y compañeros de clases que con su carisma y empatía hicieron que cada día fuera memorable.*

*Finalmente, agradecemos a todas las personas quienes, de manera abnegada, en algún punto dieron su valiosa contribución; este trabajo también es de ellos.*

Juan y Mateo



## Introducción

Hoy en día, la sociedad contempla con asombro la influencia que ejercen las nuevas tecnologías, los descubrimientos médicos o las asombrosas teorías físicas. Los logros alcanzados provienen de un legado científico, el cual se nutrió del aporte de destacados investigadores, quienes, en su mayoría, iniciaron su recorrido intelectual dentro de las aulas escolares. Desde esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias, en particular de la Física, se vuelve primordial, ya que permite promover nuevas generaciones de expertos; no obstante, la realidad educativa conlleva a plantear nuevos paradigmas, tanto en lo que respecta a la pedagogía como las técnicas a emplear.

Las corrientes contemporáneas de la educación posicionan diversos términos en el ámbito educativo; sin embargo, el constructivismo es quizá la manifestación más representativa de una educación renovada. La contribución que esta corriente pedagógica ha hecho se ha concretado a partir del fundamento teórico que ha proveído para agrupar, tanto elementos teóricos de otras disciplinas como herramientas didácticas que están disponibles en la sociedad tecnológica.

En el caso de las técnicas pertinentes se ha visibilizado un significativo número de propuestas que generan un aporte importante; por otro lado, reside en la pericia del docente, la mejor elección que permita sanear el nivel de complejidad que se le atribuye a ciertas asignaturas. Disciplinas como la psicología cognitiva han sugerido soluciones que pueden ser respaldadas por un material concreto pertinente.

En la Termodinámica confluyen una serie de factores que contemplan desde la complejidad que presentan sus contenidos, hasta la carencia de material didáctico para encarar ciertos temas. Lo mencionado ofrece la posibilidad para enriquecer por medio de un aporte didáctico traducido en maquetas, la manera que se tiene de enseñar la asignatura.





## CAPÍTULO I

### FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### **Enfoques de la Física por parte de los estudiantes**

El enfoque que posee el estudiante para afrontar una asignatura, juega un rol fundamental entre los elementos que inciden en el proceso educativo. Así, las concepciones y actitudes son capaces de marcar el éxito o fracaso en el aprendizaje de la Física. Los expertos señalan al enfoque activo y pasivo como las posturas representativas que asumen los estudiantes al momento de elaborar su aprendizaje.

Butler y Linn caracterizan acertadamente el perfil pasivo al señalar que “estos estudiantes enfocan a la ciencia como una colección de ideas establecidas para ser memorizadas. Ellos enfatizan que no han aprendido ninguna cosa en la ciencia que ellos podrían usar” (Linn Marcia, 1993, p. 48). En este enfoque se advierte una falta de articulación entre los eventos estudiados; por consiguiente el estudiante termina por analizar hechos aislados, los cuales no requieren ser comprendidos como parte de algo más significativo, y simplemente, los memoriza con la intención de rendir un examen.

Los estudiantes con visión activa saben que los conceptos científicos necesitan ser asimilados interiormente. En un enfoque activo, se intenta encontrar un nivel de correlación entre los conceptos estudiados y como bien expresa el autor: “radica en la capacidad de un entendimiento integrado, que los estudiantes estáticos y dinámicos pueden ser diferenciados” (Linn Marcia, 1993, p. 49).

Finalmente, dentro del estudiante puede manifestarse una dualidad de lo activo y pasivo; la misma es consecuencia del contexto de trabajo bajo el cual se establece la dinámica educativa. Son diversos los requerimientos que surgen en el ambiente escolar y en el caso de



los exámenes, por ejemplo, se puede notar que algunos de estos suelen hacer énfasis en la retención a raja tabla de conceptos, obligando a que el estudiante pase horas memorizando contenidos. No obstante, la Física puede optar por actividades más significativas, que exijan del aprendiz un manejo más profundo de los conceptos para solucionar problemas. De ahí que, como otro factor decisivo, entre en juego el docente con una metodología de trabajo cuyo fin sea desarrollar un perfil alineado con la visión activa.

### **El Constructivismo como filosofía educativa**

La educación ha afrontado diversas transformaciones para responder a las necesidades históricas que se evidencian en cada época. Hoy en día, la premisa se torna más exigente, por lo que se requiere de un factor adicional: flexibilidad, el cual permita instaurar metodologías creativas y dote de mayores recursos educativos a los docentes, generando un nivel óptimo de aprendizaje; cuestión nada sencilla en primera instancia, pues como se verá a continuación, se requiere conocer la forma en la que se da el proceso de aprendizaje dentro de la persona.

Un enfoque, que genera adeptos dentro de las corrientes educativas contemporáneas, es el constructivismo, el cual no se ha ceñido a una única postura; por el contrario, ha congregado varios criterios; al hacer alusión sobre esta perspectiva educativa, Yeany manifiesta: “se la ve tan elástica, que en lugar de demandar cohesión, esta simplemente acomoda muchas perspectivas” (Yeany, 1991, p.15). De esta forma, la corriente constructivista promueve una enseñanza flexible al permitir la incorporación de una variedad de herramientas educativas, encaminadas a despertar la curiosidad e interés del sujeto y como bien se puntualiza por parte de Cakir (197) el constructivismo puede ser catalogado como una filosofía implícita que incorpora una nueva manera de ver al mundo.



## Las Teorías del Aprendizaje de Ausubel, Piaget y Vygotsky

Tres personajes se propusieron estudiar el proceso del aprendizaje humano; ellos han contribuido con ideas y teorías que han alentado la creación de nuevas metodologías y recursos en el área educativa que son la base sustancial de la filosofía constructivista.

En la investigación de Piaget se da a conocer sobre los esquemas de aprendizaje, los cuales son mecanismos naturales que permiten estudiar los sucesos del entorno. Dentro de esta teoría se afirma que la información proveniente del exterior es cotejada y contrastada con respecto a una base de datos existente en cada sujeto; posteriormente los conceptos se asimilan e incorporan dentro de la estructura cognitiva. En el transcurso de las investigaciones educativas posteriores, se ha evidenciado la importancia que poseen los esquemas; así lo asevera cierto especialista: “la nueva información, que encaja dentro de un esquema existente, es más fácilmente entendida, aprendida y retenida que la información que no encaja dentro de dicho esquema” (Slavin, 1988, p. 54).

En la línea de Vygotsky se manifiesta que la adquisición de nuevos conocimientos se puede ejercer por dos vías. En una primera instancia, los hechos son asimilados desde la experiencia cotidiana, la cual va dotando al sujeto de habilidades que se pueden generar de manera espontánea. Por otro lado, la enseñanza secuencial de la escuela provee una estructura jerarquizada y sistematizada de conocimientos. Los estudiosos de la obra de Vygotsky afirman que el éxito de una tarea intelectual radica en la relación armónica que pueda darse entre las dos fuentes que proveen de conocimiento, de tal manera que: “lo que un estudiante está aprendiendo en la escuela influya el curso de desarrollo de conceptos adquiridos a través de la experiencia diaria y viceversa” (Cakir, 208, p. 195).

Al enunciar que el conocimiento proviene de experiencias espontáneas y programadas, teóricos como Ausubel, manifestaron la importancia sobre saber discriminar



entre la información relevante o irrelevante que se transmite en la escuela; es por ello que se menciona: “Ausubel enfatizó que una educación efectiva, requiere de parte del profesor, el escoger información importante o relevante para enseñar, y proveer los significados para ayudar a los estudiantes a relacionar aquello con los conceptos que ellos ya poseen (esquemas existentes)” (Slavin, 1988, p. 134). Se puede asumir entonces, que la trascendencia de un conocimiento será medida de acuerdo al nivel de injerencia que este pueda tener dentro de la estructura mental del estudiante.

En general, al hablar del papel que juegan los conceptos vertidos sobre aprendizaje, en la práctica educativa, Ausubel nombra al aprendizaje significativo, como el término clave, manifestando que: “el factor individual más importante influenciando el aprendizaje es aquello que el estudiante ya conoce. Establecer esto y enseñarle consecuentemente” (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978, p. 78). Si bien enseñar desde la experiencia, resulta ser en primera instancia, una premisa razonable, se requiere conciliar varias interrogantes para llevar aquello a la práctica. De acuerdo a la línea educativa de Piaget, la incorporación de un nuevo conocimiento siempre conlleva un conflicto interno, pues: “cuando un aprendiz encuentra situaciones en las que sus esquemas existentes no pueden explicar la nueva información, dichos esquemas deben ser cambiados o deben hacerse otros nuevos” (Cakir, 208, p. 195). Lo señalado apela a un proceso, que dentro del léxico educativo es conocido como acomodación.

Partiendo de la evidencia cotidiana, las personas captan información todo el tiempo; sin embargo, son pocas quienes se encargan de asimilarla dentro de su estructura cognitiva, para así constituir la en conocimientos significativos que aporten una utilidad posterior. Esta problemática, es el punto de partida desde el cual transitan varias investigaciones, cuyo objetivo es generar esquemas de aprendizaje más flexibles, en los cuales los nuevos



conocimientos no entren en conflicto con los previos, sino que exista una asimilación adecuada de lo que se aprende.

### **Principios Constructivistas Orientados a la Enseñanza de la Física**

Las disciplinas científicas siempre se han distinguido por la exactitud con la que retratan los fenómenos; dicha característica ha llevado a que los expertos siempre busquen sintetizar todos los criterios con precisión, ya sea en forma de ley o ecuación. Aquella visión empleada en el campo profesional se introdujo de una manera poco apropiada en la enseñanza de la Física y, como acotan Linn & Butler (1993), la Física tradicional se convirtió en un grupo de conocimientos aislados, conformados por respuestas cortas y de opción múltiple, que permitían medir la retención de cuestiones tan triviales como el valor numérico del calor específico del aceite o el agua.

Los resultados generados de la enseñanza tradicional derivaron en una falta de pericia, por parte de los estudiantes, en el manejo de conceptos físicos en contextos reales. Así, Richard Hake (1998), investigador educativo, compiló los resultados del FCI (Forces Concepts Inventory), un test aplicado en Estados Unidos, que permite medir habilidades en el manejo de conceptos físicos fundamentales; el estudio obtuvo un porcentaje no mayor al 30% de notas exitosas, tras evaluar catorce clases en las que se había detectado la existencia de una enseñanza tradicional.

Los especialistas sostienen que la deficiencia evidenciada en el aprendizaje de la Física se debe al desconocimiento, por parte del profesor, del contexto que rodea al alumno. Inicialmente se cita como un error frecuente el percibir a la ciencia desde una postura rigurosa que impide dar cabida a lo que el estudiante pueda aportar, de tal forma que: “quienes aprenden son alentados a mirar objetos, eventos y fenómenos con una mentalidad objetiva, la cual asume estar separada de procesos cognitivos tales como imaginación,



intuición, sentimientos, valores y creencias” (Johnson, 1987, p. 67). Bajo la perspectiva constructivista, cada ser humano crea una imagen particular de lo aprendido, ya sea a partir de los sentidos o lo que le indique su experiencia, pese a que aquello pueda generar una aparente contradicción, si se toma en cuenta la rigurosidad y exactitud, siempre exigidas, al tratar temas de índole científica.

La discrepancia anterior se ve disipada cuando se analizan los principios del constructivismo radical propuestos por Glasersfeld, quien en primera instancia, enunció que “el conocimiento no es recibido pasivamente, sino que es reconstruido por la cognición del sujeto” (Duit, 1996, p. 52), es decir, la información no se recepta de manera fidedigna, y por el contrario, esta experimenta alteraciones, las cuales se hallan determinadas por las percepciones y creencias previas de quien aprende. Lamentablemente, aquella libertad para asumir hechos y conceptos desde una visión personal se ve coartada; los expertos Harkirat & Treagust (2006) manifiestan que comúnmente los docentes han adoptado una enseñanza objetiva, la cual responde a un razonamiento entendible solo para ellos y, por tal motivo, el estudiante es privado de realizar un proceso de reconstrucción, recibiendo en lugar de aquello, un producto elaborado por otro.

El segundo principio de Glasersfeld sostiene que “la función de cognición es flexible y permite a quienes aprenden, construir explicaciones viables de un fenómeno” (Duit, 1996, p. 52). En la teoría del aprendizaje de Piaget, se dio a conocer sobre los patrones previos o esquemas, y eso es precisamente, lo que cada persona utiliza todo el tiempo, para poder explicar lo que ocurre a su alrededor; no obstante, es importante puntualizar, que no toda construcción cognitiva provee necesariamente un conocimiento certero. Según Duit (1996), una construcción mental debe caracterizarse por su factibilidad, y como dicta la teoría de la conservación de las especies, solo aquellas que demuestren ser útiles y valederas, serán las que mantengan vigencia.



En el contexto educativo es común encontrar estudiantes con percepciones erróneas, producto de esquemas deficientes. En cierto experimento llevado a cabo por Karmilof e Inhelder (1976) se pidió a dos grupos de estudiantes, de cuatro y ocho años, localizar el punto de equilibrio en unas barras de metal. Todas parecían ser idénticas, aunque algunas tenían una carga adicional escondida en uno de sus lados, o a su vez, estas presentaban agujeros en la parte interna; bajo tales condiciones, el punto de equilibrio de aquellas barras no se encontraba en la mitad. El grupo más joven, hizo uso del método prueba y error, hasta dar con la posición correcta. Por el contrario, los de ocho años, tuvieron dificultades, pues, ellos sostenían, que en cualquier barra el equilibrio se localizaba siempre en la mitad; de esa manera las concepciones iniciales condujeron al error a los del grupo adulto y dado el nivel de confianza conferido a aquella ley, supuestamente inexpugnable, ni siquiera decidieron usar la experimentación como herramienta de investigación.

Las falencias existentes en el desarrollo adecuado de esquemas, para interpretar correctamente un evento, dan la pauta, para enunciar el tercer principio: “el proceso de construcción de significados está sujeto siempre dentro de un marco social, del cual forma parte el individuo”(Duit, 1997, p.53). El aprendizaje es evidentemente una construcción cooperativa, y por consiguiente, todo el conocimiento disponible se sustenta en un legado cultural. En palabras de Duit, se puede decir que: “aunque cada individuo tiene que construir conocimiento por sí mismo, el proceso de construcción siempre tiene un componente social” (Duit, 1996, p.44). El siguiente paso será canalizar los recursos presentes en el legado educativo actual, de tal manera que permitan la creación colectiva de esquemas valederos.

### **La Psicología Cognitiva como herramienta concreta del Constructivismo**

El constructivismo requiere de un soporte teórico, el cual se encargue de legitimar cada una de las propuestas que busquen ser ejecutadas. Los esquemas de aprendizaje, que surgen de la Teoría de Piaget, se avizoran cómo aquellas herramientas que permiten captar y



asimilar la información; sin embargo, es necesario integrar dispositivos más concisos para viabilizar una propuesta que permita crear esquemas eficientes.

La psicología cognitiva aparece como un aliado estratégico, al ser la disciplina que permite conocer de manera más precisa, cómo se ejecutan actividades cognitivas (percepción, memoria, lenguaje). Desde esta ciencia se puede generar el marco adecuado para entender cómo se interpreta y procesa la información que el profesor entrega a los estudiantes durante una sesión de clases, y a partir de aquello, diseñar herramientas pertinentes.

Entre los tópicos claves que la Psicología Cognitiva aborda se encuentra las mediciones sobre la capacidad de retención que tiene el cerebro. Las investigaciones recientes dan cuenta sobre la limitada capacidad para almacenar información que el ser humano posee; en un experimento llevado a cabo en Estado Unidos, se estableció que: “el cerebro retiene un máximo de alrededor de siete ítems en su memoria de corto plazo y no puede procesar más que alrededor de cuatro ideas a la vez” (Wieman, 2008, p. 62). Las cifras exhibidas ponen de manifiesto la necesidad de capitalizar estrategias que se amparen en argumentos más sólidos.

Actualmente se elaboran extensos estudios para establecer la manera más efectiva en la que el cerebro asimila información; la Psicología Cognitiva cita a los modelos mentales, como las unidades fundamentales dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo que “en un sentido general, un modelo es la representación de un fenómeno, un objeto o idea” (Gilbert & Elmer, 2000, p. 2).

### **Los Modelos Mentales y su rol en el aprendizaje de la Física**

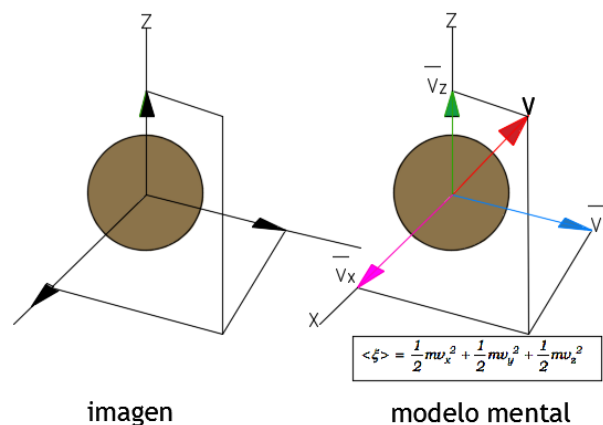
Dentro de los primeros niveles de educación escolar una de las estrategias más comunes para la comunicación de ideas era la utilización de imágenes; los apoyos visuales permitían desarrollar asociaciones entre un objeto y su significado (un claro ejemplo es la palabra casa y su respectivo dibujo). Esta conversión de lo icónico a lo simbólico ha



convertido a la imagen en un elemento didáctico clave, pues: “manipulando una imagen visual quienes razonan pueden construir las posibles alternativas de manera más efectiva que cuando lo hacen a partir de premisas verbales” (Laird, 1996, p. 124). Los contextos educativos vigentes manifiestan una tendencia hacia el uso de imágenes; los libros de texto y diversos materiales didácticos son una clara muestra de aquello.

Mientras que por un lado, las imágenes constituyen un aporte didáctico valioso, la Psicología Cognitiva pone un particular énfasis en la elaboración de modelos mentales, los mismos que se muestran más versátiles y aportan un mayor nivel explicativo, pues “según Johnson Laird, las imágenes mentales comparten casi todos los atributos de los modelos, pero a diferencia de ellos, son apenas una visual y no poseen capacidades explicativas” (Otero, Moreira & Greca, 2002, p.129). Se puede analizar lo manifestado a través de un ejemplo: en el gráfico de abajo, la figura de la izquierda muestra una esfera colocada sobre un sistema de referencia; sin embargo, al añadir elementos matemáticos cómo vectores y ecuaciones se puede representar un gas monoatómico y su energía molecular.

Gráfica 1. 1



Fuente: elaboración propia

De manera general, el modelo mental constituye una representación analógica de la realidad, en la cual se busca recrear los aspectos más relevantes de un objeto o fenómeno haciendo uso de diversos mecanismos, como pueden ser los matemáticos. La ventaja de



trabajar mediante modelos mentales radica en su naturaleza pedagógica, ya que permiten explicar, e incluso predecir, el comportamiento de lo que se analiza. Los criterios vertidos se concatenan con lo manifestado por Moreira y Greca (1998) quienes sostienen que dentro del estudio de la Física la comprensión de un fenómeno implica justamente, el conocer sus causas y efectos: como iniciarlo, influenciarlo o evitarlo.

La naturaleza cognitiva del ser humano, conlleva a que los modelos mentales varíen de acuerdo a las concepciones de cada sujeto. No obstante, la enseñanza de la ciencia pone en evidencia la existencia de ciertos modelos mentales consolidados, los cuales llegaron a tener repercusión por su validez y hoy son referentes en el estudio de la Física. De esta manera, se tiene a los modelos conceptuales que según Greca & Moreira (citado por Ornek, 2008) son concebidos como herramientas para la comprensión o enseñanza de sistemas además de ser representaciones externas que han sido socialmente construidas y compartidas. Los modelos conceptuales engloban diversos tipos de modelos didácticos entre los que se cuentan a los matemáticos, computacionales, y por supuesto, los físicos.

La manera en la que se puede llegar a generar un modelo mental eficiente todavía representa un nivel de incertidumbre en el campo de la investigación cognitiva, pues su consecución depende del aprendiz y de los factores que inciden en su desempeño. Por otro lado, el impulso que se pueda dar al uso de modelos conceptuales es determinante, ya que estimulan una comunicación de ideas a partir de modelos mentales.

## **Didáctica de la Física**

### ***Definición de Didáctica***

Dentro de la práctica educativa, se maneja el término didáctica, el cual deriva del griego didaskein (enseñar – instruir) y tékne (arte), llegando a denominarse como el arte de enseñar. La didáctica involucra diversas dimensiones del proceso educativo, las cuales consideran al docente, al estudiante, el tipo de asignatura sobre la que se trabaja, el entorno



de aprendizaje y las técnicas de enseñanza disponibles. Precisamente son las técnicas empleadas, las encargadas de viabilizar las propuestas provenientes de las nuevas corrientes educativas. En el constructivismo se han visto algunos elementos capaces de influir en la técnica que se emplea para la enseñanza de contenidos físicos.

### **Estrategias didácticas aplicadas a la enseñanza efectiva de la Física**

Es necesario conocer algunas estrategias y recursos basados en el constructivismo, que pueden ser utilizados como recurso didáctico.

#### ***Preguntas Abiertas***

Esta técnica trabaja como una actividad previa, en la que se exhorta a que cada docente indague y recoja ideas de los estudiantes haciendo uso de preguntas exploratorias, sin restringir el rango de respuestas; el fin es levantar información sobre lo que ya se conoce, o a su vez, preparar el terreno para introducir algún concepto nuevo. Como se menciona: “preguntas, especialmente las abiertas, pueden estimular a los estudiantes para exponer sus informales y, de cierto modo, inexactas preconcepciones desarrolladas a través de sus experiencias diarias y sacar los recuerdos de su memoria a largo plazo” (Cimer, 2007, p. 3).

#### ***Aprendizaje Cooperativo***

Uno de los problemas recurrentes, de los que se hizo mención en el apartado anterior, era el manejo de esquemas deficientes por parte de los estudiantes. Las opiniones de expertos sugieren que una de las maneras de sanear tal dilema sería que los alumnos confronten ideas entre sí, con el fin de poner a prueba sus criterios y contrastarlos entre pares. En un tratado referente al constructivismo social, Ausubel, Gowin & Nowak (1968) manifestaron que las discusiones entre compañeros dentro de grupos de aprendizaje cooperativo pueden promover un aprendizaje significativo al inducir a que los aprendices se ayuden entre sí y de este modo, incorporar nuevas experiencias e información dentro de sus estructuras cognitivas existentes.



En los últimos años y debido al auge que va teniendo el aprendizaje cooperativo, se habla de la consolidación, dentro del aula, de un constructivismo social. Un investigador educativo manifiesta:

El constructivismo social pone un gran énfasis en el lenguaje y la comunicación. Este sugiere que los estudiantes necesitan hablar con sus compañeros y profesor con el fin de articular sus ideas previas acerca de un concepto y sus exploraciones hechas en una investigación, para aclarar su pensamiento y corregir sus ideas equivocadas. (Watts, 1994).

### ***Recursos Tecnológicos***

En la tecnología, el constructivismo ha encontrado al aliado perfecto, capaz de reivindicar la dimensión real que posee el aprendizaje científico. En palabras de Lorschach & Tobin (1992) la intención de la educación constructivista consiste en que la enseñanza de la ciencia llegue a asemejarse a la ciencia que los científicos desarrollan. Actualmente, los softwares junto con sus modernas características, permiten el acceso a modelos de simulación, en los que el estudiante tiene la posibilidad de testear la veracidad de sus presunciones, además de apreciar las relaciones existentes entre lo que se enseña y el contexto que los rodea.

En relación a las experiencias que se han documentado, se destaca la concerniente al CLP (Computer Logic as a Partner), el cual fue un programa curricular para el aprendizaje de la Termodinámica equipado con un paquete de software, el cual permitía realizar animaciones y curvas, explicado por Butler & Linn (1993); la dinámica de aquella estrategia instaba a que, en cada experimento, se ingresen diversos datos y se varíen parámetros del programa, todo bajo el criterio del docente; se procedía a formular y responder preguntas sobre lo que podría ocurrir, luego de lo cual se pasaba a ejecutar las animaciones para apreciar si los resultados obtenidos corroboraban lo previsto.



### ***Materiales de Enseñanza***

Se había hecho hincapié acerca de la reconstrucción particular que realiza cada persona sobre la información que recibe; en dicho proceso intervenían los sentidos, a modo de receptores. De la misma manera en la que un llamativo anuncio publicitario puede atraer a nuevos clientes, los materiales didácticos son capaces de suscitar atención y estimular a los aprendices. Con el tiempo, los análisis elaborados por expertos respecto al uso de materiales de enseñanza sugieren resultados alentadores, siendo que “los estudiantes recuerdan mejor aquellas ideas o conceptos que son presentados de una forma que vincula sus canales sensoriales, por ejemplo audio y representaciones visuales, imágenes, gráficas, modelos y multimedia” (Nayar & Pushpam, 2000, p. 4).

De hecho, la preferencia hacia este tipo de materiales se ha visto incrementada debido a la poca concreción que aportan los textos, como lo manifiesta Duit (1991), quien considera que al usar recursos de enseñanza de índole visual se puede proveer de un significado más concreto a las palabras, mostrar conexiones y relaciones entre ideas de manera más explícita.

En el caso de los medios multimedia, (videos o animaciones), estos inducen a la curiosidad y como bien se menciona, “la multimedia puede ayudar a los profesores a traer el mundo real hacia los estudiantes a través del uso del sonido o el video, interactuando con una imagen al ampliarla o manipularla” (Harlen, 1999, p. 12).

Entre los recursos más difundidos se encuentran las maquetas de modelos físicos, las cuales se constituyen en un nexo entre las palabras y lo visual, tal como se expresa: “los modelos ayudan a los estudiantes a darse cuenta del entorno al descubrir el porqué de las cosas y al hacer de los conceptos abstractos o ideados más reales para los estudiantes” (Raghavan & Glaser, 1995, p. 40).

A continuación se desarrolla una indagación más profunda acerca del rol que pueden tener los modelos dentro de las estrategias constructivistas, y las perspectivas de su uso.



## Los Materiales didácticos en la enseñanza de la Física

Dentro de las etapas que componen una clase Física está el momento didáctico, cuyo objetivo es introducir nuevos conceptos a partir del uso de recursos concretos. El potencial beneficio que un material didáctico, software o herramienta didáctica puede ofrecer se halla supeditado al marco de trabajo en el cual se lo inserte.

La instauración de modelos conceptuales, para el aprendizaje de la Física, conlleva a que el docente sea capaz de entablar una relación entre los elementos visuales y palpables de un sistema físico con los aspectos matemáticos, los cuales no son observables de manera preliminar. De este modo, el modelo didáctico respaldado en sus atributos lúdicos, permite extraer ecuaciones y conceptos físicos que son la clave del aprendizaje posterior.

En general, las maquetas de modelos físicos resultan ser tan solo aproximaciones del modelo real, pues como menciona Ornek (2008), los modelos físicos usados en la ciencia y la tecnología nos permiten visualizar algo acerca de la cosa que representan. La finalidad de elaborar una maqueta o recurso debe ir dirigida a visibilizar ciertos elementos que desempeñen un papel posterior en la construcción de conceptos. De este modo, algunos modelos alteran su escala con la intención de otorgar connotación a ciertos elementos; así las partículas de los sistemas físicos, siempre muestran un tamaño desmesurado. La simplicidad es otro aspecto que busca sintetizar los elementos importantes de un sistema, y como bien se manifiesta: “una representación nunca es una reproducción completa de lo que es representado, pero requiere una selección consciente o inconsciente de qué aspectos serán representados y qué otros aspectos serán excluidos de la representación” (Colianvaux & Franco, 2000, p. 110).

En lo que concierne al rol que debe ejercer el docente, se establecen algunas directrices. La primera implica el uso de preguntas generadoras, en las que se cuestione sobre los posibles efectos que genera la manipulación de ciertos elementos del sistema; al referirse



a las prestaciones que aquello brinda, se menciona: “el uso de estas preguntas hace que los estudiantes lleguen a ser creativos puesto que no pueden observar aquellos fenómenos” (Ornek, 2008, p. 36). Por su parte, la elaboración del modelo matemático puede obedecer a procesos de inducción, en los que un resultado repetido conlleve a fundamentar una ecuación. Por otro lado, a partir de ecuaciones básicas y el uso del material como soporte visual, se pueden establecer las ecuaciones relevantes de un tema.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA

#### DIAGNÓSTICO

##### 2.1 Presentación del problema.

La Termodinámica representa una de las ramas más importantes dentro del estudio de la Física. La asignatura adquiere gran notoriedad a nivel secundario y superior debido a que aborda una diversidad de tópicos, ya sea desde el comportamiento de un gas hasta el funcionamiento de los ciclos de trabajo para motores.

El problema surge cuando la asignatura, cuyo nivel de contenido es usualmente abstracto, representa una dificultad al momento de impartir los conceptos hacia los estudiantes; sin embargo es posible reestructurar su enseñanza a partir de un modelo pedagógico que impulse la utilización de recursos didácticos.

Para lograr este objetivo se han desarrollado encuestas que permitan conocer la necesidad de incorporar material lúdico –maquetas de modelos físicos- en el laboratorio de Física, de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca. El análisis e interpretación de los datos obtenidos de dichas encuestas busca generar una orientación en la elaboración de maquetas y su respectiva guía de prácticas.

Los beneficiarios directos son evidentemente los docentes encargados de impartir la asignatura, quienes consiguen sanear de alguna manera las trabas que imponen algunos contenidos abstractos.





## **2.2 Selección de la población**

La población está conformada por todos los estudiantes de séptimo y noveno ciclo de la Carrera de Matemáticas y Física, inscritos en el período Septiembre 2015-Febrero 2016 que han aprobado la asignatura de Termodinámica.

Por tanto la muestra corresponde a toda la población.

## **2.3 Metodología**

El método utilizado fue un muestreo probabilístico, que acopió el 100% de la población. Para la investigación se diseñó una encuesta, la cual se encuentra estructurada en base a 11 preguntas, mismas que responden a los objetivos planteados al inicio de este trabajo de titulación.

## **2.4 Análisis de la encuesta**

Se analizó cada una de las preguntas del cuestionario, a fin de extraer información relevante. Todas las tablas y gráficos son propiedad de los autores.

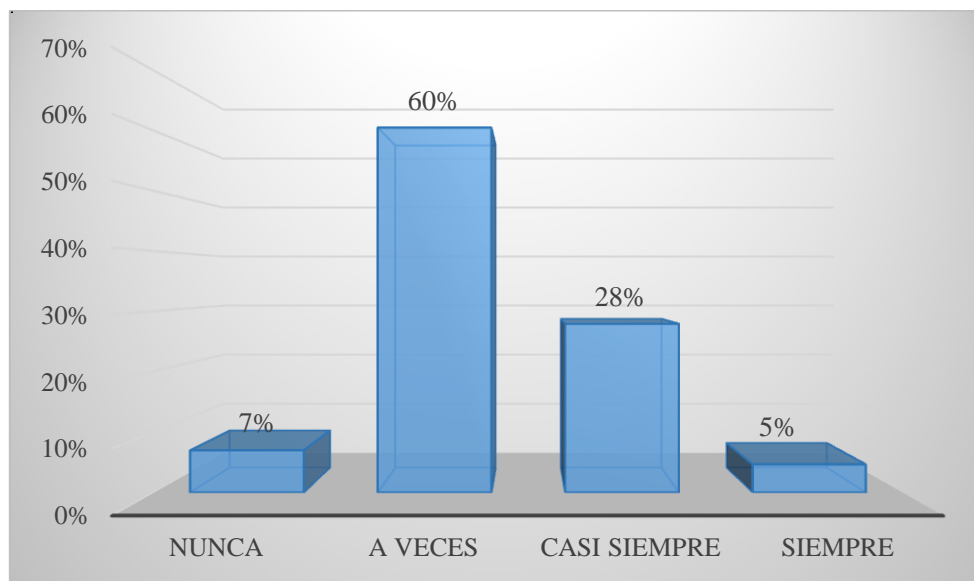
**PREGUNTA 1:** ¿Las explicaciones vertidas por el docente de la asignatura resultaron entendibles para usted?

Tabla 2. 1 Frecuencia en la que se entendieron las explicaciones de la asignatura.

Frecuencia	Número de estudiantes	Porcentaje
<b>Nunca</b>	3	7%
<b>A veces</b>	26	60%
<b>Casi Siempre</b>	12	28%
<b>Siempre</b>	2	5%
<b>Total</b>	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 1 Frecuencia en la que se entendieron las explicaciones de la asignatura.



Fuente: elaboración propia

De los resultados obtenidos en la encuesta se aprecia que los estudiantes, en su mayoría, solo a veces asimilaban las explicaciones de la asignatura de termodinámica en un porcentaje del 60%, el mismo que corresponde a 26 estudiantes. Por lo tanto, las explicaciones en el ámbito de esta materia deben mejorar con la utilización de algún recurso.

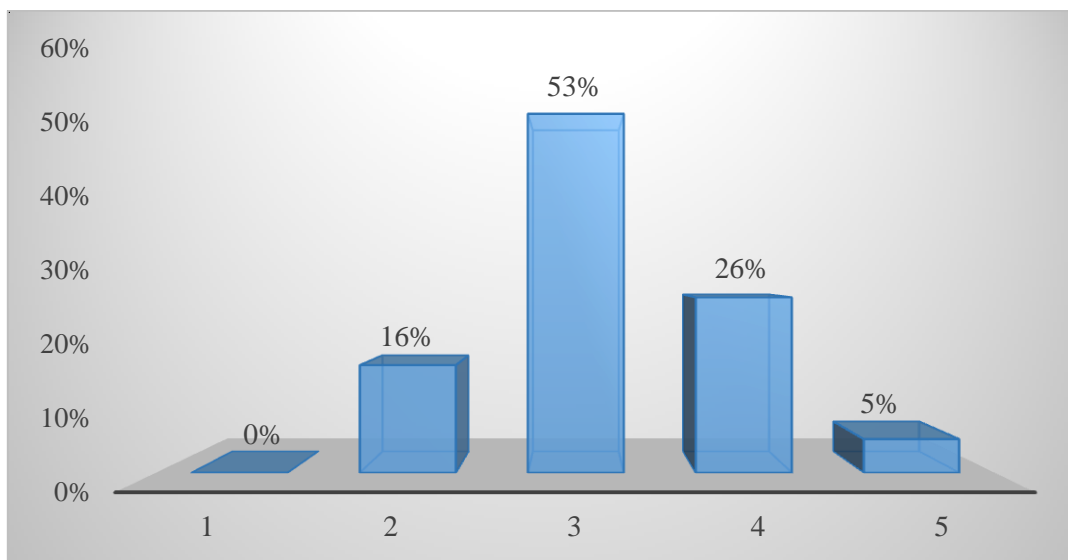
**PREGUNTA 2:** ¿Cuál considera que es el nivel de comprensión que usted posee de la asignatura?

Tabla 2. 2 Nivel de comprensión de la asignatura.

Nivel	Número de Estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	7	16%
3	23	53%
4	11	26%
5	2	5%
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 2 Nivel de comprensión de la asignatura.



Fuente: elaboración propia.

Los resultados indican cómo los estudiantes valoran su nivel de comprensión de la asignatura en función de una escala que va del 1 al 5. Un 16% de los encuestados tienen un nivel 2 de comprensión de la asignatura, un 53% señala que tiene un nivel medio de entendimiento, un 26% revela que su nivel está en el rango de 4; mientras que el porcentaje restante, 5%, indica que tienen un nivel de comprensión total de la asignatura. De esta manera se evidencia de manera clara, la falta de comprensión de la asignatura, puesto que la mayoría de encuestados se encuentran en el rango 2-3 que se considera bajo e intermedio, respectivamente.

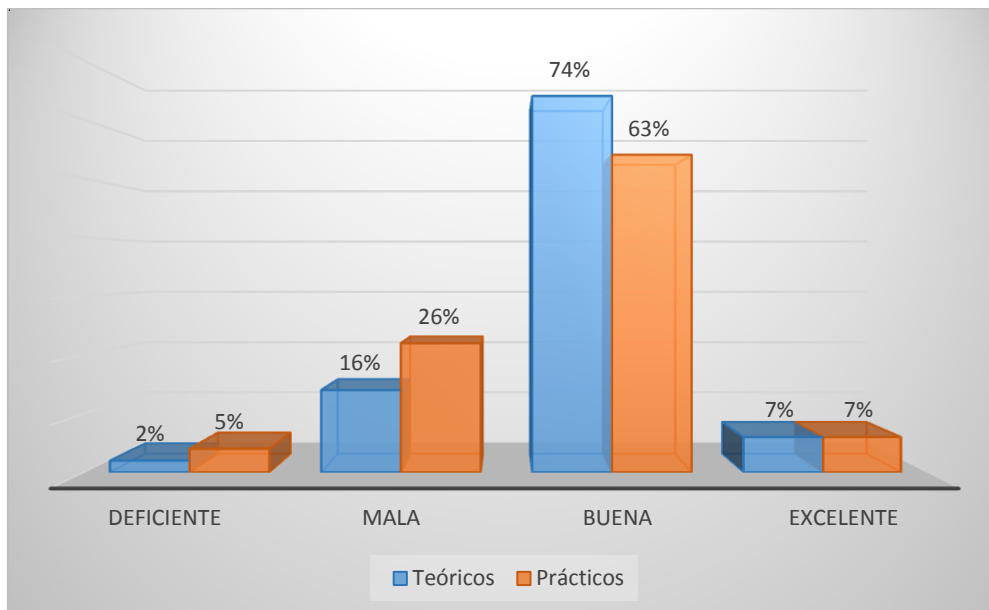
**PREGUNTA 3:** Dentro del tipo de evaluaciones, llevadas a cabo en la asignatura, ¿cómo califica su desempeño en Exámenes Teóricos y Exámenes Prácticos?

Tabla 2. 3 Desempeño en Exámenes Teóricos y Exámenes Prácticos.

Desempeño	Exámenes Teóricos		Exámenes Prácticos	
	N° de estudiantes	Porcentaje	N° de estudiantes	Porcentaje
<b>Deficiente</b>	1	2%	2	5%
<b>Mala</b>	7	16%	11	26%
<b>Buena</b>	32	74%	27	63%
<b>Excelente</b>	3	7%	3	7%
<b>Total</b>	43	100%	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 3 Desempeño en Exámenes Teórico y Prácticos



Fuente: elaboración propia

Los resultados en lo concerniente al desempeño de los estudiantes en los exámenes teóricos indican que un 2% de ellos considera tener un desempeño deficiente, un 16% señala que su labor es mala, un alto porcentaje que se traduce en 74%, considera tener un buen desempeño; un pequeño porcentaje del 7% dicen ser excelentes en los exámenes teóricos).



Similarmente se observa el mismo patrón en cuanto al desempeño de los estudiantes en los exámenes prácticos, siendo el 63%, más de la mitad de los encuestados, quienes resaltan la opción buena, y un porcentaje considerable del 26% que aseguran es mala.

De esta manera se concluye que el desempeño en la asignatura se mantiene en un término medio; por otro lado se debe puntualizar que son pocos quienes muestran una labor sobresaliente.

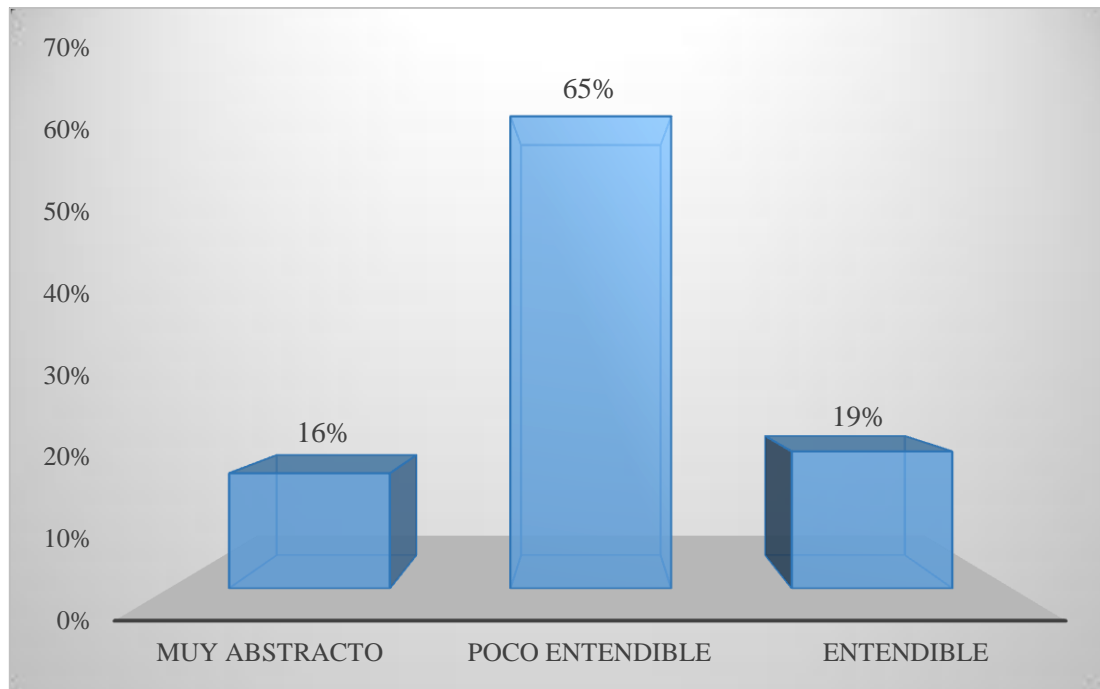
**PREGUNTA 4:** Sobre los aportes brindados por el texto guía de la asignatura, ¿Cómo lo valoraría en contenido? (resulta comprensible).

Tabla 2. 4 Valía de los contenidos en la asignatura

Contenido	N° de estudiantes	Porcentaje
Muy Abstracto	7	16%
Poco Entendible	28	65%
Entendible	8	19%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 2. 4 Valía de los contenidos en la asignatura



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la gráfica presentada, 7 estudiantes que reflejan el 16% de la muestra consideran muy abstractos los contenidos entregados por el texto de Termodinámica, 28 encuestados que corresponden al 65% señalan que es poco entendible, mientras que 8 estudiantes que representan el 19% afirman que es entendible.

Un alto porcentaje de los encuestados concuerdan en que los contenidos vertidos en el texto de la asignatura de Termodinámica son poco entendibles, de esta manera se puede apreciar la necesidad de incorporar otros recursos didácticos para la enseñanza.

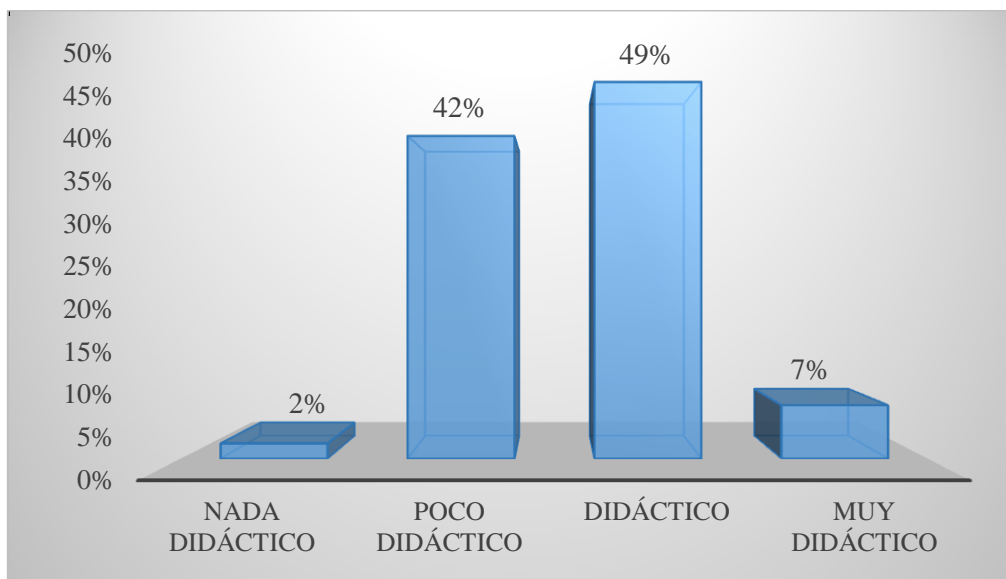
Sobre los aportes didácticos brindados por el texto guía (imágenes, diagramas), ¿Cómo valoraría este aspecto?.

Tabla 2. 5 Valía de la didáctica en la asignatura

Didáctica	N° de estudiantes	Porcentaje
Nada Didáctico	1	2%
Poco Didáctico	18	42%
Didáctico	21	49%
Muy Didáctico	3	7%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 2. 5 Valía de la didáctica en el texto guía de la asignatura



Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los encuestados plasmados en un 49%, indican que el texto de la asignatura sí es didáctico. Sin embargo, un porcentaje importante representado en un 42%, indica que es poco didáctico. Por lo tanto, es importante intentar sanear ese porcentaje que se muestra inconforme con la manera en la que se aborda la parte didáctica.

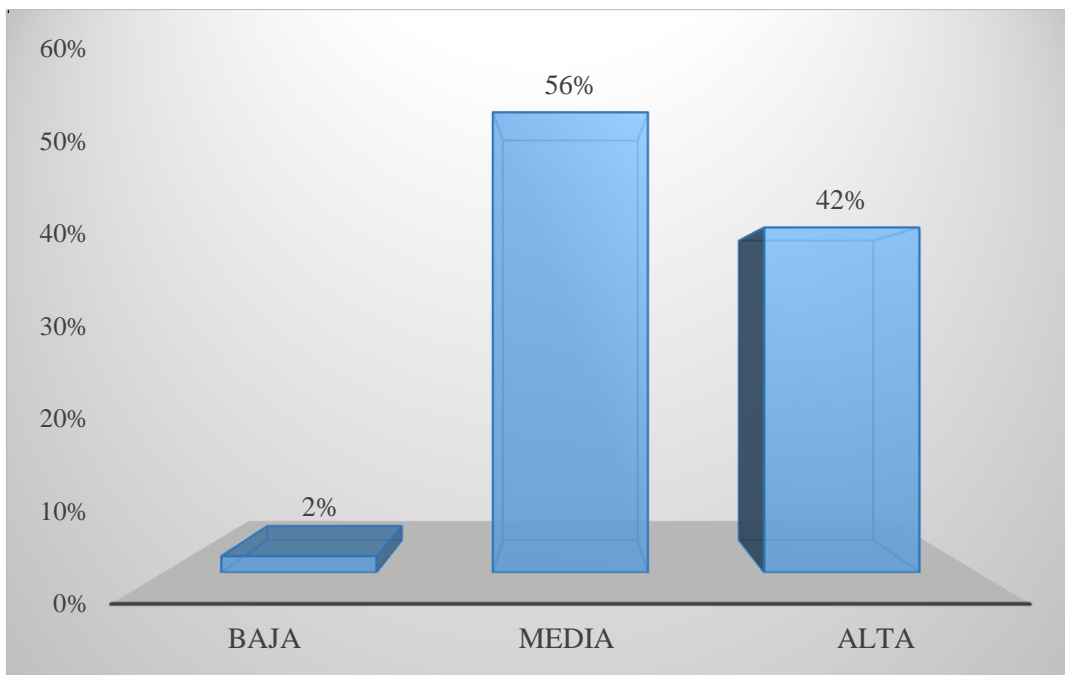
**PREGUNTA 5:** Para usted, ¿cuál es el nivel de complejidad que poseen los contenidos de Termodinámica?

Tabla 2. 6 Nivel de complejidad de los contenidos de Termodinámica

Nivel	N° de estudiantes	Porcentaje
Baja	1	2%
Media	24	56%
Alta	18	42%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 6 Nivel de complejidad de los contenidos de Termodinámica



Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos proyectan que la mayoría de los encuestados, 24 estudiantes que representan el 56%, concuerdan en que los contenidos de la asignatura de Termodinámica poseen un nivel medio de complejidad. Un porcentaje similarmente alto, traducido en un 42%, considera que el nivel de complejidad es alto. Solamente para el 2% de los estudiantes la asignatura tiene un nivel bajo de complejidad.



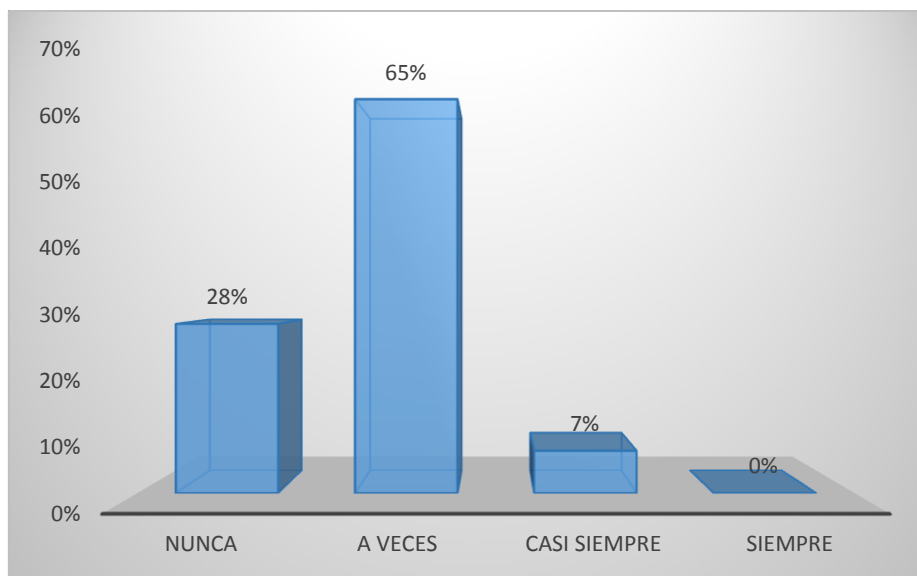
**PREGUNTA 6:** ¿Con qué frecuencia, el docente encargado de la asignatura, aplicó material didáctico para impartir la asignatura?

Tabla 2. 7 Aplicación de material didáctico en la asignatura

Frecuencia	N° de estudiantes	Porcentaje
Nunca	12	28%
A veces	28	65%
Casi Siempre	3	7%
Siempre	0	0%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 7 Aplicación de material didáctico en la asignatura



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 2.7 se puede observar que la tendencia de uso del material didáctico oscila entre la opción nunca y a veces, por lo tanto, más del 90% de los encuestados ratifican la necesidad de insertar recursos didácticos, los cuales deben ser tomados en cuenta más a menudo para el momento didáctico.

Los resultados reflejan que en algunos contenidos de la asignatura no se cuenta con material didáctico, lo que dificulta que el docente de la materia pueda, la mayoría de las veces, enseñar con recursos, que para este caso particular, podrían ser maquetas.

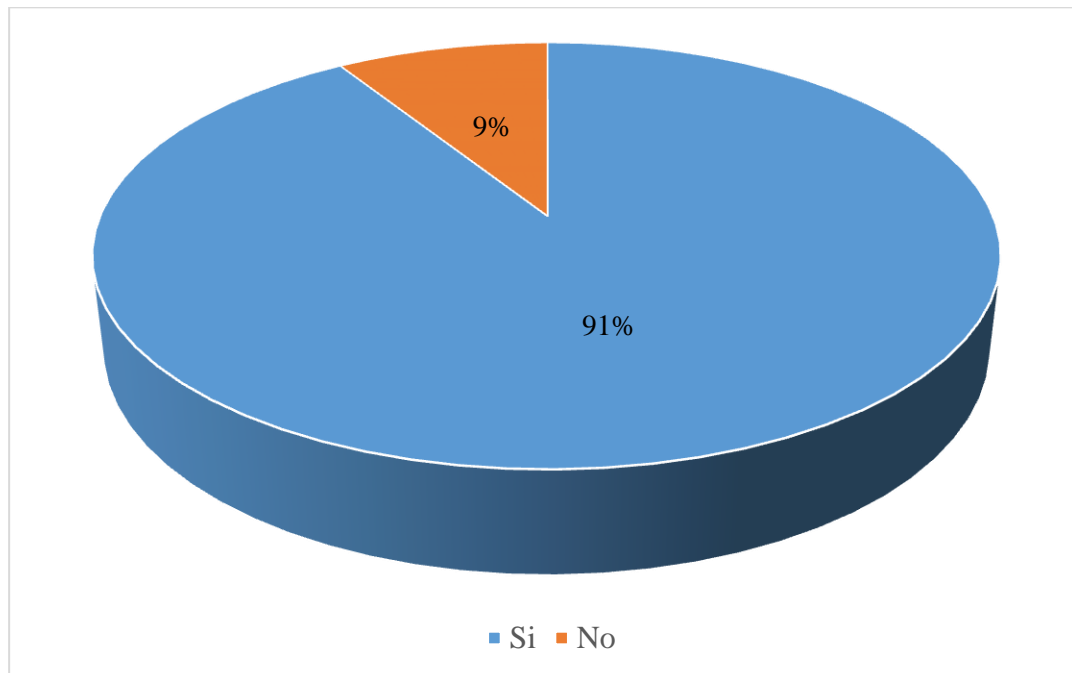
**PREGUNTA 7:** ¿Cree que el interés por aprender Termodinámica se elevaría a partir del uso de maquetas o dispositivos lúdicos?

Tabla 2. 8 Necesidad de maquetas o dispositivos lúdicos

Respuesta	N° de estudiantes	Porcentaje
Sí	39	91%
No	4	9%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 8 Necesidad de maquetas o dispositivos lúdicos



Fuente y elaboración propia

El 91% de los encuestados, 39 estudiantes, concuerdan que la utilización de maquetas o dispositivos lúdicos en temas de la asignatura de Termodinámica, incrementaría considerablemente el interés por aprender la misma.

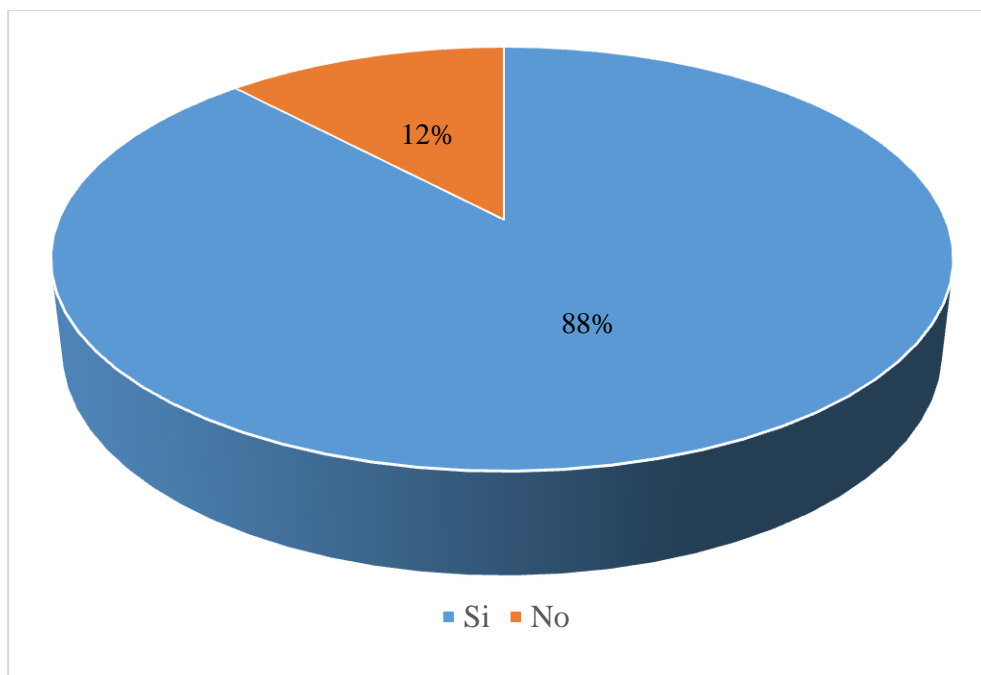
**PREGUNTA 8:** ¿Considera usted que se requiere utilizar material didáctico para mejorar la interpretación de las diferentes curvas de los modelos termodinámicos propuestos en el texto?

Tabla 2. 9 Necesidad de material didáctico para mejorar algunos modelos termodinámicos

Respuesta	N° de estudiantes	Porcentaje
Sí	38	88%
No	5	12%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 9 Necesidad de material didáctico para mejorar algunos modelos termodinámicos



Fuente: elaboración propia.

De los 43 encuestados, el 88%, que concierne a 38 estudiantes, consideran necesaria la utilización de material didáctico, en especial, en temas donde se debe interpretar las diferentes curvas de los modelos termodinámicos propuestos en el texto.

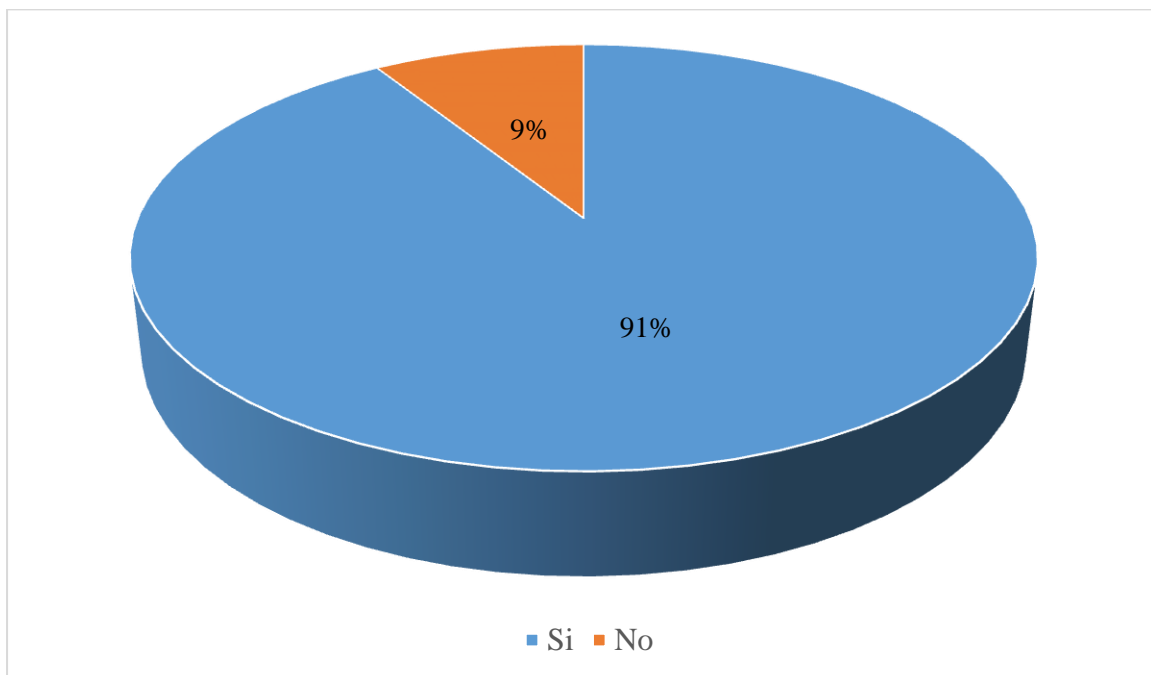
**PREGUNTA 9:** ¿Le parece acertado contar con material concreto y manipulable, que permita desarrollar conceptos termodinámicos abstractos como Radiación, Ley Cinética de los Gases, entre otros?.

Tabla 2. 10 Necesidad de material concreto y manipulable para conceptos termodinámicos

Respuesta	N° de estudiantes	Porcentaje
Si	39	91%
No	4	9%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 10 Necesidad de material concreto y manipulable para conceptos termodinámicos



Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en este inciso señalan que el 91% de los encuestados, 39 estudiantes, les parece acertado contar con material concreto y manipulable, que permita desarrollar conceptos termodinámicos abstractos como Radiación, Ley Cinética de los Gases, entre otros, y de esta manera hacer más entendible la asignatura de Termodinámica. Solamente el 9% de los encuestados opinan lo contrario.

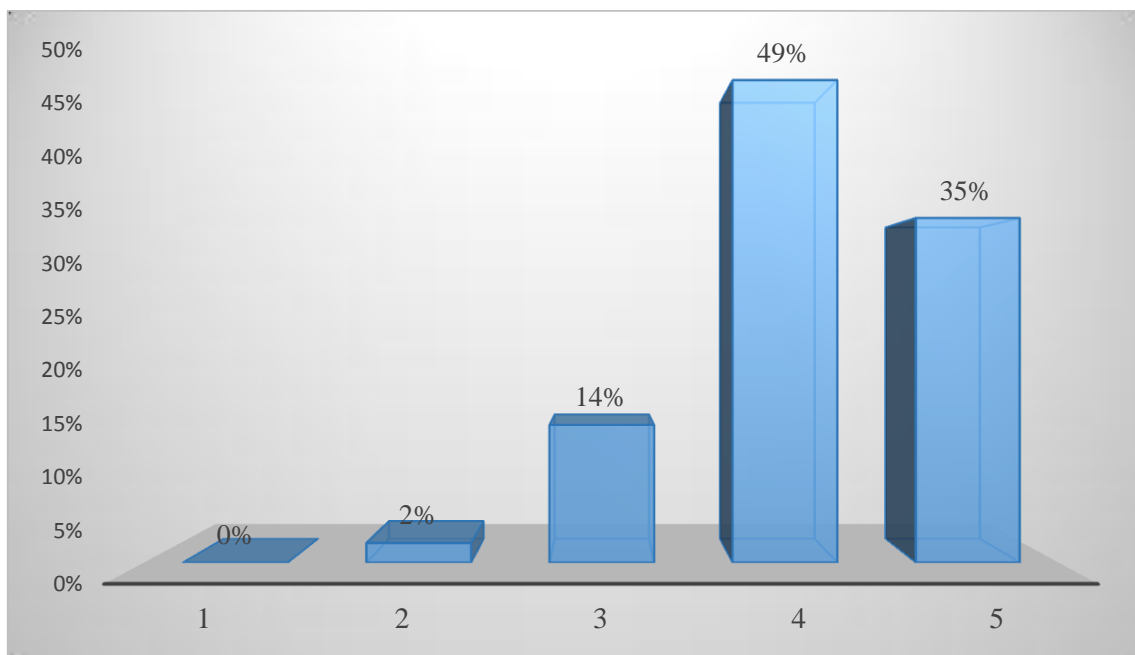
**PREGUNTA 10:** ¿A su criterio y con lo observado dentro del aula, qué nivel de retención y retroalimentación generaría el uso de material didáctico para el desarrollo de cada tema?

Tabla 2. 11 Nivel de retención de la asignatura con la utilización de material didáctico

Nivel de retención	N° de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	1	2%
3	6	14%
4	21	49%
5	15	35%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia

Gráfica 2. 11 Nivel de retención de la asignatura con la utilización de material didáctico



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la gráfica, la mayoría de encuestados, 49% y 35%, consideran que su nivel de retención de la asignatura de Termodinámica estaría en el rango de 4 y 5 si se aplicase material didáctico, muy pocos estudiantes creen que su nivel de retención estaría por debajo de esta categoría.

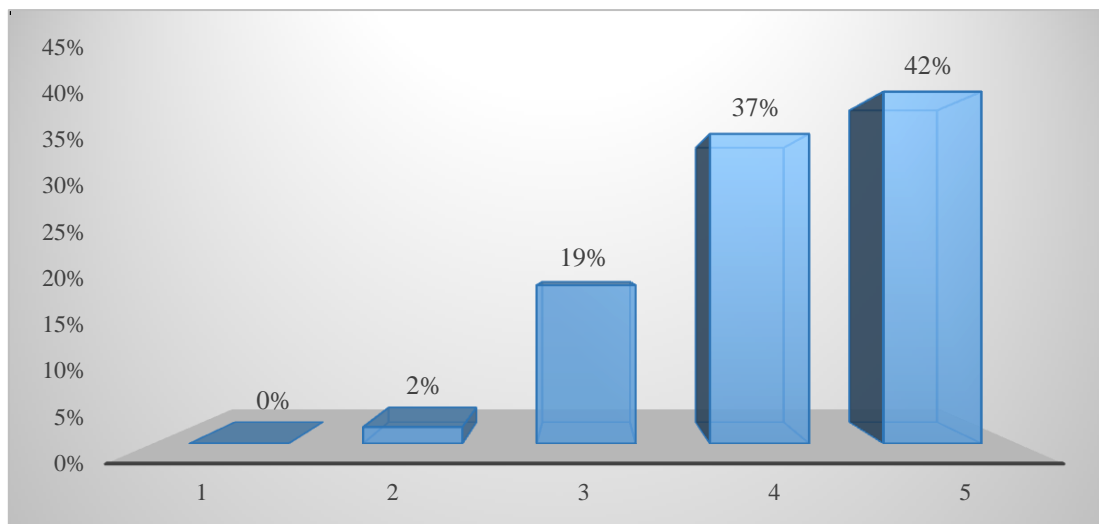
**PREGUNTA 11:** ¿Con qué frecuencia considera usted, que se debería disponer de material didáctico para la asignatura de Termodinámica?

Tabla 2. 12 Frecuencia con la que se debería disponer de material didáctico

Frecuencia	N° de estudiantes	Porcentaje
1	0	0%
2	1	2%
3	8	19%
4	16	37%
5	18	42%
Total	43	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 2. 12 Frecuencia con la que se debería disponer de material didáctico



Fuente: elaboración propia

Los resultados indican que el 37% de los encuestados que corresponden a 16 estudiantes, están de acuerdo en que la frecuencia con la que se debe utilizar material didáctico para la asignatura de Termodinámica es 4 (Casi siempre); por otra parte en un porcentaje superior, del 42% que concierne a 18 estudiantes, consideran que el uso debería ser de 5 (Siempre). Por tal razón se puede corroborar la necesidad habitual de material didáctico que forme parte del laboratorio de Física y dé soporte a los contenidos de la asignatura de Termodinámica.



## 2.5 Interpretación de resultados

La asignatura de Termodinámica requiere de aprendizajes dinámicos, los mismos que se consiguen a partir de recursos tangibles y de fácil manipulación.

De los resultados obtenidos en la encuesta, se observa claramente que la mayoría de los estudiantes no siempre entendieron las explicaciones impartidas por el docente de la asignatura. Por lo tanto, el nivel de comprensión se encuentra en un rango medio, inclusive inferior. Entonces, se denota la falta de comprensión total de la materia.

En un alto porcentaje, los estudiantes de la carrera concuerdan que la causa principal de que los contenidos de la asignatura de Termodinámica no fueran siempre entendidos se debe a que los mismos poseen un nivel medio y alto de complejidad. Solamente el 2% opinan lo contrario. Por ende, se puede apreciar la necesidad de incorporar material didáctico para la enseñanza en este ámbito.

Las respuestas obtenidas proyectan que, algunos de los encuestados no consideran el texto actual de la asignatura como un recurso totalmente didáctico por cuanto su contenido es poco entendible, en contraposición a lo que manifiestan más adelante asegurando que su rendimiento en exámenes teóricos y prácticos es bueno.

Los resultados reflejan la necesidad de que el laboratorio de Física se encuentre equipado con recursos didácticos—maquetas— para el entendimiento de temas de Termodinámica, y que permita al docente encargado disponer de este recurso siempre. Inclusive, los encuestados coinciden que la utilización de maquetas o dispositivos lúdicos incrementaría considerablemente el interés por aprender la misma, en temas donde es necesario la interpretación de las diferentes curvas de los modelos termodinámicos propuestos en el texto. Además, que permita desarrollar conceptos termodinámicos abstractos como Radiación, Ley Cinética de los Gases, entre otros.



Al utilizar maquetas que describan modelos termodinámicos, los encuestados afirman que su rango de retención de la asignatura se incrementaría, entonces es importante para ellos que el laboratorio pueda disponer de maquetas y sus respectivas guías de uso.

Finalmente, de los resultados obtenidos y analizados de la encuesta se puede corroborar la necesidad de construir material didáctico que forme parte del laboratorio de Física y que, mediante guías de uso, dé soporte a los contenidos de la asignatura de Termodinámica.





## CAPÍTULO III

### PROPUESTA

En el presente capítulo del Trabajo de Titulación se desarrolla una propuesta educativa, cuyo fin es diseñar y construir material didáctico que ayude al docente en la enseñanza de diversos temas que abarca el texto de la asignatura de Termodinámica dentro de la Carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca. El material didáctico supone un cambio de perspectiva de lo que es considerado como “momento didáctico”, pues el profesor construye nuevo conocimiento en el estudiante a partir de la manipulación de dispositivos y maquetas; de este modo el material asume el protagonismo en esta instancia al ser el punto de partida del proceso didáctico. Para el eficiente uso del material didáctico se ha considerado oportuno anexar una guía de trabajo, dentro de la cual se contempla un apartado de uso exclusivo del docente y otro de actividades dirigidas hacia el estudiante.

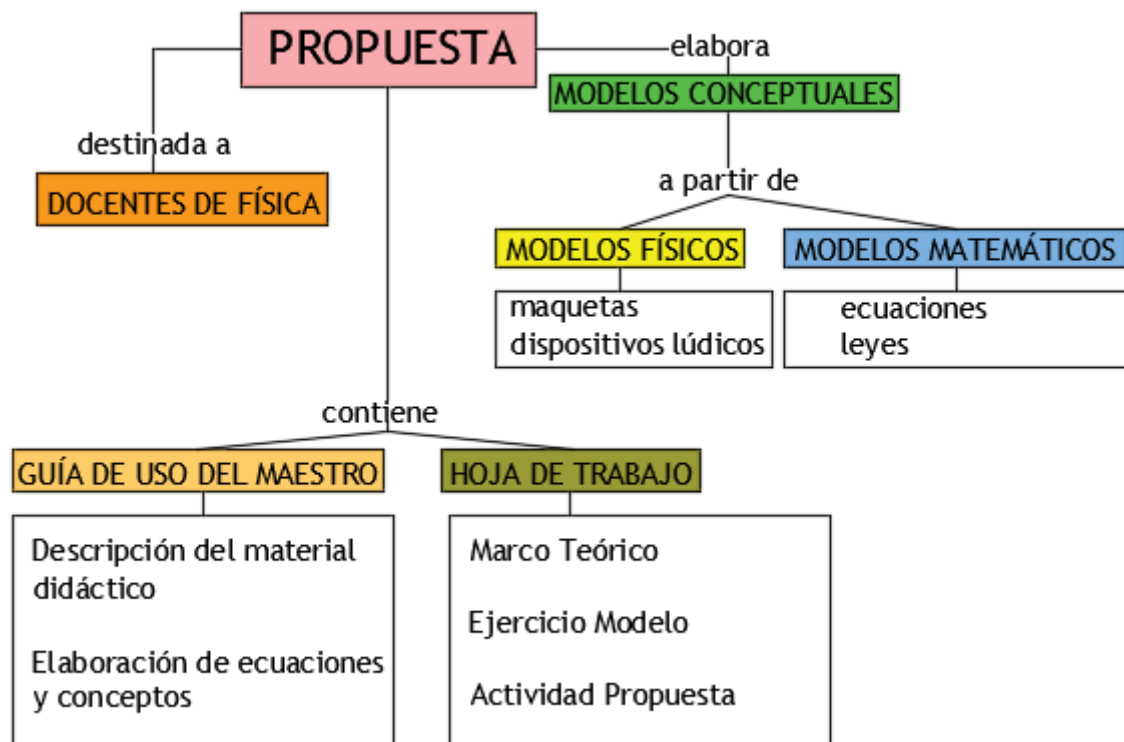
En la guía destinada hacia el docente se establecen algunas precisiones que permiten dar el enfoque requerido a cada material didáctico. Ciertas maquetas pueden ser usadas conjuntamente con el texto para desarrollar la demostración de ciertas ecuaciones complejas. Otro tipo de material permite inferir ciertos modelos matemáticos de la Termodinámica a partir de la manipulación de sus elementos. Por otro lado, ciertas maquetas prestan su contingente para explicar conceptos termodinámicos abstractos, los cuales no son asimilables en primera instancia. En cuanto a su cobertura, existen ciertos materiales que pueden ser utilizados de manera conjunta para elaborar un tema, o a su vez, un material permite abarcar algunos temas debido a sus características.

La hoja de trabajo, destinada al estudiante, busca generar un refuerzo didáctico que hace énfasis en tres momentos. El marco teórico presenta un resumen de conceptos y ecuaciones relevantes de cada tema y permite consolidar el momento didáctico desarrollado

por el docente. El ejercicio modelo representa una aplicación práctica del concepto o ecuación elaborada. La actividad propuesta es el momento en el que el estudiante consolida sus conocimientos al realizar un ejercicio de manera individual.

### Esquema de la Propuesta

Gráfica 3. 1 Esquema de la Propuesta



Fuente: elaboración propia

## Matriz de Planeación

La siguiente tabla muestra los diversos materiales y su inserción en temas específicos abarcados por el texto de Termodinámica del Dr. Santiago AVECILLAS

Tabla 3. 1 Matriz de Planeación

Unidad	Sub-unidad	Tema	Material Didáctico	Actividades
<b>TEMPERATURA Y CALOR</b>	<i>Temperatura y Dilatación</i>	<b>Termómetros y Escalas Termométricas</b>	Juego de Escalas Termométricas	Hoja de Trabajo
		<b>Paredes Adiabáticas y Diatérmicas</b>	Bloques Diatérmicos y Adiabáticos	Hoja de Trabajo
		<b>Principio Cero de la Termodinámica</b>	Bloques Diatérmicos y Adiabáticos	Hoja de Trabajo
	<i>Calor y Calorimetría</i>	<b>Cambios de Fase</b>	Diagrama de Fases	Hoja de Trabajo
		<b>Radiación Térmica</b>	Caja de Radiación	Hoja de Trabajo
<b>GASES Y TERMODINÁMICA</b>	<i>Estudio de los Gases</i>	<b>Leyes de los Gases</b>	Juegos de curvas para Leyes de los Gases	Hoja de Trabajo
		<b>La Escala Termodinámica de Temperatura</b>	Juegos de curvas para Leyes de los Gases	Hoja de Trabajo
		<b>Teoría Cinética del Gas Ideal</b>	Caja de Colisiones	Hoja de Trabajo
		<b>Un ajuste a la Teoría Cinética</b>	-Tablero de Moléculas -Mesa de billar pequeña	Hoja de Trabajo
		<b>Teorema de la Equipartición de la Energía</b>	Juego de moléculas de gas	Hoja de Trabajo
	<i>Termodinámica</i>	<b>Trabajo y Diagrama P- V para un Gas</b>	Sistema Cilindro – Pistón	Hoja de Trabajo
		<b>Procesos Isocóricos e Isobáricos</b>	Sistema Cilindro – Pistón	Hoja de Trabajo
		<b>La Máquina de Carnot y el Segundo Principio de la Termodinámica</b>	Juego de Curvas para ciclos Termodinámicos	Hoja de Trabajo
		<b>Ciclos Termodinámicos y Máquinas Térmicas</b>	Juego de Curvas para ciclos Termodinámicos	Hoja de Trabajo



# UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

## GUÍA DE USO DOCENTE



“MATERIALES DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE  
TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE  
LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”

Cuenca - 2016

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO****Juego de escalas Termométricas****TEMAS QUE CUBRE**

- Termómetros y Escalas Termométricas

Gráfica 3. 2

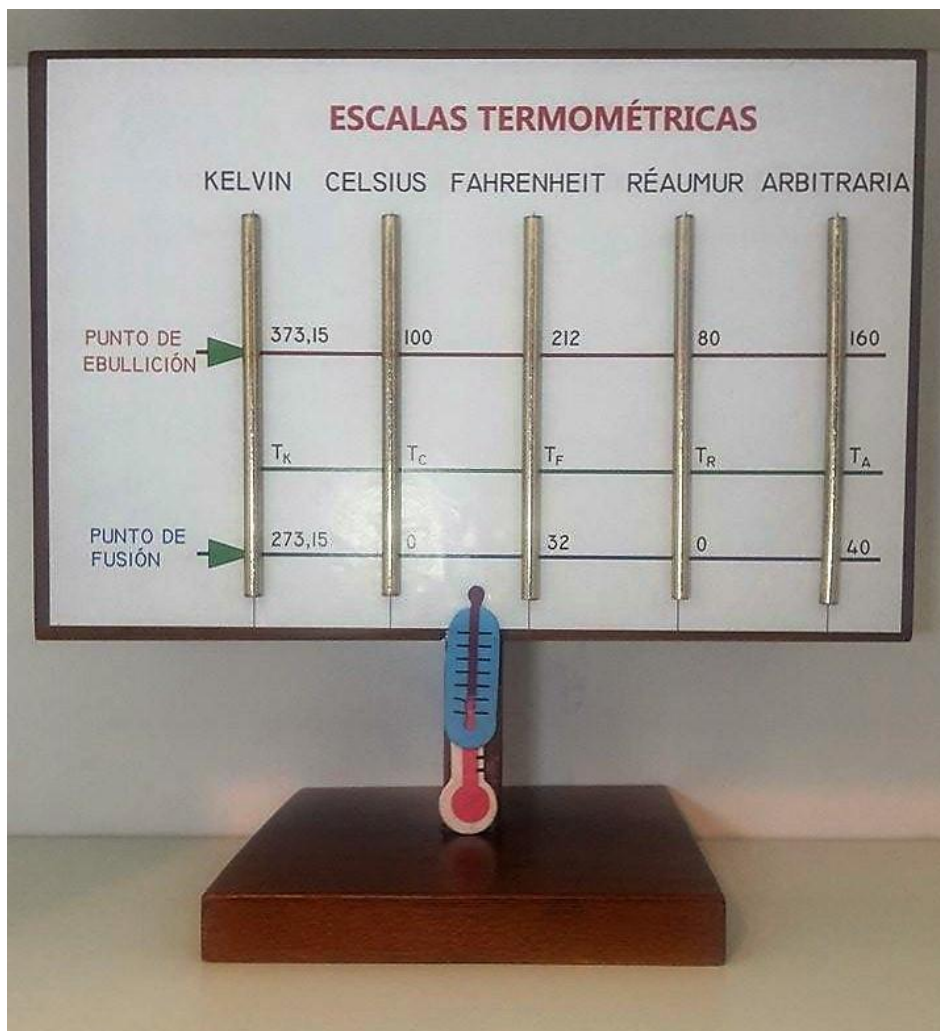




Tabla 3. 2

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color (caras)</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
tablero	madera	marrón	1	visualizador de escalas
tubos	cobre	dorado	5	escalas termométricas

## GUÍA PARA EL MAESTRO

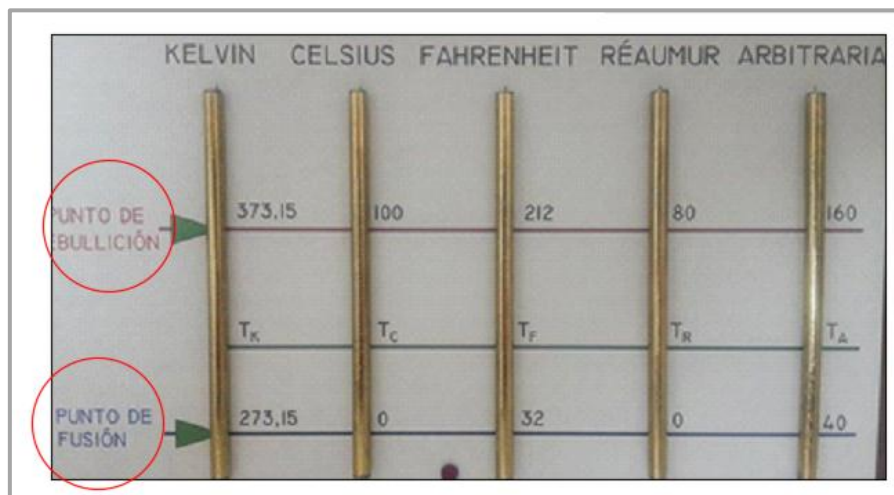
### TERMÓMETROS Y ESCALAS TERMOMÉTRICAS

**Objetivo:** Conocer y manejar correctamente las diferentes escalas termométricas y sus equivalencias.

**Procedimiento:**

- a) Presente las escalas termométricas básicas: Kelvin, Celsius, Fahrenheit, Réaumur con los valores característicos de sus puntos de fusión y ebullición.

Gráfica 3. 3



- b) Genere relaciones de proporcionalidad que permitan obtener la conversión entre escalas. Para ello establezca junto con los estudiantes la siguiente ecuación:

$$\frac{T_{arbitraria} - P_{fusión}}{P_{ebullición} - P_{fusión}}$$

Como ejemplo práctico, solicite que se exprese 350 K en grados equivalentes a la escala de temperatura arbitraria del juego de escalas.

$$\frac{350 - 273,15}{100} = \frac{T_A - 40}{120}; T_A = 132,22^\circ$$

## TERMÓMETROS Y ESCALAS TERMOMÉTRICAS

### MARCO TEÓRICO:

El termómetro es un dispositivo de uso cotidiano que permite medir temperatura. Al referirse a sus elementos constitutivos habría que señalar primero el bulbo que contiene un líquido (usualmente es mercurio o alcohol coloreado), luego se tiene un tubo capilar sobre el cual asciende la columna de líquido y finalmente, siendo el elemento que permite realizar lecturas, se encuentra la escala termométrica.

En la escala termométrica se procede a escoger dos puntos fijos, los cuales representan los puntos de congelación y ebullición, que el investigador ha logrado determinar; se divide el intervalo que hay entre el punto mínimo y máximo en lo que se conoce como grados. Entre las escalas más importantes y que han ejercido repercusión en la labor científica se tiene: la escala Fahrenheit, Réaumur, Rankine, Celsius y Thompson.

### EJERCICIO MODELO:

*Determine a qué temperatura coincide la escala Kelvin y Fahrenheit.*

**Solución:**

La condición para que coincidan es que los valores arbitrarios sean iguales, por tanto:

$$T_K = T_F$$

Se utiliza la relación de proporción:

$$\frac{T_K - 273,15}{100} = \frac{T_F - 32}{180}; 1,8T_K - 491,67 = T_K - 32$$

$$0,8T_K = 523,67; T_K = 654,59 K$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

*Utilice la relación de proporciones y transforme:*

750°F a °C

150 K a °C

82°F a K



**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

**Bloques Diatérmicos y Adiabáticos**

**TEMAS QUE CUBRE**

- Paredes Adiabáticas y Diatérmicas
- Principio Cero de la Termodinámica

Gráfica 3. 4

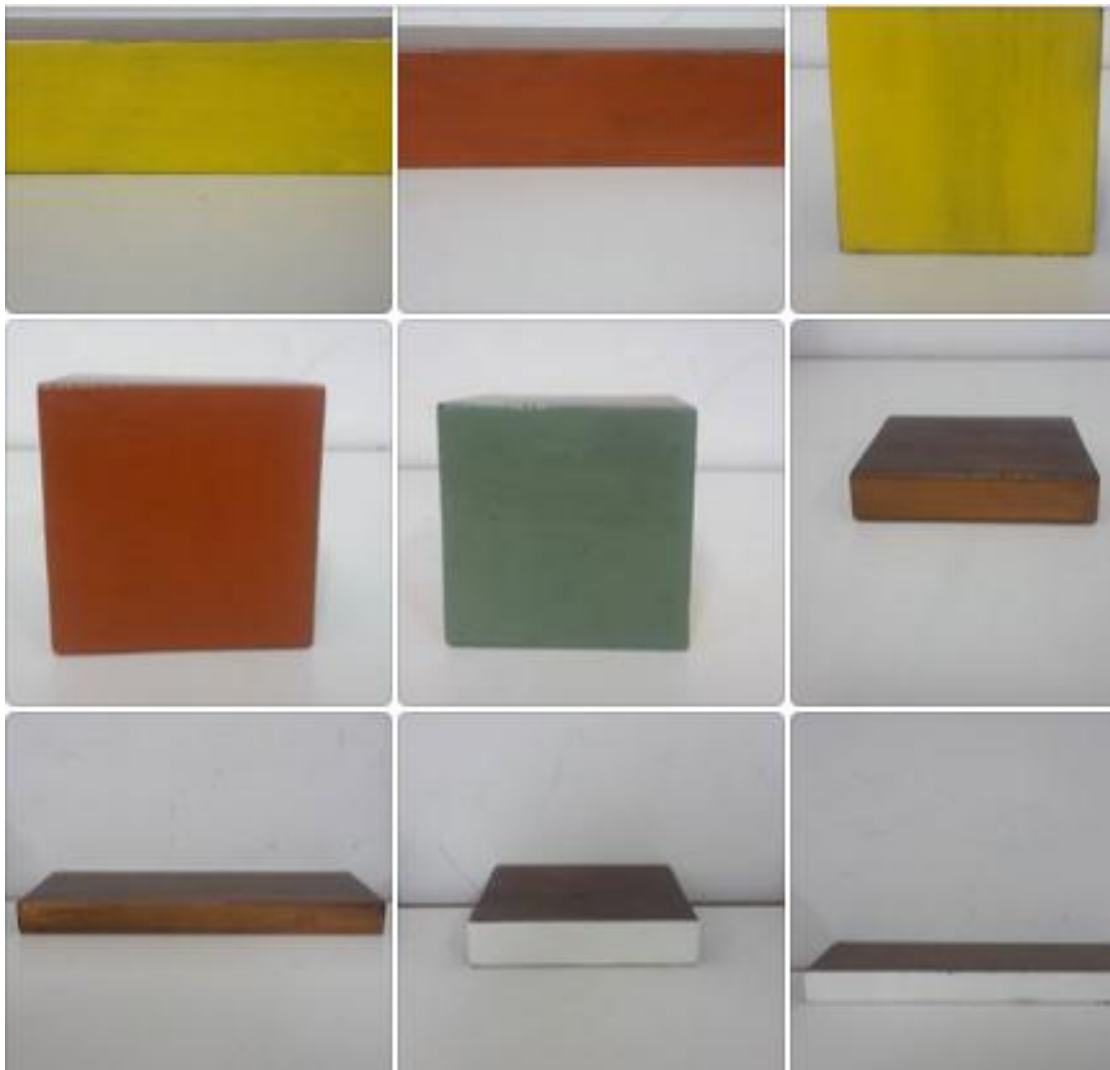


Tabla 3. 3

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color (caras)</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
cubo 10*10*10	madera	amarillo naranja verde	1	Sistema termodinámico A
cubo 10*10*10	madera	amarillo naranja	1	Sistema termodinámico B
paralelepípedo 23*10*5	madera	amarillo naranja	1	Sistema termodinámico C
paralelepípedo 3*10*10	madera	blanco cobrizo	1	pared adiabática / diatérmica
paralelepípedo 23*10*3	madera	blanco cobrizo	1	pared adiabática / diatérmica

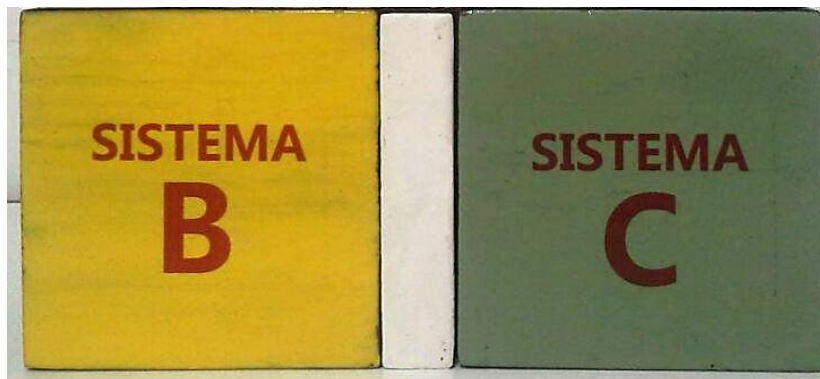
**GUÍA PARA EL MAESTRO*****PAREDES ADIABÁTICAS Y DIATÉRMICAS***

**Objetivo:** Conocer y entender correctamente estos dos conceptos de uso frecuente en la Termodinámica.

**Procedimiento:**

- a) Explique cómo influye la pared adiabática en las relaciones presión-temperatura de dos sistemas; para ello, del juego de bloques, utilice el sistema Termodinámico B, el sistema Termodinámico C y la pared adiabática (3\*10\*10); arme el siguiente montaje:

Gráfica 3. 5



- b) Explique cómo influye la pared diatérmica en las relaciones presión-temperatura de dos sistemas; para ello, del juego de bloques, utilice el sistema Termodinámico B, el sistema Termodinámico C, y la pared diatérmica (3\*10\*10); arme el siguiente montaje:

Gráfica 3. 6



- c) Infiera con los estudiantes la acción que ejerce una pared diatérmica mediante la ecuación:

$$T_B = T_C$$

## PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA

**Objetivo:** Aplicar los conocimientos sobre paredes adiabáticas y diatérmicas para conocer y aprender correctamente este principio de la Termodinámica.

### Procedimiento:

- a. Arme el sistema Termodinámico de acuerdo a la siguiente disposición de colores:

Gráfica 3. 7



Explique a los estudiantes la influencia que ejerce la pared adiabática y diatérmica en las relaciones de presión- temperatura de cada sistema.

- b. Arme el sistema Termodinámico de acuerdo a la siguiente disposición de colores.

Gráfica 3. 8



Explique a los estudiantes la influencia que ejercen dos paredes adiabáticas en las relaciones de presión- temperatura de cada sistema.

- c. Arme el sistema Termodinámico de acuerdo a la siguiente disposición de colores:

Gráfica 3. 9



Explique a los estudiantes lo que ocurre al utilizar las dos paredes diatérmicas y finalmente enuncie la regla transitiva: “si un sistema A está en equilibrio con un sistema B, y a la vez con un sistema C, entonces B y C están en equilibrio térmico”.

## PAREDES ADIABÁTICAS Y DIATÉRMICAS

### MARCO TEÓRICO:

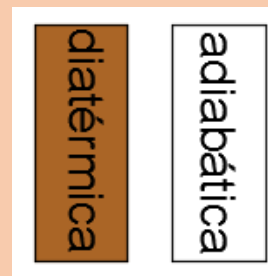
Originalmente pueden existir dos muestras de gas a temperaturas diferentes. Al colocarlas en íntimo contacto, separadas únicamente por una pared metálica muy delgada, sus temperaturas variarán y por ende sus presiones también hasta que alcancen una temperatura común denominada: "temperatura de equilibrio". Al alcanzar el equilibrio las presiones de las dos muestras ya no variarán, aunque la presión de la primera muestra sea diferente de la de la segunda, por lo tanto, se ha logrado el "equilibrio térmico". Este proceso puede ser rápido, lento o extremadamente lento; todo depende de las masas y gases involucrados, pero principalmente, del tipo de pared utilizada. Si la pared que separa los dos sistemas es de un material ultra aislante, se dirá que la pared es "adiabática", esto es, que no permite el intercambio de calor entre dos muestras.

### EJERCICIO MODELO:

¿Qué pared permite que los sistemas se encuentren en equilibrio térmico?



( a )



a

b

Evidentemente el equilibrio se logra con paredes diatérmicas que en su mayoría son elaboradas de elementos conductores de calor como metales.



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

Marque con una X qué material se puede considerar como una pared adiabática.



( )



( )



( )



( )

## PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA

### MARCO TEÓRICO:

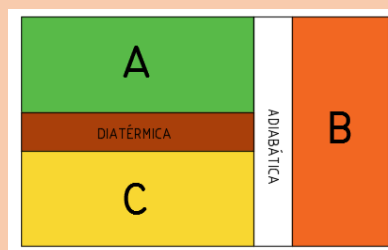
Cuando dos sistemas se ponen en contacto térmico, las variables termodinámicas ( $p$ ,  $V$ ,  $T$ ) variarán con respecto a sus valores originales y dichas variaciones dependerán de las restricciones impuestas a los sistemas. Al tener un sistema A en equilibrio térmico con un sistema C y simultáneamente un sistema B en equilibrio térmico con el sistema C, entonces los sistemas A y B estarán en equilibrio térmico entre sí; es decir, existe una relación transitiva en el fenómeno del equilibrio térmico.

El principio Cero de la Termodinámica expresa que "si dos sistemas se encuentran en equilibrio térmico con un tercer sistema, entonces los dos sistemas se encuentran en equilibrio térmico entre sí". Éste es un principio experimental que tiene íntima relación con la noción teórica y experimental de temperatura: "dos sistemas están en equilibrio térmico cuando se encuentran a la misma temperatura". Si se tiene una muestra de gas encerrada en un recipiente de volumen constante, las variaciones de presión producen variaciones lineales de temperatura.

### EJERCICIO MODELO:

Dado el siguiente montaje de sistemas termodinámicos, coloque las relaciones existentes entre cada sistema, de acuerdo a la siguiente condición:

$$T_A > T_B$$



### Solución:

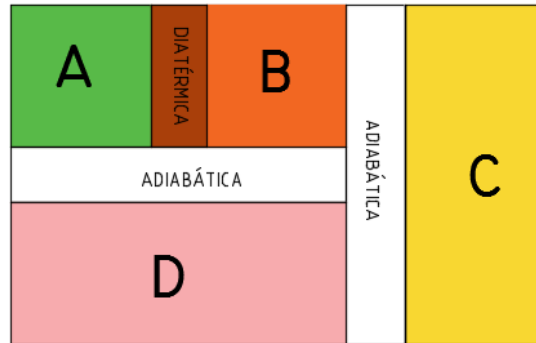
Debido a la pared diatérmica colocada entre los sistemas Termodinámicos A y C, las temperaturas  $T_A$  y  $T_C$  se equilibran, y por ende, la ley transitiva hace que  $T_C$  sea mayor a  $T_B$ , así:

$$T_A = T_C$$

$$T_C > T_B$$

**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

A partir del siguiente sistema y las respectivas condiciones termodinámicas:



$$T_B > T_D$$

$$T_A < T_C$$

Coloque las relaciones de temperatura en cada uno:

$$T_A \text{ \_\_\_\_ } T_D$$

$$T_C \text{ \_\_\_\_ } T_D$$

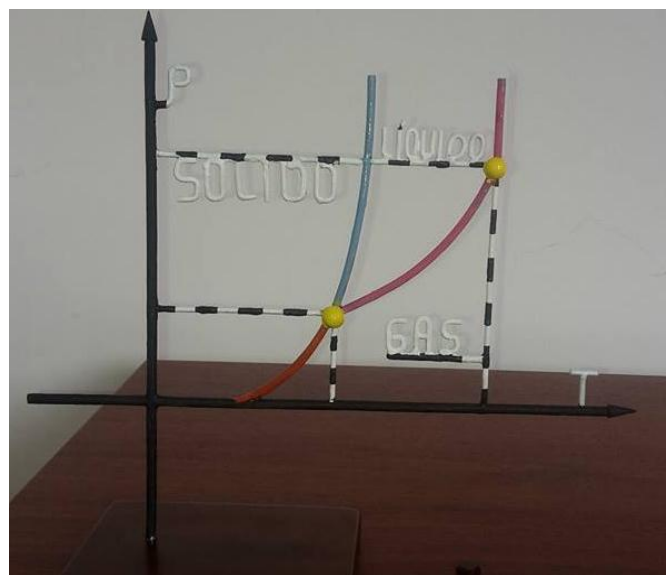
**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

**Diagrama de Fases**

**TEMAS QUE CUBRE**

- Cambios de Fase

Gráfica 3. 10



Gráfica 3. 11

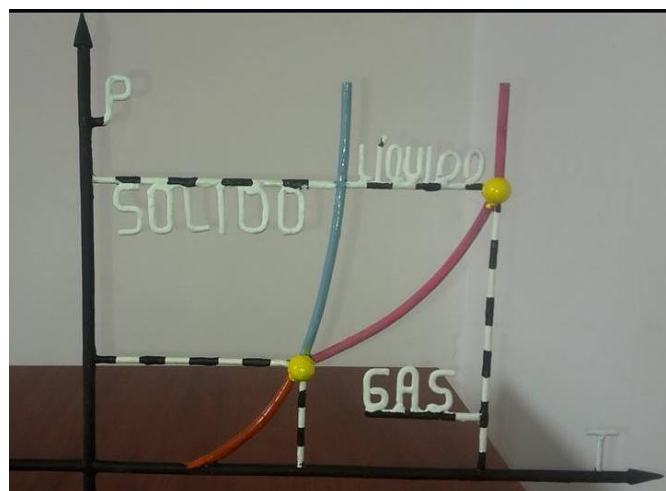




Tabla 3. 4

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
segmentos de curva	alambre galvanizado	azul rojo rosado	3	fronteras: sólido – líquido sólido – gaseoso líquido – gaseoso
ejes	alambre galvanizado	negro	2	horizontal: Temperatura vertical: Presión
semiesfera	plástico	amarillo	1	punto triple del agua
semiesfera	plástico	amarillo	1	punto crítico

## GUÍA PARA EL MAESTRO

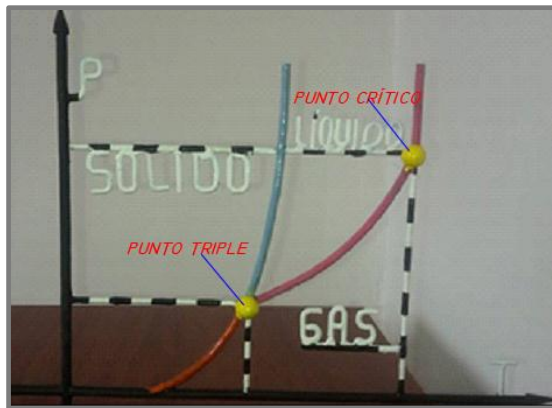
### CAMBIOS DE FASE

**Objetivo:** Conocer y entender los conceptos, leyes y otros aspectos relacionados con el Cambio de Fase y sus consecuencias en la vida real

**Procedimiento:**

- a) Indique dentro de la maqueta los pares termodinámicos característicos del diagrama de fases (punto triple y punto crítico). Haga referencia a la coexistencia de los tres estados en el punto triple y el valor de sus coordenadas  $P$  (273,15; 611).

Gráfica 3. 12



- b) Exponga algunas situaciones, en las cuales al aumentar o disminuir tanto presión como temperatura se pueda obtener pares termodinámicos que permitan la coexistencia de agua en diferentes estados. Solicite a los estudiantes algunos pares termodinámicos. Haga uso de la siguiente tabla para poder recolectar los diversos ejemplos:

<i>Estado</i>	<i>Ubicación (T, P)</i>
Sólido	100; 700
Sólido - Gas	
Gas	
Líquido - Gas	
Líquido	
Sólido-Líquido	



## CAMBIOS DE FASE

### MARCO TEÓRICO:

La forma en la que se puede encontrar a la materia dentro de la naturaleza, se conoce como estado o fase. Elementos como el agua, pueden apreciarse en su fase sólida (hielo), fase líquida (agua) y fase gaseosa o vapor. Ahora, de acuerdo a cada estado, se asocia una Energía Interna  $U$ , la misma que describe la interacción o movimiento que presentan las moléculas que componen a un sólido, líquido o gas; siendo en el estado gaseoso, donde se presenta la mayor energía. Las ecuaciones típicas para resolver cambios de fase son:

$$\Delta Q = mC\Delta T, \text{ donde } C \text{ es el Calor Especifico de la muestra.}$$

$$\Delta Q = Lm, \text{ donde } L \text{ es el calor latente de la muestra.}$$

Para analizar la manera en la que una sustancia transita o coexiste en diversos estados se utiliza el "diagrama de fases" o diagrama  $p - T$ , de una sustancia.

### EJERCICIO MODELO:

*Un estudiante desea enfriar 0,3 kg de soda dietética (mayoritariamente agua) que está a 25 °C, agregándole hielo que está a -20 °C ¿Cuánto hielo debería agregar para que la temperatura final sea 0° con todo el hielo derretido, si puede desprejarse la capacidad calorífica del recipiente?*

#### **Solución:**

La cola pierde calor, por tanto, el calor que se agrega es negativo.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Omni}} &= m_{\text{Omni}} c_{\text{Agua}} \Delta T_{\text{Omni}} \\ &= (0.3\text{kg}) (4190 \text{ J/Kg.K}) (0^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \\ &= -31425 \text{ J} \end{aligned}$$

El calor específico del hielo es  $2,1 \times 10^3 \text{ J/kg.K}$  y el calor  $Q_1$  resulta:

$$\begin{aligned} Q_1 &= m_{\text{hielo}} c_{\text{hielo}} \Delta T_{\text{hielo}} \\ Q_1 &= m_{\text{hielo}} (2.1 \times 10^3 \text{ J/Kg.k}) [0^\circ\text{C} - (-20^\circ\text{C})] \\ Q_1 &= m_{\text{hielo}} (4.2 \times 10^4 \text{ J/Kg}) \end{aligned}$$

El calor adicional  $Q_2$  necesario para fundir la masa de hielo es:

$$\begin{aligned} Q_2 &= m_{\text{hielo}} L_f \\ Q_2 &= m_{\text{hielo}} (334880 \text{ J/Kg}) \end{aligned}$$

La suma de estas tres cantidades debe ser cero para generar el equilibrio:

$$Q_{\text{Omni}} + Q_1 + Q_2 = -31425 \text{ J} + m_{\text{hielo}}(42000 \text{ J/Kg}) + m_{\text{hielo}}(334880 \text{ J/Kg}) = 0, \text{ al despejar:}$$
$$m_{\text{hielo}} = 0.083 \text{ kg} = 83 \text{ g}$$



**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Una persona de 75 kg afronta un cuadro gripal el cual ha elevado la temperatura interna de su cuerpo de 37 °C a 40 °C; si se considera que el cuerpo humano es agua en su gran mayoría, ¿cuál es la cantidad de calor requerida para llevar a cabo este proceso?

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

**Caja de Radiación**

**TEMAS QUE CUBRE**

- Radiación Térmica

*Gráfica 3. 13*



Tabla 3. 5

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
caja	madera	marrón	1	caja hermética
esfera	plástico	verde	1	cuerpo emisor de radiación
varillas curvas	alambre galvanizado	naranja	1	ondas de radiación térmica

**GUÍA PARA EL MAESTRO**

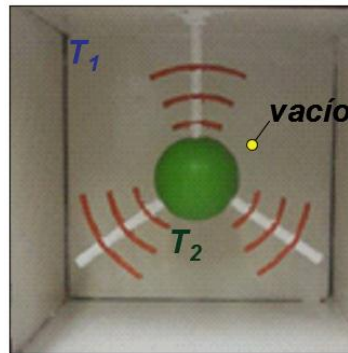
**RADIACIÓN TÉRMICA**

**Objetivo:** *Conocer y aprender correctamente el tercer mecanismo de propagación del calor, sus leyes, ecuaciones e implicaciones en nuestra vida.*

**Procedimiento:**

- a) Explique cómo se da el proceso de transmisión de calor por radiación térmica, para ello indique cómo viajan las ondas de radiación a partir del modelo didáctico. Establezca la ecuación  $T_1 = T_2$  para indicar que el cuerpo que emite calor equilibra su temperatura con la del sistema. Para ilustrar de mejor manera la situación se puede hacer referencia a estrellas como el Sol.

Gráfica 3. 14



- b) A partir de la esfera emisora de radiación térmica estudie los efectos que produce el equilibrio térmico. Utilice la siguiente tabla para guiar al estudiante:

<i>RADIACIÓN DE UN CUERPO</i>		
<i>Absorbe</i>	<i>Irradia</i>	<i>Refleja</i>
<i>Mucho</i>	<i>Mucho</i>	<i>Poco</i>
<i>Poco</i>	<i>Poco</i>	<i>Mucho</i>

## RADIACIÓN TÉRMICA

### MARCO TEÓRICO:

La radiación térmica constituye una forma particular para transmitir calor. Un ejemplo claro de este tipo de proceso proviene del Sol, una estrella enana amarilla que emite radiación electromagnética en el vacío, la cual es fundamental para generar condiciones de vida en la Tierra. De hecho, el sol ofrece un amplio espectro de radiación, el cual ha sido clasificado en infrarrojo y ultravioleta; sin embargo, este no puede ser percibido por el ojo humano debido a las bajas y altas frecuencias emitidas.

Los cuerpos encargados de prodigar energía mediante radiación térmica, requieren de un autoabastecimiento que les permita trabajar; en el caso del Sol, éste viene equipado con un reactor nuclear que funciona a base de hidrógeno. Otras fuentes como las lámparas normales, reciben energía eléctrica desde una fuente de corriente alterna. No obstante, hay objetos que aprovechan la radiación que rebota de otros cuerpos para del mismo modo reflejar calor.

Hablando de las unidades fundamentales que intervienen en los procesos de radiación, hay que hacer referencia a la irradiancia térmica  $I$ , que es la potencia radiante que un cuerpo emite por unidad de área; en el caso del Wolframio, por ejemplo, a 2450 K, este emite 500000  $W/m^2$ .

Hay ecuaciones que definen la irradiancia, estas son:

$$I = \sigma T^4, \quad \text{donde } \sigma = 5,7E - 8 \text{ } W/m^2K^4$$

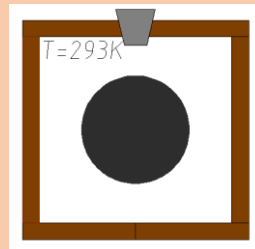
Para un radiador real, la ecuación queda como:

$$I = e\sigma T^4, \quad \text{donde } e \text{ es el poder emisivo de la superficie}$$



### EJERCICIO MODELO

Una esfera ennegrecida y maciza de cobre, de 3cm de radio, se coloca dentro de una cavidad en la que se ha hecho el vacío, y cuyas paredes se mantienen a 293 K ¿A qué temperatura se mantendrá si se le suministra desde afuera 10 W de energía por segundo?



**Solución:**

$$\text{Sea: } I_n = I_{\text{emitida}} - I_{\text{absorbida}}$$

$$I_n = e\sigma T_1^4 - e\sigma T_2^4$$

$$I_n = e\sigma(T_1^4 - 293^4)$$

$$I_n = (1)(5,7E-8)(T_1^4 - 293^4)$$

Por lo tanto:

$$I_n = 5,7E-8T_1^4 - 420,093$$

Ahora:

$$\text{Sea } I = \frac{H}{S}$$

$$5,7E-8T_1^4 - 420,093 = \frac{10}{4\pi(0,03)^2}$$

$$5,7E-8T_1^4 = 1304,287$$

$$T_1 = 388,933 \text{ K}$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

**Resuelva:**

La temperatura de funcionamiento de un filamento de wolframio en una lámpara incandescente es de 2450 K y su poder emisor es de 0,4 . Calcular el área de la superficie del filamento que debe tener un foco de 60 W.

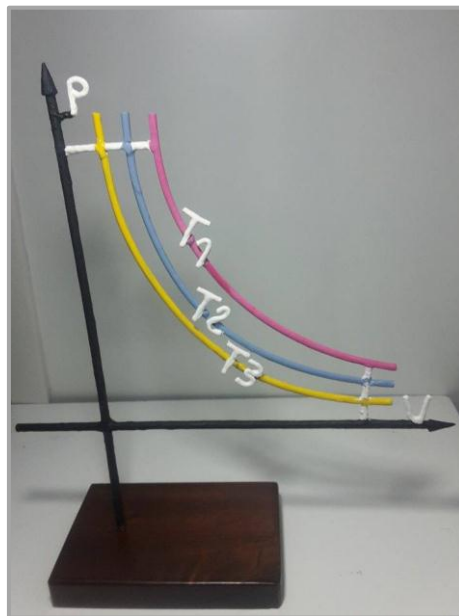
### NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO

Juego de curvas para Leyes de los Gases

### TEMAS QUE CUBRE

- Leyes de los Gases, Escala Termodinámica

Gráfica 3. 15



Gráfica 3. 16



Tabla 3. 6

Curva 1

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
curvas termodinámicas	alambre galvanizado	rosado azul amarillo	3	isotermas
ejes	alambre galvanizado	negro	2	horizontal: Volumen vertical: Presión

Tabla 3. 7

Curva 2

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
curvas termodinámicas	alambre galvanizado	rosado azul amarillo	3	isóbaras
ejes	alambre galvanizado	negro	2	horizontal: Temperatura vertical: Volumen

Tabla 3. 8

Curva 3

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
curvas termodinámicas	alambre galvanizado	rosado azul amarillo	3	Isócoras
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Horizontal: Temperatura Vertical: Presión

## GUÍA PARA EL MAESTRO

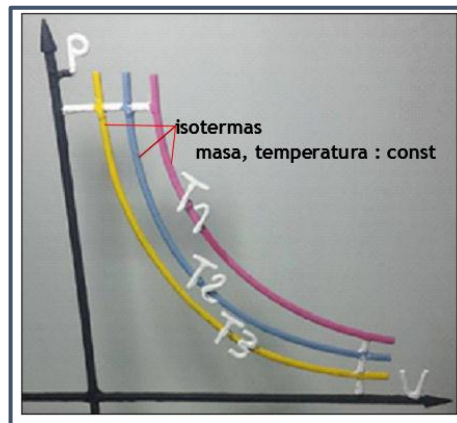
### CAMBIOS DE FASE

**Objetivo:** Conocer la evolución cronológica y las leyes parciales relacionadas con el comportamiento de los gases que fueron descubiertas en los siglos anteriores.

**Procedimiento:**

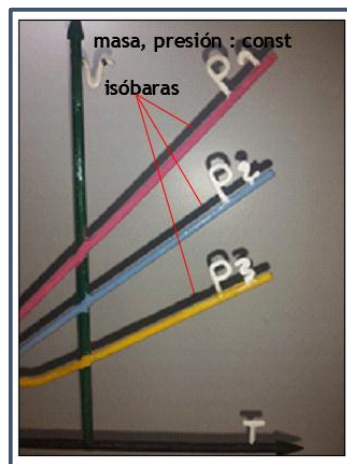
- a. A partir de la ecuación de Boyle:  $p = \frac{c}{V}$ , explique el rol que cumplen la temperatura y la masa de la muestra en la generación de cada una de las tres curvas inversas denominadas isotermas.

Gráfica 3. 17



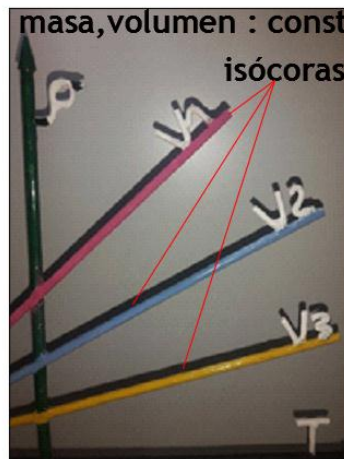
- b. A partir de la ecuación de Gay – Lussac:  $V = CT$ , explique el rol que cumplen la presión y la masa de la muestra en la inclinación de cada una de las tres rectas denominadas Isóbaras.

Gráfica 3. 18



- c. A partir de la ecuación de Charles:  $P = CT$ , explique el rol que cumplen el volumen y la masa de la muestra en la inclinación de cada una de las tres rectas denominadas Isócoras.

Gráfica 3. 19



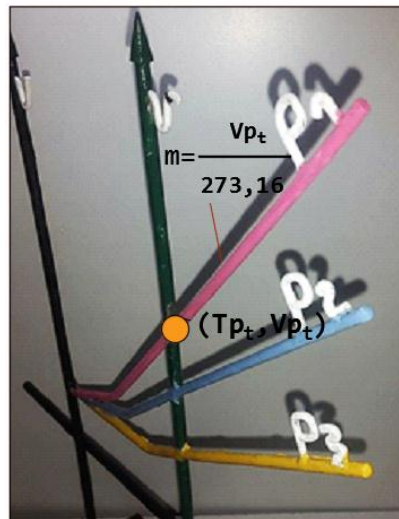
## LA ESCALA TERMODINÁMICA DE TEMPERATURA

**Objetivo:** Conocer y manejar correctamente la escala de temperatura termodinámica, que es la más cimentada desde el punto de vista científico y técnico.

### Procedimiento:

- a) Del juego de curvas para las leyes de los gases escoja las isóbaras. Señale a los estudiantes las coordenadas de la recta de color rosado en el eje  $V'$  y determine su pendiente, si por cada grado centígrado el volumen varia  $\frac{1}{273,16}$  del  $Vp_t$ .  
Elabore con los estudiantes la ecuación de la recta de acuerdo a la ley de Charles, así :

Gráfica 3. 20



$$V = C' + CT$$

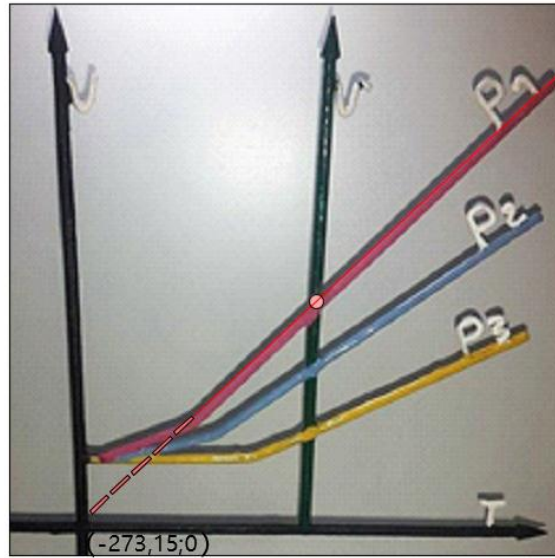
$$V = \underline{Vp_t} + \frac{Vp_t}{273,16} \Delta T$$

$$V = Vp_t \left( 1 + \frac{\Delta T}{273,16} \right)$$

$$V = Vp_t \left( 1 + \frac{T_f - tp_t}{273,16} \right)$$

- b) Extrapole la recta, para visualizar en la maqueta el valor de  $T_f$  cuando el volumen de la muestra es igual a 0; este es teóricamente, el punto más frío que se puede obtener.

Gráfica 3. 21



$$0 = Vp_t \left( 1 + \frac{T_f - 0,01}{273,16} \right)$$

$$1 + \frac{T_f - 0,01}{273,16} = 0$$

$$T_f = -273,16 + 0,01$$

$$T_f = -273,15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### LEYES DE LOS GASES

**MARCO TEÓRICO:****Ley de Boyle**

Boyle buscaba determinar la relación que existe entre la presión que resiste un gas y la densidad que posee. Él llegó a formular la presente ecuación:

$$PV = \text{constante, con masa y temperatura constantes}$$

**Ley de Gay Lussac**

Este concepto se desarrolla paralelamente a trabajos sobre la temperatura. Gay-Lussac pretendió determinar la relación existente entre el volumen que ocupa un gas y la temperatura del mismo, manteniendo constantes la masa de la muestra y su presión.

$$\frac{V}{T} = \text{constante, con masa y presión constantes}$$

**Ley de Charles**

Mediante esta ley se pretende encontrar la relación de la presión del gas y su temperatura, manteniendo constante la masa y el volumen de la muestra, obteniéndose  $p \propto T$ ., es decir:

$$\frac{P}{T} = \text{constante, con masa y volumen constantes}$$

**EJERCICIO MODELO:**

- *Obtenga la Ley de Charles a partir de las otras dos Leyes de los Gases.*

**Solución:**

$$\text{De la Ley de Boyle: } V \propto \frac{1}{p}$$

$$\text{De la Ley de Gay - Lussac: } V \propto T$$

$$\text{Unificando: } V \propto \frac{T}{p}, \text{ donde : } pV \propto T$$

Si  $V$  es constante (Ley de Charles):

$$P = \frac{CT}{V} = \left(\frac{C}{V}\right)T = C'T$$





**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Empate según corresponda:

- ( A )  $\rho = \frac{c}{v}$       ( ) *isócora*  
( B )  $V = cT$       ( ) *isóbara*  
( C )  $\rho = cT$       ( ) *isoterma*

**LA ESCALA TERMODINÁMICA DE TEMPERATURA**

**MARCO TEÓRICO:**

El cero absoluto es la temperatura más baja posible y equivale a  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; dicho valor puede ser obtenido de manera experimental o haciendo uso de las ecuaciones de los gases ideales. Fue el físico de origen escocés, William Thomson, quien diseñó experimentos que midieron el volumen de los gases a ciertas temperaturas. De manera preliminar, él tomó una muestra de gas a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  y midió su volumen, entonces incrementó la temperatura en un grado y al hacer otra medida del volumen él observó algo interesante: el volumen se había incrementado  $1/273,16$  de su valor original. Posteriormente comprobó que lo mismo ocurría al disminuir la temperatura en un grado. Al obtener la ecuación de una isóbara por medio de la Ley de Charles es posible conocer de manera teórica cuál es el valor del cero absoluto; de este modo, la experimentación y los modelos matemáticos otorgan una vía para determinar este parámetro físico relevante que, entre muchas de sus aplicaciones, permite establecer el cálculo para el diseño de superconductores.

**EJERCICIO MODELO:**

Una muestra de gas ocupa un volumen  $V$  a una temperatura  $T$ . Al incrementar  $T$  en  $50\text{ K}$  manteniendo constante la presión, el volumen se duplica. Determinar el valor de  $T$  y  $V_{pt}$ .

Se plantea la Ley de Charles para las dos coordenadas de la recta:

$$(T, V): \quad V = \frac{V_{pt}}{273,16} T$$

$$(T + 50, 2V): \quad 2V = \frac{V_{pt}}{273,16} (T + 50)$$

$$\text{Igualando: } \frac{2V}{T+50} = \frac{V}{T} \quad \mathbf{T = 50\text{ K}}$$

$$\text{Reemplazando: } V_{pt} = \frac{V}{50} 273,16 = \mathbf{5,463V}$$

**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Una muestra de gas ocupa un volumen de  $0,75\text{ m}^3$  a una presión  $p$  y una temperatura de  $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hallar el volumen que ocupará a  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , si la presión es la misma.

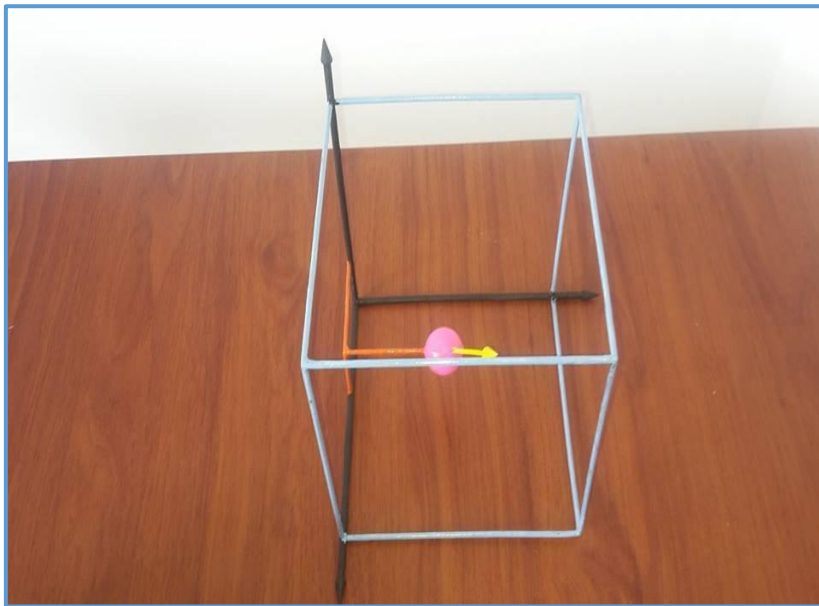
**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

## Caja para Colisión de Moléculas

### TEMAS QUE CUBRE

- Teoría Cinética de los Gases

Gráfica 3. 22



Gráfica 3. 23

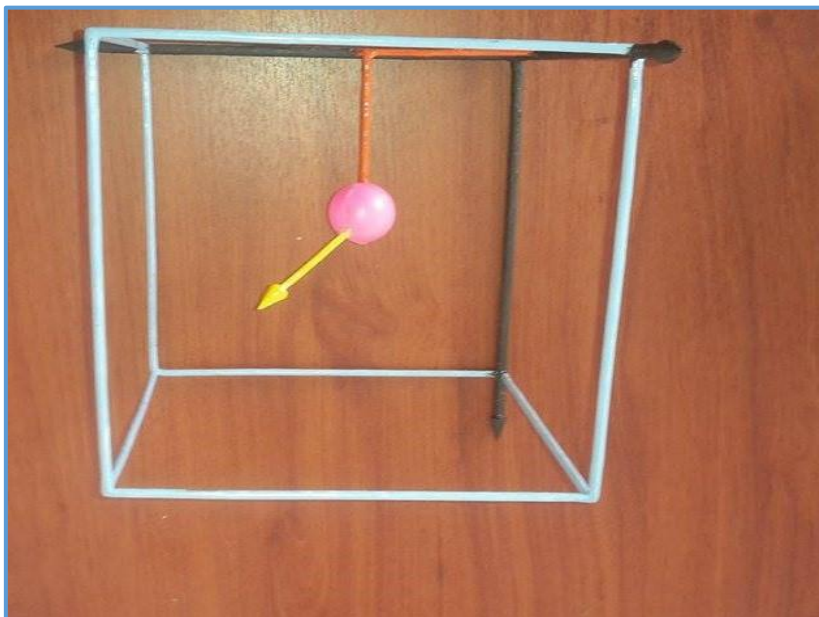


Tabla 3. 9

DESCRIPCIÓN				
Elemento	Material	Color	Cant.	Representa
esfera	plástico	rosado	1	molécula de gas
ejes	alambre galvanizado	negro	3	referencias rectangulares x, y, z
vector	alambre galvanizado	amarillo	1	velocidad de la molécula de gas al interior de la caja
aristas del cubo	alambre galvanizado	azul	9	paredes de la caja de colisiones

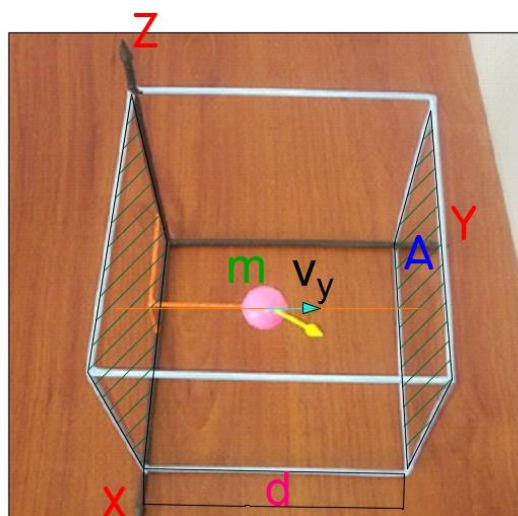
## TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

**Objetivo:** Aplicar los conocimientos de las leyes de movimiento para estructurar una teoría cinética que describa el comportamiento microscópico y macroscópico de un gas ideal.

**Procedimiento:**

- a. Se debe establecer condiciones iniciales inherentes a los elementos que componen el sistema físico y que permiten modelar su comportamiento; estas dictan que:
  - El análisis se efectuará a partir de una partícula de gas de dimensiones insignificantes, la cual ignora la acción de las demás partículas y se desplaza en movimiento recto hacia las paredes de la caja.
  - Las paredes de la caja son rígidas, por consiguiente el choque entre la pared y molécula es perfectamente elástico y permite aplicar principios de momentum lineal y de energía cinética.
  
- b. Coloque algunos parámetros matemáticos requeridos para elaborar la explicación, para ello dote de coordenadas a su sistema e identifique las paredes de área  $A$  en las que se efectúen las colisiones. Proceda a descomponer a su vector en coordenadas cartesianas  $\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$  escogiendo una en la dirección de la colisión, designe una distancia  $d$  a lo largo de la cual se desplazará la partícula.

Gráfica 3. 24



c. Haga uso de las leyes de movimiento y especifique:

-El momentum de la partícula  $p = m * v$ , donde  $m$  es la masa de la partícula y  $v$  es su velocidad, en el caso del ejemplo será  $v_y$ . Determine la variación de momentum  $\Delta p = 2mv_y$

-El tiempo que le toma a la partícula rebotar y regresar a lo largo del eje Y, lo cual se obtiene a partir de la ecuación de movimiento en donde  $t = \frac{2d}{v_y}$ .

-La fuerza que actúa sobre la pared, a partir del segundo principio de Newton donde:  $F = \frac{\Delta p}{t} = \frac{2mv_y}{t} = \frac{mv_y^2}{d}$

-Efectué las operaciones matemáticas requeridas y obtenga la presión que la molécula ejerce sobre la caja.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{mv_y^2}{V}, \text{ donde } V \text{ es volumen}$$

d. Generalice la relación de presiones para N moléculas y los otros ejes para obtener velocidades medias:

$$\langle v_x \rangle^2 = \frac{\sum_i^N v_{xi}^2}{N}; \langle v_y \rangle^2 = \frac{\sum_i^N v_{yi}^2}{N}; \langle v_z \rangle^2 = \frac{\sum_i^N v_{zi}^2}{N}$$

donde :  $\langle v_x \rangle^2 = \langle v_y \rangle^2 = \langle v_z \rangle^2$ , siendo  $\langle v \rangle^2 = \frac{\langle v \rangle^2}{3}$

e. Obtenga las ecuaciones características que describe la presión y energía del sistema de partículas dentro la caja.

$$p = \frac{N \cdot m}{3V} \cdot \langle v \rangle^2$$

$$\langle E \rangle = \frac{Nm \langle v \rangle^2}{2}$$

**MARCO TEÓRICO:**

El estudio de la teoría cinética de los gases requiere de la aplicación de las Leyes de Newton para generar las ecuaciones de un gas ideal. La presión ejercida por un gas al interior de un contenedor se debe a la colisión de las moléculas contra la pared. Para ello se considera una componente de la velocidad  $v$ . De esta manera, las moléculas impactan de una manera perfectamente elástica contra una pared de área  $A$ . Al aplicar los criterios de Fuerza, se obtienen las ecuaciones de presión y energía a nivel microscópico.

$$\text{Presión, } p = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \langle v \rangle^2$$

$$\text{Energía, } \langle E \rangle = \frac{Nm \langle v \rangle^2}{2} \quad \text{Densidad Volumétrica de Energía, } \langle E_v \rangle = \frac{Nm \langle v \rangle^2}{2V}$$

Energía en términos de temperatura y número de moléculas:

$$E = \frac{3}{2} KNT ; E = \frac{3}{2} RnT$$

$$\text{Temperatura, } T = \frac{2E}{3kN} = \frac{2E}{3Rn}$$

**EJERCICIO MODELO:**

Un recipiente de  $0,1 \text{ m}^3$  contiene 12 mol de xenón. La velocidad media de las moléculas es de  $600 \text{ m/s}$ . Determine: a) ¿Qué presión ejerce el gas sobre el recipiente?, se sabe que la masa de una molécula de xenón es  $2,193 \text{ E} - 25 \text{ kg}$ .

**Solución:**

a) Se aplica la ecuación:

$$p = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \langle v \rangle^2, \quad \text{donde } N = 6,022 \text{ E}23 * 12 = 7,2264 \text{ E}24$$
$$m = 2,193 \text{ E} - 25 \text{ kg}, V = 0,1 \text{ m}^3, \langle v \rangle = 600 \text{ m/s}$$
$$p = 1901649,424 \text{ Pa}$$

**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Del ejercicio modelo halle la densidad volumétrica de energía

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

## Tablero de moléculas

### TEMAS QUE CUBRE

- Un ajuste a la teoría Cinética

Gráfica 3. 25

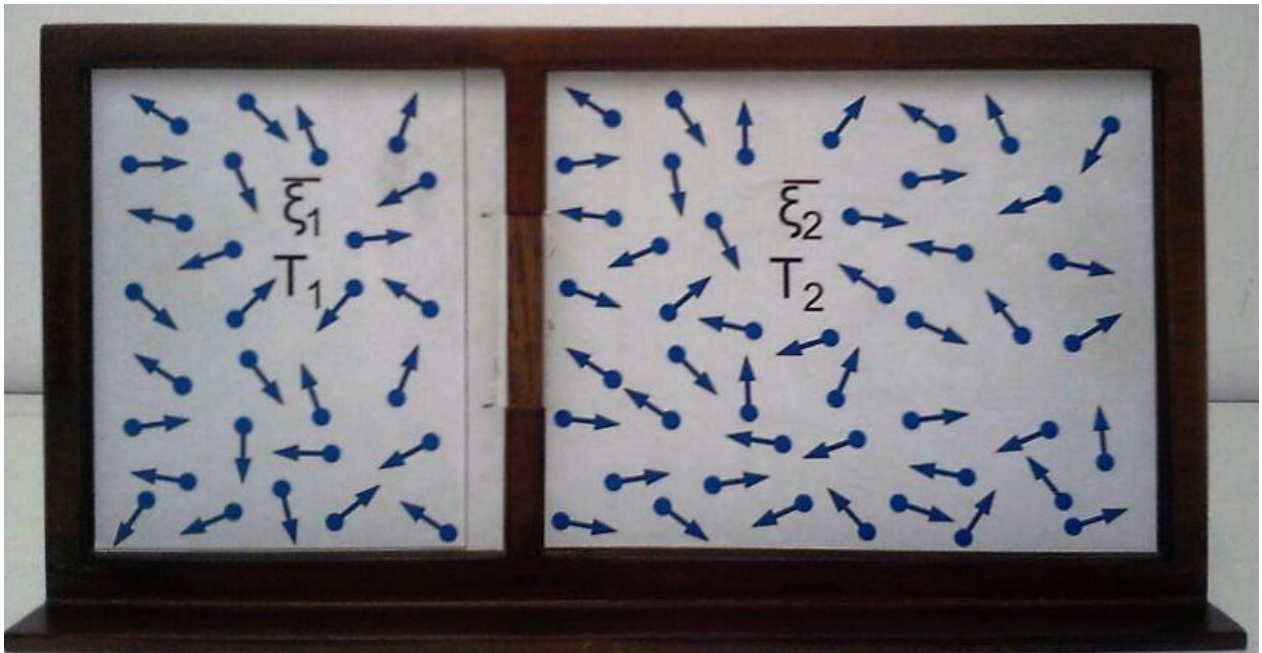




Tabla 3. 10

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
panel 1	madera	marrón	1	recipiente de moléculas
panel 2	madera	marrón	1	recipiente de moléculas
flechas	papel adhesivo	azul	1	desplazamiento de moléculas de gas
empalme	madera	marrón	1	pared que separa los paneles

## UN AJUSTE A LA TEORÍA CINÉTICA

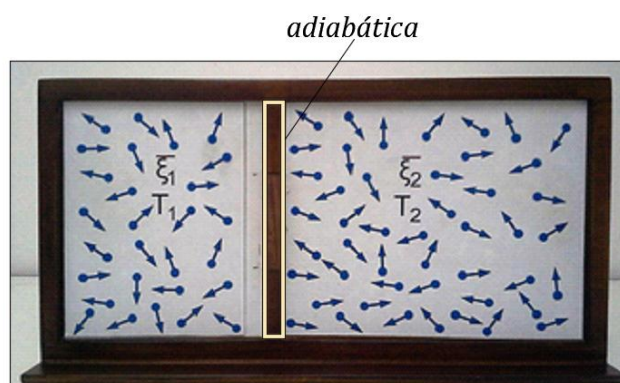
**Objetivo:** Conocer una pequeña adecuación o mejora al modelo cinético de un gas ideal para adaptarlo de mejor manera a su comportamiento experimental.

### Procedimiento:

Mediante el tablero de moléculas se busca acercar el modelo ideal del gas a uno más realista en el que se manifieste la interacción que existe entre las partículas, para ello:

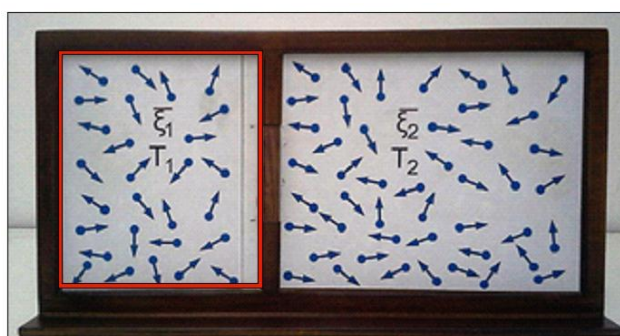
- Precise a los estudiantes que la pared que separa a los dos sistemas de partículas es adiabática, por consiguiente, cada grupo mantendrá una temperatura y energía promedio diferentes.

Gráfica 3. 26

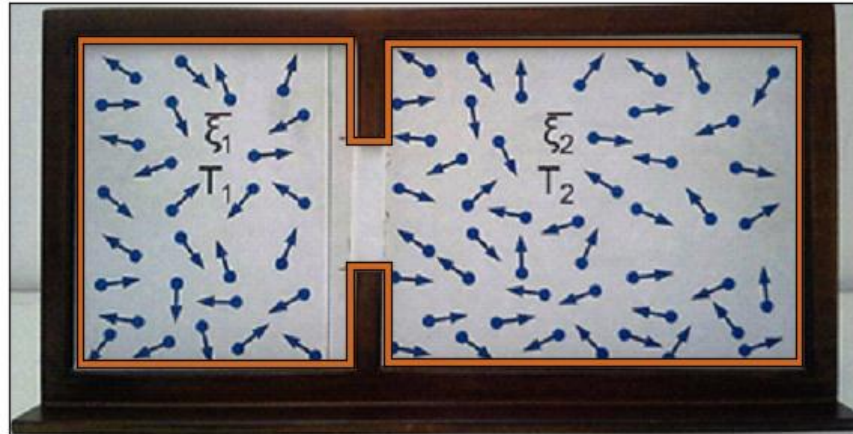


- Determine una situación en la que el grupo de moléculas de la izquierda es calentado hasta una temperatura  $T_1$ , mientras que el otro conserva su temperatura  $T_2$ .

Gráfica 3. 27



- c) Establezca de acuerdo al principio Cero de la Termodinámica, que al retirar la pared adiabática se alcanza un equilibrio térmico, lo cual implica la obtención de una temperatura general del sistema, así como la consolidación de una energía molecular media.

 $\xi, \hat{T}$ 

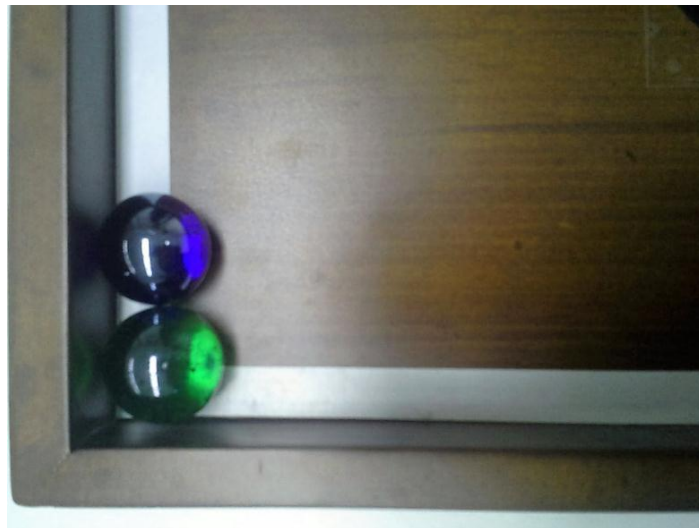
**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

## Mesa de billar pequeña

### TEMAS QUE CUBRE

- Un ajuste a la teoría Cinética

Gráfica 3. 28



Gráfica 3. 29



Tabla 3. 11

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
mesa de billar	madera	marrón	1	superficie de impacto
canicas	vidrio	gris/azul/turquesa	16	molécula de gas

### ***UN AJUSTE A LA TEORÍA CINÉTICA***

**Objetivo:** Conocer una pequeña adecuación o mejora al modelo cinético de un gas ideal para adaptarlo de mejor manera a su comportamiento experimental.

**Procedimiento:**

Mediante la disposición de las canicas sobre la mesa de billar se busca medir el volumen real dentro del cual se pueden desplazar los centros de masa de las moléculas de gas, para ello:

- a) Coloque dos canicas en el espacio marcado de la mesa; las canicas representan las moléculas de gas. Con los estudiantes proceda a medir el volumen de impenetrabilidad que existe entre los centros de masa de cada molécula.

Gráfica 3. 30



- b) Al establecer el volumen de impenetrabilidad generado entre un par de moléculas ( $V = \frac{4}{3}\pi(2r)^3$ ), generalice con los estudiantes el hecho, para  $N$  moléculas:

$$b = \frac{N}{2} \cdot \frac{32}{3} \pi r^3 = \frac{16}{3} \pi N r^3$$

- c) Aglutine una fila de canicas en uno de los extremos de la mesa, verifique cuál es el volumen de impenetrabilidad en los extremos de la mesa.

Gráfica 3. 31



### ***UN AJUSTE A LA TEORÍA CINÉTICA***

## MARCO TEÓRICO:

El físico Rudolf Clausius elaboró una corrección sencilla para poder obtener el volumen real de desplazamiento que tienen las moléculas. Este volumen real fue definido como :  $V_{recort} = V - b$ .

Donde b es conocido como el volumen de impenetrabilidad, el cual se elabora a partir de la interacción de dos moléculas y equivale al volumen de una esfera de radio  $2r$ .

$$b = \frac{N}{2} \frac{4}{3} \pi (2r)^3 = \frac{16}{3} \pi N r^3$$

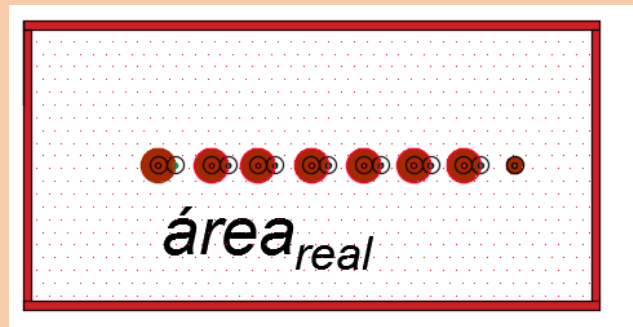
$$\text{Finalmente } V_{recort} = V - \frac{16}{3} \pi r^3$$

La corrección anterior modifica la ecuación del gas ideal:

$$P(V - b) = RnT, \text{ conocida como la ecuación de Estado de Clausius}$$

## EJERCICIO MODELO

*Sobre una mesa de billar, de 2,4 m por 1,2 m, se han colocado quince bolas de 3,5 cm de radio cada una. Determinar el área de impenetrabilidad.*



**Solución:**

Se calcula el área de impenetrabilidad en base a la siguiente ecuación:

$$A_{im} = \frac{N}{2} \pi (2R)^2$$



$$A_{im} = \frac{15}{2} \pi (2 * 0,035)^2 = 0,116 \text{ m}^2$$

En los filos de la mesa de billar el centro de masa tampoco es capaz de penetrar por lo tanto.

$$A = 2(2,4 * 0,035) + 2(1,13 * 0,035) = 0,247 \text{ m}^2$$

Finalmente:

$$A_{impenetrabilidad} = 0,116 + 0,247 = \mathbf{0,363 \text{ m}^2}$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

*Un tanque de  $0,005 \text{ m}^3$  contiene 4 mol de neón a 400 K y  $4E6 \text{ Pa}$ . Determinar la ecuación de estado de Clausius.*

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

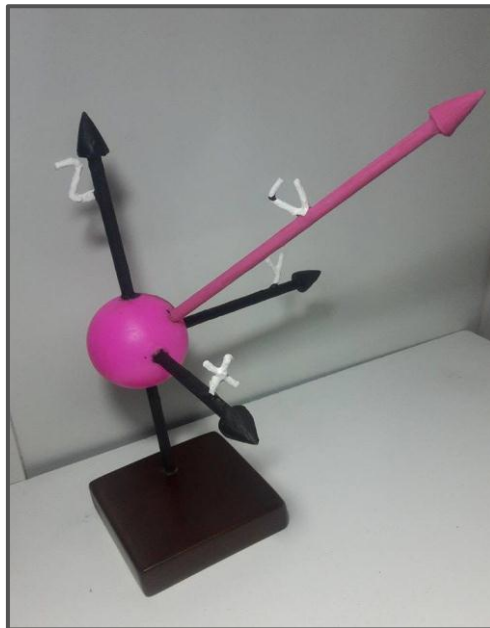


## Juego de moléculas de gas

### TEMAS QUE CUBRE

- Teorema de la Equipartición de la Energía, Grados de libertad

Gráfica 3. 32



Gráfica 3. 33

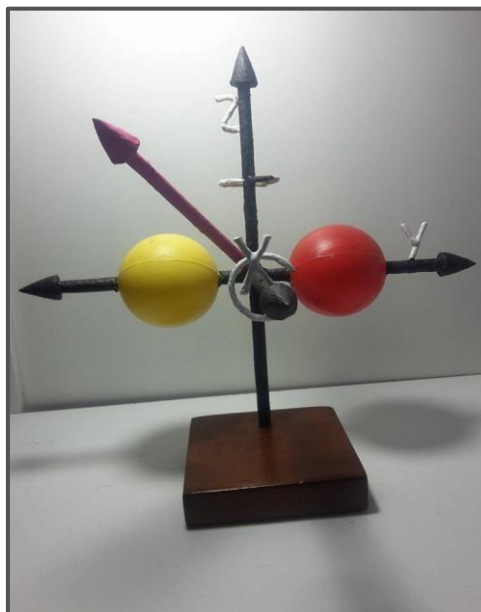


Tabla 3. 12

DESCRIPCIÓN				
Elemento	Material	Color	Cant.	Representa
esfera	plástico	rosado	1	molécula monoatómica
ejes	alambre galvanizado	negro	3	referencias rectangulares x, y, z
vector	alambre galvanizado	rosado	1	velocidad de la partícula de gas en el espacio

Tabla 3. 13

DESCRIPCIÓN				
Elemento	Material	Color	Cant.	Representa
esfera	plástico	rojo amarillo	2	molécula diatómica
ejes	alambre galvanizado	negro	3	referencias rectangulares x, y, z
vector	alambre galvanizado	amarillo	1	velocidad del centro de masa del sistema de partículas en el espacio
flechas	alambre galvanizado	blanco/negro	2	sentido de rotación respecto a los ejes.

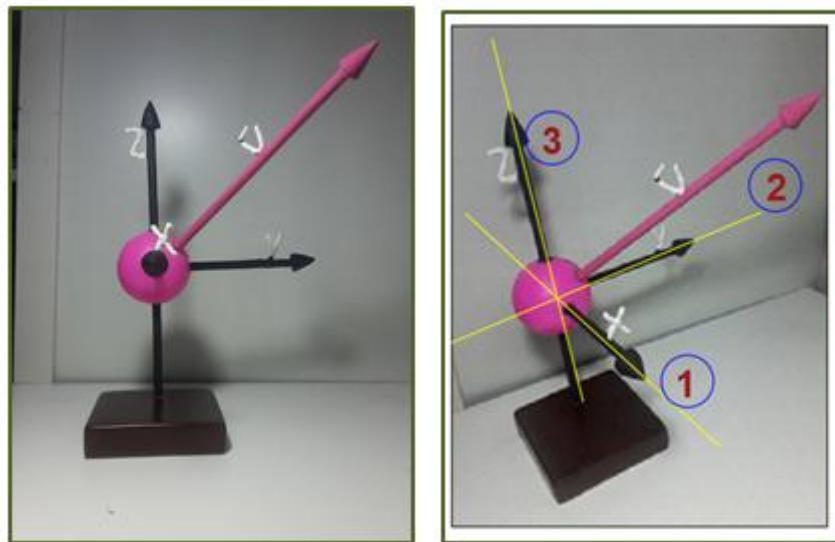
**GUÍA PARA EL MAESTRO****TEOREMA DE LA EQUIPARTICIÓN DE LA ENERGÍA**

**Objetivo:** Conocer y aprender bien este concepto físico que será utilizado con cierta frecuencia en el desarrollo de algunos temas subsiguientes de Termodinámica.

**Procedimiento:**

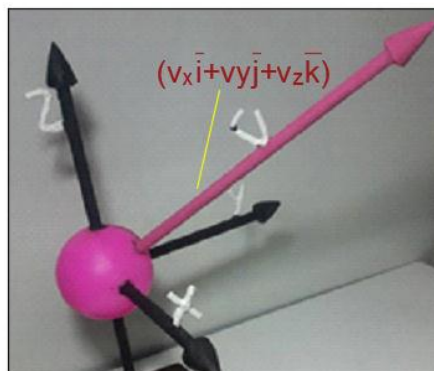
- a) Del juego de moléculas escoja el modelo de gas monoatómico. Contabilice los grados de libertad presentes en el átomo, para ello, con el eje x de la maqueta apuntando hacia el estudiante indique las tres posibles maneras en las que el átomo puede trasladarse.

Gráfica 3. 34



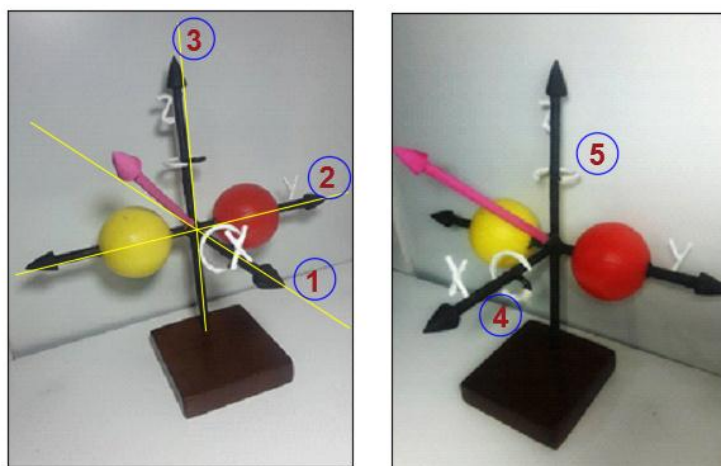
- b) Utilice el vector  $v$  del modelo didáctico para establecer la ecuación de energía molecular media, suponiendo que la molécula no interactúa con otras moléculas.

Gráfica 3. 35



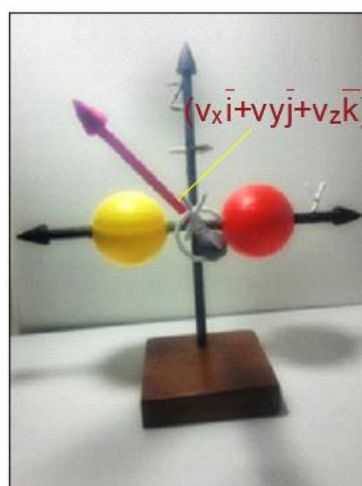
- c) Del juego de partículas extraiga el modelo de gas diatómico. Contabilice los grados de libertad presentes en la molécula, para ello, con el eje x de la maqueta apuntando hacia los estudiantes indique las tres posibles maneras en las que el centro de gravedad de los dos átomos puede trasladarse. Muestre el movimiento rotacional que la molécula tiene con respecto a los ejes perpendiculares señalados; fíjese en las flechas incorporadas en la maqueta y que guían el sentido de rotación.

Gráfica 3. 36



- d) Una vez establecidos los 3 movimientos traslacionales del gas diatómico ( $x, y, z$ ) y sus respectivos movimientos rotacionales ( $\omega_1, \omega_2$ ) utilice el vector  $V$  del modelo didáctico para generar la ecuación de energía molecular media, suponiendo que las moléculas diatómicas no interactúan con otras moléculas.

Gráfica 3. 37



- e) A partir de la energía molecular media defina el *Teorema de la Equipartición de la Energía*: “si las moléculas están en equilibrio térmico con las vecinas, absorberán, en promedio, cantidades iguales de energía para cada una de las formas que posean para absorber energía”

**TEOREMA DE LA EQUIPARTICIÓN DE LA ENERGÍA**

## MARCO TEÓRICO:

El teorema de la Equipartición de Energía hace referencia al reparto de energía que ingresa a cada molécula de una muestra, la misma que se distribuye de manera equitativa a las diferentes instancias que lo requieran; las instancias son los grados de libertad que posee la molécula. La manera más común para enunciar el teorema es: “*si las moléculas están en equilibrio térmico con las vecinas, absorberán, en promedio, cantidades iguales de energía para cada una de las formas que posean para absorber energía*”. Cabe mencionar que el teorema tiene validez sólo si los términos de la expresión de la energía total de la molécula son proporcionales al cuadrado de una componente de velocidad o al cuadrado de una coordenada, sea lineal o angular.

A continuación se colocan las ecuaciones de la energía molecular media para el caso de los gases monoatómicos y diatómicos:

$$\langle \xi \rangle = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 + \frac{1}{2}mv_z^2, (\text{monoatómico})$$

$$\langle \xi \rangle = \frac{1}{2}mv_x^2 + \frac{1}{2}mv_y^2 + \frac{1}{2}mv_z^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 + \frac{1}{2}I_2\omega_2^2, (\text{diatómico})$$

## EJERCICIO MODELO

*Si un gas monoatómico requiere de 15 unidades energéticas para producir un incremento  $\Delta T$  de su temperatura, ¿Cuántas de dichas unidades energéticas requerirá un gas diatómico para producir un mismo incremento?*

### **Solución:**

Se establece que el gas monoatómico posee cinco moléculas con 3 grados de libertad cada una, es decir  $5 * 3 = 15$ . Por lo tanto el gas diatómico que necesita 5 unidades energéticas, por cada una, requiere:  $15 + 5(2) = 25$  unidades energéticas.



## ACTIVIDAD PROPUESTA:

*Determine los grados de libertad para una molécula gaseosa de  $H_2O$ .*

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

## Sistema Cilindro – Pistón

### TEMAS QUE CUBRE

- Trabajo y Diagrama P – V para un gas
- Procesos Isocóricos e Isobáricos

Gráfica 3. 38



Tabla 3. 14

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
recipiente cilíndrico	vidrio	transparente	1	cilindro del pistón
mango	madera	marrón	1	manija del pistón
placa circular	madera	marrón	1	área de compresión del pistón

## GUÍA PARA EL MAESTRO

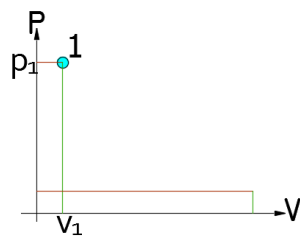
### TRABAJO Y DIAGRAMA $p - V$ PARA UN GAS

**Objetivo:** Conocer y aprender correctamente lo que es y representa un diagrama  $p-V$  para un gas ideal o real. Obtener de él la expresión pertinente para el trabajo que realiza el gas al expandirse.

**Procedimiento:**

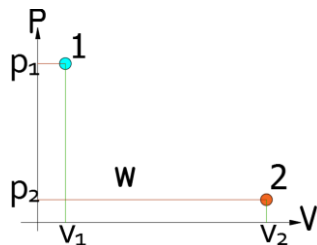
- Explique cómo se genera la curva  $p - V$  cuando el trabajo es efectuado por el sistema, para ello:
- a) Sitúe el mango del pistón en la posición 1 a la vez que dibuja el par termodinámico  $(V_1, p_1)$ , en el grafo  $p - V$ .

Gráfica 3. 39

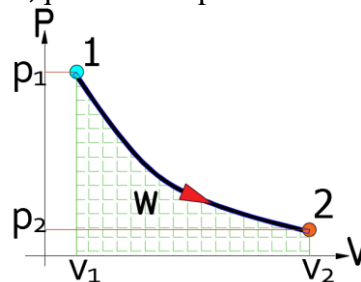


- b) Desplace el mango del pistón hasta la posición 2 y dibuje el par Termodinámico  $(V_2, p_2)$  en el grafo  $p - V$ .

Gráfica 3. 40



- c) Una vez determinada la curva, establezca la ecuación de trabajo, en función de  $S$ , que es el área del pistón y  $\Delta x$ , que es el desplazamiento del pistón :



Así,  $W = p * \Delta V$ , cuyo valor es positivo, pues es el sistema quien realiza el trabajo.



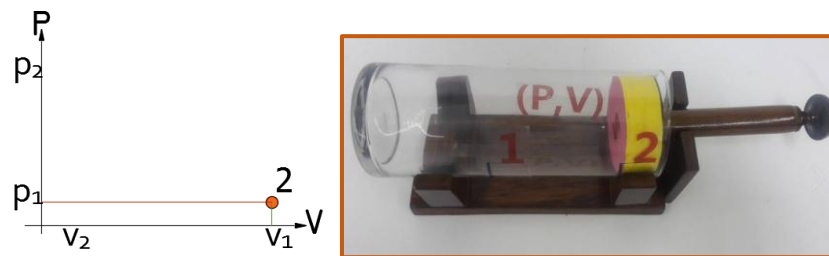
d) Reescriba la ecuación para la primera Ley de la Termodinámica como:

$$\Delta U = \Delta Q - (p * \Delta V)$$

- Explique cómo se genera la curva  $p - V$  cuando el trabajo es efectuado por la vecindad del sistema, para ello:

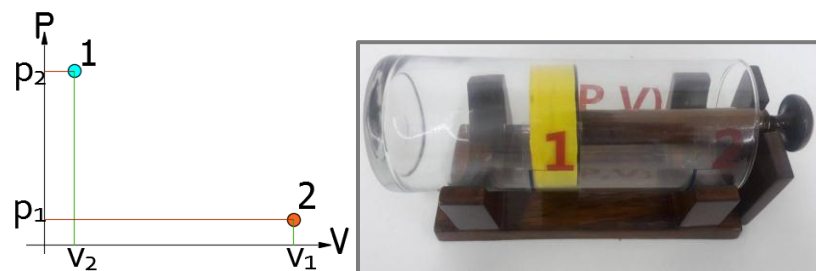
e) Sitúe el mango del pistón en la posición 2 a la vez que dibuja el par termodinámico  $(V_1, p_1)$ , en el grafo  $p - V$ .

Gráfica 3. 41

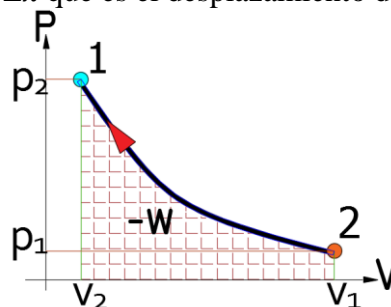


f) Desplace el mango del pistón hasta la posición 1 y dibuje el par Termodinámico  $(V_2, p_2)$  en el grafo  $p - V$ .

Gráfica 3. 42



g) Una vez determinada la curva, establezca la ecuación de trabajo, en función de  $S$ , que es el área del pistón y  $\Delta x$  que es el desplazamiento del pistón :



Así se obtiene  $W = p * \Delta V$  cuyo valor es negativo, pues es el gas quien desarrolla un trabajo negativo, o lo que es lo mismo, la vecindad es la que está realizando el trabajo.

h) Reescriba la ecuación para la primera Ley de la Termodinámica como:

$$\Delta U = \Delta Q - (-p * \Delta V) = \Delta Q + (p * \Delta V)$$

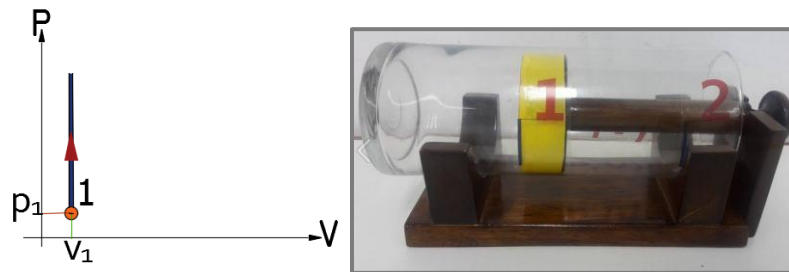
## PROCESOS ISOCÓRICOS E ISOBÁRICOS

**Objetivo:** Conocer y aprender correctamente estos dos procesos o transformaciones tan frecuentes en la vida real así como sus implicaciones en algunos conceptos relacionados.

### Procedimiento:

- a) Explique cómo se genera la curva  $p - V$  durante el proceso isocórico, para ello mantenga al pistón en una posición fija 1. Establezca la gráfica de procesos isocóricos.

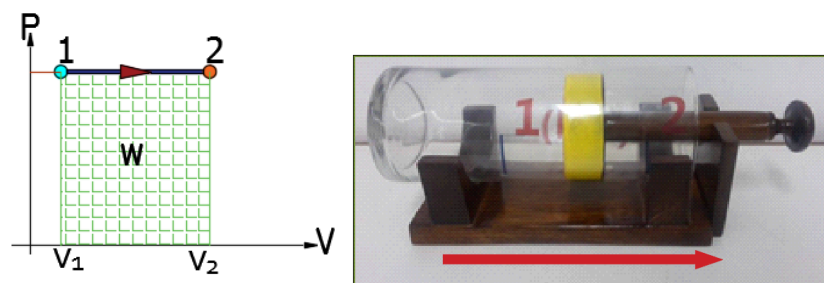
Gráfica 3. 43



Apóyese de la ecuación  $\Delta U = \Delta Q - W$ , donde  $W = 0$ ; al mantenerse un volumen constante, explique la incidencia que tiene la temperatura en el incremento o disminución de la presión y la energía interna del sistema.

- b) Explique cómo se genera la curva  $p - V$  durante el proceso isobárico, para ello desplace al mango del pistón entre las posiciones 1 y 2, se supone que la presión se mantiene constante. En ese momento establezca la gráfica de procesos isocóricos.

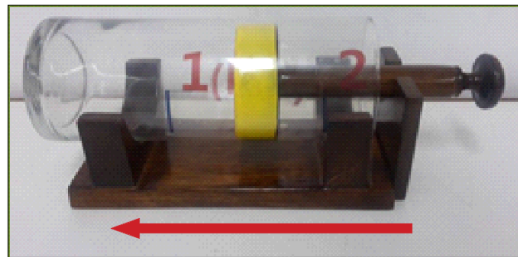
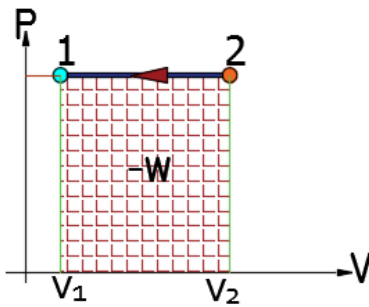
Gráfica 3. 44



Al expandirse el volumen de  $V_1$  a  $V_2$ , el sistema desarrolla un trabajo positivo.

- c) Explique cómo se genera la curva  $p - V$  durante el proceso isobárico, para ello desplace al mango del pistón entre las posiciones 2 y 1; se supone que la presión se mantiene constante. En ese momento establezca la gráfica de procesos isobáricos.

Gráfica 3. 45



Al contraerse el volumen de  $V_2$  a  $V_1$ , el sistema desarrolla un trabajo negativo.

## TRABAJO Y DIAGRAMA $p - V$ PARA UN GAS

### MARCO TEÓRICO:

Partiendo de la ecuación para la primera Ley de la Termodinámica  $\Delta U = \Delta Q - W$ , la manera en la que se puede incrementar la energía interna de un sistema compuesto por un gas al interior de un pistón es calentar al sistema o ejercer un trabajo sobre él. En este caso particular, la temperatura se mantendrá constante y lo que se hará será desplazar la manija del pistón, lo que permitirá además, obtener la relación entre  $p - V$ .

El desplazamiento del pistón se traduce en una curva inversa para el grafo  $p - V$ . El área comprendida entre la curva, el eje  $V$  y las verticales representa el trabajo realizado por el gas, el cual puede ser positivo o negativo dependiendo de si el trabajo es realizado por el sistema o sobre el sistema.

Ahora la ecuación fundamental que determina el trabajo realizado por un gas al interior de un pistón vienen dado por:

$$W = p \cdot \Delta V, \text{ para el caso en el que la presión sea constante}$$

$$W = \int_a^b p dV, \text{ para una presión variable dependiente del volumen}$$

### EJERCICIO MODELO

La presión de un gas varía según  $p = \frac{2V^2}{e^{0,2V}}$ . Determinar el trabajo realizado por el gas al expandirse desde  $0,8 \text{ m}^3$  hasta  $2,8 \text{ m}^3$ .

#### **Solución:**

Debido a que la presión es una función variable dependiente del volumen, se integra de tal modo que:

$$W = \int_{0,8}^{2,8} 2 \cdot V^2 e^{-0,2V} dV, \text{ resolviendo:}$$

$$W = -10V^2 e^{-0,2V} - 100V e^{-0,2V} - 500e^{-0,2V} \Big|_{0,8}^{2,8}$$

$$W = 9,371 \text{ J}$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

Encontrar el trabajo que realiza un gas que pasa de un estado inicial  $P_1(0,6 \text{ m}^3; 105000 \text{ Pa})$  a  $P_2(3 \text{ m}^3; 14000 \text{ Pa})$ , sobre una trayectoria rectilínea.

## PROCESOS ISOCÓRICOS E ISOBÁRICOS

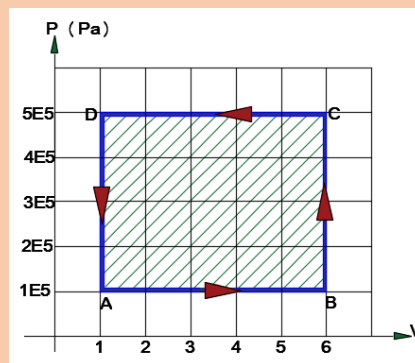
### MARCO TEÓRICO:

En general durante un proceso isocórico se mantiene constante el volumen del recipiente que contiene a la muestra, lo cual conlleva a que el sistema no realice ni reciba trabajo alguno. Lo anterior se expresa como:  $\Delta U = \Delta Q$ , de tal manera que al suministrar o quitar calor se producirán cambios en la energía interna y la presión. Las gráficas  $p - V$  se constituyen en rectas verticales ascendentes o descendentes según se incremente o disminuya la temperatura.

En el caso de los procesos isobáricos, se establece una presión constante a medida que el volumen de gas comprimido varía. La ecuación para la primera Ley de la Termodinámica queda determinada como  $\Delta U = \Delta Q - W$ , donde  $W = p(V_f - V_i) = p\Delta V$ . Típicamente la gráfica  $p - V$  muestra un Trabajo de área rectangular que puede ser positivo o negativo dependiendo de si el trabajo es realizado por el sistema o la vecindad.

### EJERCICIO MODELO

Determine el trabajo que realiza una máquina de acuerdo al ciclo indicado.



#### Solución:

En el ciclo intervienen dos procesos isobáricos (tramos A - B, C- D) y dos isocóricos (tramos B - C, D - A)

$$W = \int p dV = \int_{V_A}^{V_B} p dV + \int_{V_B}^{V_C} p dV + \int_{V_C}^{V_D} p dV + \int_{V_D}^{V_A} p dV$$

$$W = p_1(V_B - V_A) + p_2(V_D - V_C)$$

$$W = 1E5(6 - 1) + 5E5(1 - 6)$$

$$W = 5E5 - 2,5E6 = -2E6 \text{ J}$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

Determine la cantidad de calor necesaria para calentar una muestra de 3 moles de un gas ideal desde 220,15 K hasta 300,1 K, a volumen constante.

**NOMBRE DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

**Juego de Curvas para ciclos Termodinámicos**

**TEMAS QUE CUBRE**

- La Máquina de Carnot y el segundo principio de la Termodinámica
- Ciclos Termodinámicos

Gráfica 3. 46

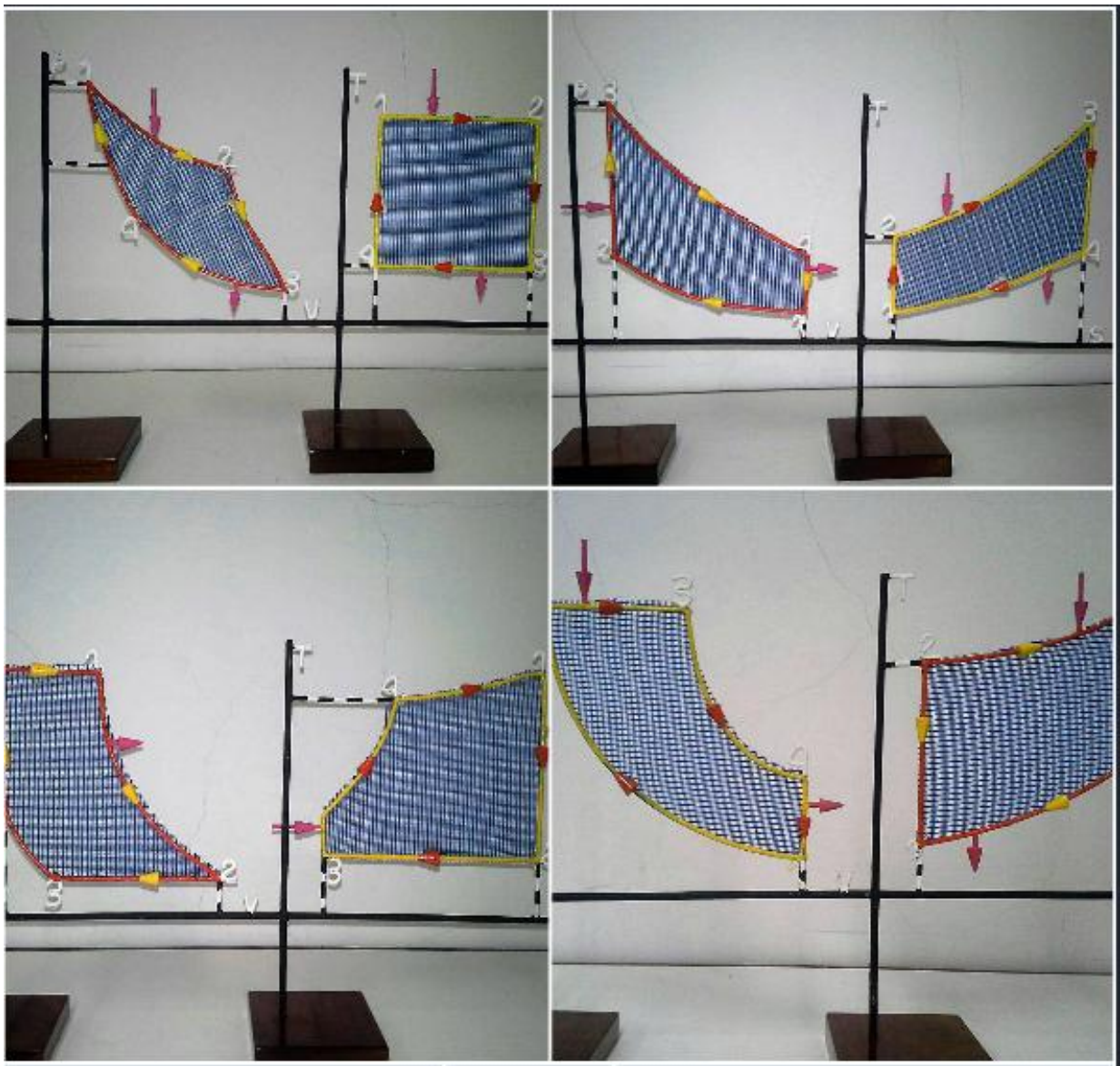


Tabla 3. 15

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
curva	alambre galvanizado	amarillo	1	Ciclo Termodinámico de Carnot para P-V
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Ciclo Termodinámico de Carnot para T-S
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistema de referencia Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	amarillo/naranja	8	Sentido del ciclo Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	rosado	2	Ingreso/Egreso de calor en el Sistema

Tabla 3. 16

<b>DESCRIPCIÓN</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Material</b>	<b>Color</b>	<b>Cant.</b>	<b>Representa</b>
curva	alambre galvanizado	amarillo	1	Ciclo Termodinámico de Otto para P-V
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Ciclo Termodinámico de Otto para T-S
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistemas de referencia Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	amarillo/naranja	8	Sentido del ciclo Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	rosado	2	Ingreso/Egreso de calor en el Sistema

Tabla 3. 17

DESCRIPCIÓN				
Elemento	Material	Color	Cant.	Representa
curva	alambre galvanizado	amarillo	1	Ciclo Termodinámico de Diesel para P-V
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Ciclo Termodinámico de Diesel para T-S
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistemas de referencia Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	amarillo/naranja	8	Sentido del ciclo Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	rosado	2	Ingreso/Egreso de calor en el Sistema

Tabla 3. 18

DESCRIPCIÓN				
Elemento	Material	Color	Cant.	Representa
curva	alambre galvanizado	amarillo	1	Ciclo Termodinámico de Rankine para P-V
curva	alambre galvanizado	naranja	1	Ciclo Termodinámico de Rankine para T-S
ejes	alambre galvanizado	negro	2	Sistemas de referencia Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	amarillo/naranja	8	Sentido del ciclo Termodinámico
flechas	alambre galvanizado	rosado	2	Ingreso/Egreso de calor en el Sistema



**GUÍA PARA EL MAESTRO**
**LA MÁQUINA DE CARNOT Y EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

**Objetivo:** Conocer y aprender correctamente la estructura teórica de una máquina de Carnot y su relación con conceptos antes adquiridos.

**Procedimiento:**

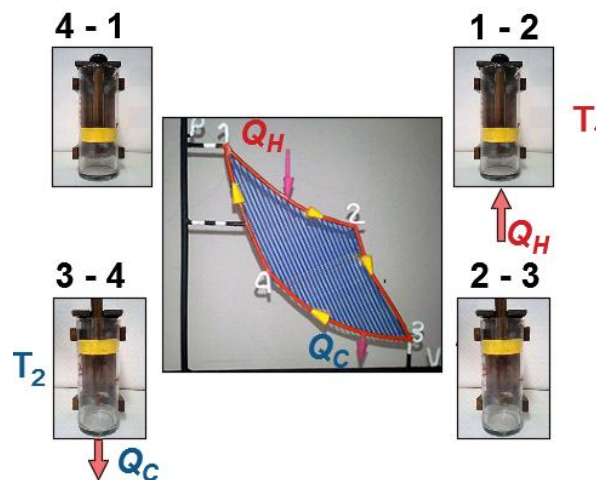
Se busca explicar el principio de funcionamiento de la máquina de Carnot, para ello:

- a) Haga uso del modelo didáctico para  $p - V$  del juego de curvas de Carnot. Fíjese en la numeración colocada en el modelo didáctico y explique los cuatro procesos que se dan a lo largo del ciclo termodinámico. Acompañe su explicación de una tabla en la que se describa la manera en la que varían los parámetros de temperatura trabajo y calor. Haga énfasis en la utilidad que posee la diferencia de temperaturas para establecer el ciclo de trabajo.

Tramo	Proceso	Q	W	T
1 – 2	Expansión Isotérmica	$Q_H$ , foco caliente	+	$T_1$
2 – 3	Expansión Adiabática	0, se retira $Q_H$	+	
3 – 4	Compresión Isotérmica	$Q_C$ , foco frío de calor	-	$T_2$
4 – 1	Compresión Adiabática	0, se retira $Q_C$	-	

- b) Utilice el pistón como recurso adicional y explique lo que ocurre en dicho dispositivo durante cada etapa del ciclo.

Gráfica 3. 47



## CICLOS TERMODINÁMICOS Y MÁQUINAS TÉRMICAS

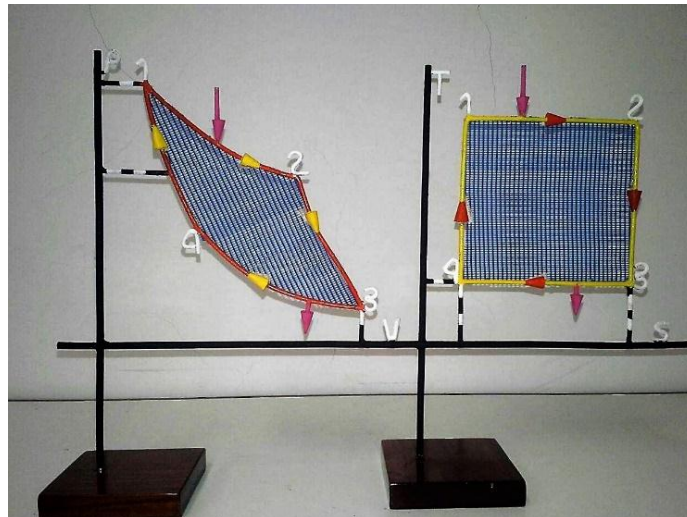
**Objetivo:** Ampliar un poco más los conocimientos relacionados con los ciclos termodinámicos y sus aplicaciones a los diferentes tipos de máquinas térmicas.

**Procedimiento:**

Se busca explicar el principio de funcionamiento de cada uno de los ciclos Termodinámicos, para ello:

- a) Haga uso del modelo didáctico de las curvas de Carnot. Fíjese en la numeración colocada en el modelo didáctico y explique los cuatro procesos que se dan a lo largo del ciclo termodinámico. Acompañe su explicación de una tabla en la que se describa la manera en la que varían las variables Termodinámicas.

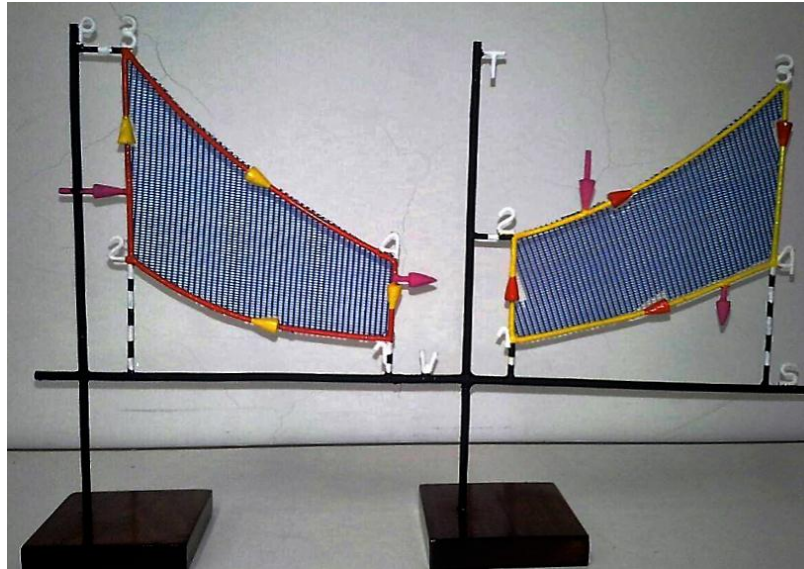
Gráfica 3. 48



Tramo	Curva	Q	Constante
1 – 2	Isotérmica	$Q_1$ , foco caliente	Temperatura
2 – 3	Adiabática	0	Entropía
3 – 4	Isotérmica	$Q_2$ ,foco frio de calor	Temperatura
4 – 1	Adiabática	0	Entropía

- b) Haga uso del modelo didáctico del ciclo de Otto. Fíjese en la numeración colocada en el modelo didáctico y explique las cuatro curvas que se generan a lo largo del ciclo termodinámico. Acompañe su explicación de una tabla en la que se describa la manera en la que varían las variables Termodinámicas.

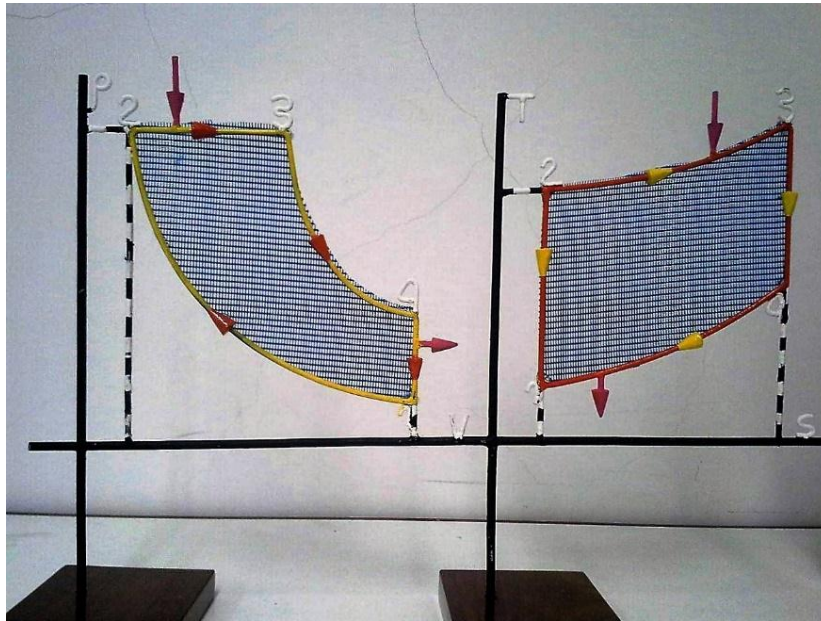
Gráfica 3. 49



Tramo	Curva	Q	Constante
1 – 2	Adiabática	0	<i>Entropía</i>
2 – 3	Isocórica	$Q_1$ , foco caliente	<i>Volumen</i>
3 – 4	Adiabática	0	<i>Entropía</i>
4 – 1	Isocórica	$Q_2$ , foco frío de calor	<i>Volumen</i>

- c) Haga uso del modelo didáctico del ciclo de Diesel. Fíjese en la numeración colocada en el modelo didáctico y explique las cuatro curvas que se generan a lo largo del ciclo termodinámico. Acompañe su explicación de una tabla en la que se describa la manera en la que varían las variables Termodinámicas.

Gráfica 3. 50

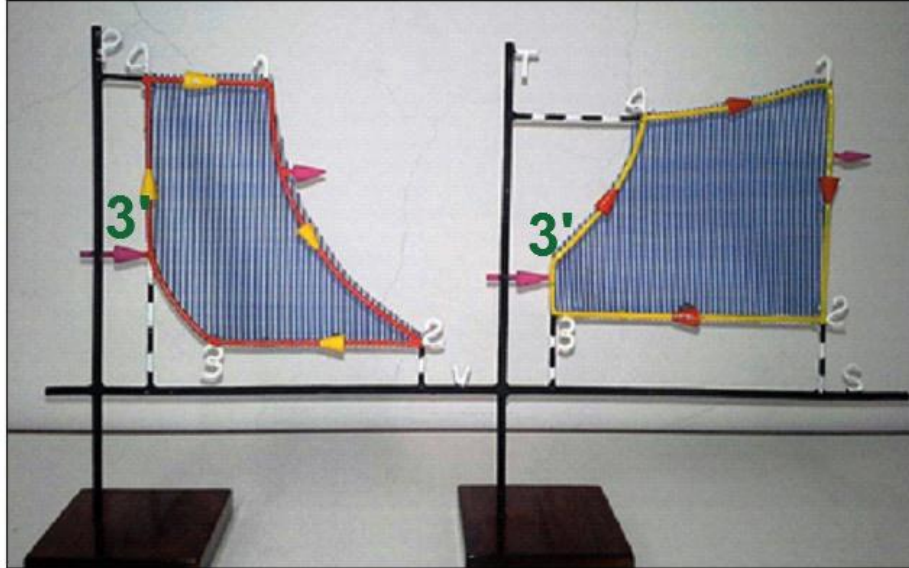


Tramo	Curva	Q	Constante
1 – 2	Adiabática	0	Entropía
2 – 3	Isobárica	$Q_1$ , foco caliente	Presión
3 – 4	Adiabática	0	Entropía
4 – 1	Isocórica	$Q_2$ , foco frio de calor	Presión

- d) Haga uso del modelo didáctico del ciclo de Rankine. Fíjese en la numeración

colocada en el modelo didáctico y explique las cinco curvas que se generan a lo largo del ciclo termodinámico. Acompañe su explicación de una tabla en la que se describa la manera en la que varían las variables Termodinámicas.

Gráfica 3. 51



Tramo	Curva	Q	Constante
1 – 2	Adiabática	$Q_1$ , foco frío de calor	Entropía
2 – 3	Isobárica	0	Presión
3 – 3'	Adiabática	$Q_1$ , foco caliente	Entropía
3' – 4	Isocórica	0	Volumen
4 – 1	Isobárica	0	Presión

**LA MÁQUINA DE CARNOT Y EL SEGUNDO PRINCIPIO DE LA TERMODINÁMICA**

## MARCO TEÓRICO:

El segundo principio de la Termodinámica manifiesta que “es imposible que un proceso tenga como único resultado la transferencia de calor de un cuerpo más frío a uno más caliente”; siendo congruente con este hecho, el ingeniero francés Nicolás Carnot sustentó su famoso ciclo de trabajo a partir del uso de temperaturas máximas y mínimas. Bajo esta premisa se busca trabajar en procesos que no sean irreversibles, de tal manera que en los tramos en los cuales el sistema es puesto en contacto con un foco caliente o frío, no debe existir una diferencia de temperatura finita que genere un flujo de calor, lo que conlleva a la generación de procesos isotérmicos.

Del mismo modo, en cualquier proceso en el que la temperatura del sistema sea intermedia, se debe evitar transferencia de calor entre el sistema y las fuentes ya que de no ser así, el proceso podría ser irreversible; por tanto, se establecen procesos adiabáticos.

Las ecuaciones que caracterizan los procesos llevados a cabo en el ciclo de Carnot son:

$\frac{Q_C}{Q_H} = -\frac{T_C}{T_H}$ ; *transferencia de calor*, donde  $T_C$  y  $T_H$  son las temperaturas en los focos caliente y frío

$\eta = \frac{T_H - T_C}{T_H} = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ ; *eficiencia*.

## EJERCICIO MODELO

Una máquina de Carnot toma 2500 J de calor de una fuente a 450 K, desarrolla trabajo y desecha calor a una fuente a 350 K. a) ¿Cuánto trabajo efectúa?, b) ¿cuánto calor expulsa?

**Solución:**

*Se aplica la ecuación de transferencia de calor:*

$$Q_C = -\frac{T_C}{T_H} * Q_H = -\frac{350}{450} * 2500 = -1944,4 J$$

*Al aplicar la primera Ley de la Termodinámica:*

$$\Delta U = \Delta Q - W; W = 2500 - 1944,4 = 555,6 \text{ J}$$



**ACTIVIDAD PROPUESTA:**

Del enunciado anterior, calcule el rendimiento que posee la máquina.



## MARCO TEÓRICO:

Para poder describir un ciclo de trabajo se utilizan las coordenadas  $p, V$  concernientes a presión y volumen, así como las coordenadas  $T, S$  que corresponden a temperatura y entropía. Un ciclo de trabajo es considerado como un camino cerrado formado por curvas termodinámicas que encierran un área determinada. Entre los ciclos que más relevancia han representado en el estudio de la Termodinámica se encuentran los ciclos de Carnot, de Otto, de Diesel y de Rankine.

### EJERCICIO MODELO

Hallar el trabajo que se realiza en el ciclo mostrado en el gráfico limitado por las isotermas A – B y C-D y las isocóricas B – C y D – A.

#### Solución:

Se obtiene las funciones inversas de las isotermas:

$$1: P = \frac{3600}{V}$$

$$2: P = \frac{1440}{V}$$

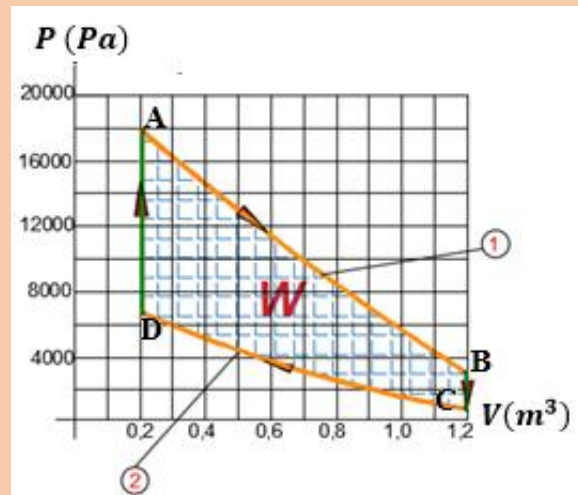
$$P(V) = \frac{2160}{V}$$

Se integra la función con los límites 0,2 y 1,2.

$$W = \int_{0,2}^{1,2} \frac{2160}{V} dV =$$

$$W = 2160 * \ln V \Big|_{0,2}^{1,2}$$

$$W = 2160(1,791)$$



### ACTIVIDAD PROPUESTA:

Completar: El ciclo de Carnot está limitado por.....

### CONCLUSIONES





El Constructivismo es una corriente educativa, cuya flexibilidad y apertura permite incorporar una variedad de herramientas, las cuales son elaboradas con el aporte de otras áreas del conocimiento. La buena predisposición del docente para establecer mecanismos adecuados que ayuden a insertar nuevas propuestas, se ve traducida en enfoques novedosos que son capaces de llenar las expectativas de los estudiantes.

El uso de modelos mentales ha mostrado ser una apuesta acertada, ya que detrás de ellos se teje una sólida teoría que les brinda la validez necesaria. El uso de las maquetas para representar los modelos físicos demuestra ser una propuesta versátil y llena de opciones, pues permite entablar un intercambio de ideas desde lo visual y no se limita a lo expuesto en el texto.

Los resultados de las encuestas evidenciaron el grado de dificultad que muestra la asignatura de Termodinámica e hicieron relucir los criterios a favor que tenían los estudiantes acerca de la necesidad de insertar material didáctico para encarar de mejor manera las clases. Un gran número hizo conciencia en lo importante que resulta apegarse a un modelo físico real para aprender ciertos conceptos que de otra manera resultarían abstractos.

La propuesta ha hecho hincapié en los elementos importantes que debe presentar una clase, como es el momento didáctico y la posterior consolidación de conocimientos a partir de ejercicios de aplicación. La premisa ha sido orientar sobre la manera en la que se puede utilizar el material; no obstante, el docente y su ingenio siempre pueden ofrecer nuevos caminos para generar un nuevo uso del material.

## **RECOMENDACIONES**



Las Físicas, tanto generales como superiores que conforman el pensum de estudios de la carrera, pueden presentar un grado de dificultad para el estudiante. Lo anterior avizora la necesidad de instalar propuestas didácticas semejantes o superiores a la presentada, con el fin de formar un conocimiento solvente en cada estudiante y así evitar problemas futuros cuando se tenga que estudiar contenidos más complejos.

El uso de modelos mentales representa un campo de estudio extenso que no ha sido descifrado con una certeza absoluta. Resulta importante investigar e implementar nuevas propuestas que refuercen la comunicación de ideas físicas a partir de modelos mentales, aquello puede mejorar la manera en la que se percibe la Física.

## **BIBLIOGRAFÍA**

*Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). Educational Psicology: A cognitive view. New York.*



*Avecillas, Santiago. Termodinámica: Temperatura y Calor, Gases y Termodinámica, Relaciones Termodinámicas. Cuenca: Centro de Publicaciones y Difusión, 2007.*

*Cakir, M. (2008). Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review. International Journal of Environmental & Science Education, 193 - 206.*

*Colianvaux, D., & Franco, C. (2000). Developing models in science education.*

*Duit, R. (1996). THE CONSTRUCTIVIST VIEW SCIENCE EDUCATION - WHAT IT HAS TO OFFER AND WHAT SHOULD NOT BE EXPECTED FROM IT. Inestigacoes em Ensino de Ciencias, 40-75.*

*Gilbert, J. C., & Elmer, R. (2000). Positioning Models in science education. 3-17.*

*Harlen, W. (1999). Effective Teaching of Science. Sotish Council for Research in Education.*

*Johnson, M. (1987). The Body in the Mind.*

*Laird, J. (1996). Images, Models, and Propositional Representations.*

*Linn Marcia, S. N. (1993). The development of rationality and critical thinking. Merry-Palmer Quarterly, 47-73.*

*Nayar, K., & Pushpam, K. (2000). Willingness of Secondary School Teachers of Biology to Use Teaching Aids. Quartely Journal of Science Education, 1-7.*

*Ornek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. International Journal of Enviromental & Science Education, 35 - 45.*

*Otero, M., Moreira, M., & Greca, I. (2002). EL USO DE IMÁGENES EN TEXTOS DE FISICA PARA LA ENSEÑANZA SECUNDARIA Y UNIVERSITARIA. Investigaciones en la Enseñanza de Ciencias, 127-154.*



*Raghavan, K., & Glaser, R. (1995). Model - Based Analysis And Reasoning In Science. Science Education, 37-61.*

*Slavin, R. (1988). Educational psychology: Theory into practice. Englewood: Prentice Hall.*

*Watts, M. (1994). Constructivism - Reconstructivis. The Content of Science.*

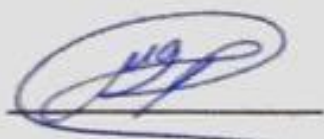
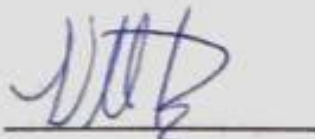
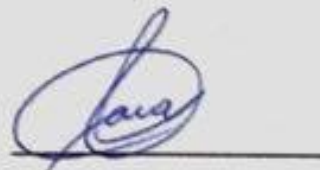
*Wieman, C. (2008). SCIENCE EDUCATION in the 21ST CENTURY Using the Tolls of Science to Teach Science. Forum for The Future Of the higher education, (págs. 61 - 64).*

*Yeany, R. (1991). A unifying theme in science education. NARST, 1-3.*

# ANEXOS

<b>MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EQUIPO CONCRETO DISEÑADO Y CREADO PARA MATEMÁTICAS Y FÍSICA CON MOTIVO DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN</b>					
DENOMINACIÓN DEL MATERIAL	P A R Á M E T R O	VALORACIÓN			
		1	2	3	4
Escala Termométricas	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Caja de Radiación	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Diagrama de fases	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Caja de colisiones	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Pistón	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Moléculas de gas monoatómico y biatómico	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Cubos diatérmicos adiabático	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Mesa de billar y panel de moléculas	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Diagramas PT, PV y VT (Leyes de los gases)	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Ciclos Termodinámicos	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓

En consecuencia, el juego de materiales que ha sido revisado ..... <sup>si</sup> es validado.

LOS EVALUADORES

2016-07-22



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA  
LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

SECRETARÍA

Oficio No. UC-FFFILSECABO-2016-0029-O

Cuenca, 26 de febrero de 2016

Doctor

Alberto Santiago Avecillas Jara

Docente

UNIVERSIDAD DE CUENCA - FACULTAD DE FILOSOFIA

Magister

César Augusto Trelles Zambrano

Director de la Carrera de Matemáticas y Física

UNIVERSIDAD DE CUENCA

Presente.

De mi consideración:

El Consejo Directivo de la Facultad, en sesión del 3 de febrero de 2016, por existir informe favorable de la Junta Académica de la respectiva Carrera, resolvió aprobar los siguientes diseños de trabajo de titulación, y, designó a usted como su Director.

NOMBRE DE ESTUDIANTE	CARRERA	TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	DIRECTOR	PLAZO CONCEDIDO
GONZÁLEZ CANTOS JUAN ANDRÉS SACAQUIRÍN GARCÍA MATEO FELIPE	MATEMÁTICAS Y FÍSICA	"MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TEMAS DE TERMODINÁMICA EN LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA"	Dr. Santiago Avecillas Jara	10 meses

Particular que comunico pra los fines consiguientes.

Con sentimientos de distinguida consideración.

c.c. Estudiantes

Atentamente,

FACULTAD DE FILOSOFÍA  
LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN



# ENCUESTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
desde 1867

## ESCUELA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

El propósito del presente cuestionario es llegar a recopilar información suficiente acerca de la percepción que tienen los estudiantes de la carrera sobre la asignatura de Termodinámica.

La información proporcionada será tratada con absoluta confidencialidad. Completar la encuesta no requerirá más de 5 minutos. Sírvase responder con la mayor objetividad. Sus respuestas permitirán mejorar la enseñanza de la asignatura. Gracias por su cooperación.

Nombre:

Ciclo:

Fecha:

1. ¿Las explicaciones vertidas por el docente de la asignatura resultan entendibles para usted?

- Nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre

2. Donde ubica el nivel de comprensión que usted posee de la asignatura:

Mínimo					Máximo
	1	2	3	4	5

3. Complete:

Dentro del tipo de evaluaciones, llevadas a cabo en la asignatura, cómo califica su labor en :				
	Deficiente	Mala	Buena	Excelente
Exámenes Teóricos	1	2	3	4
Exámenes Prácticos	1	2	3	4

4. Complete:

Sobre los aportes del texto guía de la asignatura , como lo califica en:				
	Muy Abstracto	Abstracto	Entendible	Muy Entendible
<b>Contenido</b> (El nivel de las explicaciones permite una asimilación correcta)	1	2	3	4

Sobre los aportes del texto guía de la asignatura , como lo califica en:				
	Nada Didáctico	Poco Didáctico	Didáctico	Muy Didáctico
<b>Aporte didáctico</b> (utiliza imágenes, contiene diagramas explicativos)	1	2	3	4

5. Según su perspectiva, ¿Cuál es el nivel de complejidad de la asignatura?

Bajo

Medio

Alto

6. ¿Con que tipos de recursos cuenta usted para enriquecer los contenidos de la asignatura? (Puede marcar más de una opción).

Textos Complementarios

Páginas en internet

Softwares

Maquetas Explicativas

Otros

7. ¿El docente de la asignatura cuenta con material didáctico para la explicación de los diversos temas?

SI ( )

NO ( )





8. ¿Cuál es la forma en la que mejor aprende? (Puede marcar más de una opción).

Memorística

Kinestésica

Visual

Auditiva

9. ¿Tiene interés por aprender con maquetas o dispositivos lúdicos?

SI ( )

NO ( )

10. ¿Considera necesario aprender termodinámica a través de material didáctico?

SI ( )

NO ( )

11. La frecuencia con la que gustaría disponer de material didáctico para la asignatura de Termodinámica?

Nunca					Siempre
1	2	3	4	5	