



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA

Título:

El Uso del Software TermoGraf en el Aprendizaje del Ciclo de Carnot
en los Estudiantes de Quinto Semestre, Periodo 2022-1S

Trabajo de Titulación para optar al título de Licenciado en
Ciencias de la Educación, Profesor de Pedagogía en Matemáticas y
la Física

Autor:

Pilataxi Tixe, Yajaira Micaela

Tutor:

Mgs. Laura Esther Muñoz Escobar

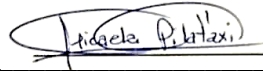
Riobamba, Ecuador. 2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Yajaira Micaela Pilataxi Tixe, con cédula de ciudadanía 060478534-5, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: El Uso del Software TermoGraf en el Aprendizaje del Ciclo de Carnot en los Estudiantes de Quinto Semestre, Periodo 2022-1S, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 16 de agosto de 2022



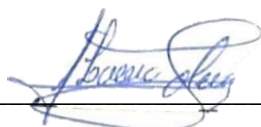
Yajaira Micaela Pilataxi Tixe

C.I: 0604785345

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Laura Esther Muñoz Escobar catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: El Uso del Software TermoGraf en el Aprendizaje del Ciclo de Carnot en los Estudiantes de Quinto Semestre, Periodo 2022-1S, bajo la autoría de Yajaira Micaela Pilataxi Tixe; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 16 días del mes de agosto de 2022.



Mgs. Laura Esther Muñoz Escobar

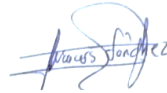
C.I: 0601870942

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

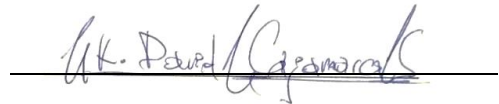
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación El Uso del Software TermoGraf en el Aprendizaje del Ciclo de Carnot en los Estudiantes de Quinto Semestre, Periodo 2022-1S, presentado por Yajaira Micaela Pilataxi Tixe, con cédula de identidad número 0604785345, bajo la tutoría de Msc. Laura Esther Muñoz Escobar; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 17 de noviembre de 2022.

Narcisa de Jesús Sánchez Salcán, Dra.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Klever Cajamarca Sacta, Msc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



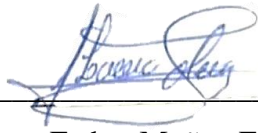
Angélica María Urquiza Alcivar, Msc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



CERTIFICADO ANTIPLAGIO

Que, Pilataxi Tixe, Yajaira Micaela con CC: 0604785345, estudiante de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física, Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado “El Uso del Software TermoGraf en el Aprendizaje del Ciclo de Carnot en los Estudiantes de Quinto Semestre, Periodo 2022-1S”, cumple con el 4 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio URKUNT, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 08 de noviembre de 2022.



Mgs. Laura Esther Muñoz Escobar

TUTORA

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres y hermanos, quienes me han apoyado en cada una de las etapas de mi vida y han sido de fortaleza en cada momento.

Yajaira Micaela Pilataxi Tixe

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por apoyarme en todo momento y más en el trayecto de mi vida universitaria, a mi hermana Karina por estar conmigo y velar por mi salud, a mi hermano Cristofer por siempre decirme que yo voy a poder, al pequeño, Joan que de igual forma me alentaba a seguir.

Agradezco a todos los docentes que me impartieron las diferentes cátedras que fueron indispensables para mi aprendizaje en mi carrera universitaria.

Y a todas aquellas personas que formaron parte de esta hermosa etapa.

Yajaira Micaela Pilataxi Tixe

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	2
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	3
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	4
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Problema.....	18
1.2.1 Formulación del problema.....	19
1.2.2 Preguntas directrices.....	19
1.3 Justificación	20
1.4 Objetivos.....	20
1.4.1 General.....	20
1.4.2 Específicos.....	20
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1 Estado del arte	22
2.2 Fundamentación teórica.....	22
2.2.1 Aprendizaje de la Física	22
2.2.1.1 Dificultades en el aprendizaje de la Física	22
2.2.1.2 Termodinámica.....	23
2.2.1.3 Máquinas térmicas.....	24
2.2.1.4 Procesos y Ciclos termodinámicos	24

2.2.1.5 El Ciclo de Carnot	25
2.2.2 Las TICs en el aprendizaje de la física	26
2.2.2.1 Software educativo	26
2.2.2.2 Características del software educativo	27
2.2.2.3 Tipos de softwares educativos	27
2.2.2.4 Software TermoGraf	28
CAPÍTULO III.	29
METODOLOGÍA.....	29
3.1 Enfoque de la Investigación	29
3.2 Diseño de la Investigación.....	29
3.3 Tipo de Investigación	29
3.3.1 Según el nivel o alcance	29
3.3.2 Según el Lugar.....	29
3.3.3 Según el Tiempo	30
3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	30
3.4.1 Técnicas	30
3.4.2 Instrumentos	30
3.4.2.1 Validez del Instrumento.....	30
3.5 Población y Muestra de Estudio	31
3.5.1 Población	31
3.5.2 Muestra	31
3.6 Hipótesis	31
3.7 Variables	31
3.7.1 Variable Independiente.....	31
3.7.2 Variable Dependiente	31
3.8 Métodos de análisis y procesamiento de datos	31
CAPÍTULO IV.	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Análisis de la Prueba Pre Test	32
4.2 Análisis de las Calificaciones del Pre Test según la Escala de Aprendizaje.....	33
4.3 Análisis de las Preguntas de la Prueba Post Test	35
4.4 Análisis de las Calificaciones del Post Test según la Escala de Aprendizaje.....	45

4.5 Análisis de la Prueba Post Test	47
4.6 Proceso de Prueba de Hipótesis.....	49
4.6.1 Demostración de la Prueba de Normalidad de los Datos	49
4.6.1.1 Criterio de Decisión para la Prueba de Normalidad de los Datos	50
4.6.1.2 Decisión Final de la Prueba de Normalidad de los Datos	50
4.6.2 Comprobación de la Homogeneidad de Varianzas.....	50
4.6.3 Prueba de Hipótesis	50
4.6.3.1 Formulación de las Hipótesis	50
4.6.3.2 Nivel de significancia	51
4.6.3.3 Criterio.....	51
4.6.3.4 Estadísticos de la Prueba de Hipótesis	51
4.6.3.5 Decisión Final.....	52
CAPÍTULO V.	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 Conclusiones.....	53
5.2 Recomendaciones	53
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	57
Anexo N° 1: Prueba Objetiva	57
Anexo N° 2: Validación del Instrumento para la Recolección de Datos.....	64
Anexo N° 3: Modelación didáctica en el software TermoGraf del ciclo de Carnot.....	70
Anexo N° 4: Evidencias de la Aplicación de la Prueba Objetiva.....	83
Anexo N°5: Capturas de las clases	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de grupo control no equivalente.....	29
Tabla 2. Escala de aprendizaje	30
Tabla 3. Valores de los niveles de validez según el juicio de expertos.....	30
Tabla 4. Población	31
Tabla 5. Estadísticos descriptivos del pre test	32
Tabla 6. Calificaciones de los estudiantes del pre test	34
Tabla 7. Tabla de contingencia calificaciones del pre test según la escala de aprendizaje .	34
Tabla 8. Tabla de contingencia pregunta 1 del post test.....	35
Tabla 9. Tabla de contingencia pregunta 2 del post test.....	36
Tabla 10. Tabla de contingencia pregunta 3 del post test.....	37
Tabla 11. Tabla de contingencia pregunta 4 del post test.....	38
Tabla 12. Tabla de contingencia pregunta 5 post test.....	39
Tabla 13. Tabla de contingencia pregunta 6 del post test.....	40
Tabla 14. Tabla de contingencia pregunta 7 del post test.....	41
Tabla 15. Tabla de contingencia pregunta 8 del post test.....	42
Tabla 16. Tabla de contingencia pregunta 9 del post test.....	43
Tabla 17. Tabla de contingencia pregunta 10 del post test.....	45
Tabla 18. Calificaciones de los estudiantes del post test.....	46
Tabla 19. Tabla de contingencia calificaciones del post test según la escala de aprendizaje.....	46
Tabla 20. Estadísticos descriptivos del post test	47
Tabla 21. Pruebas de normalidad del post test del grupo control y grupo experimental.....	49
Tabla 22. Estadísticos de Levene para la Homogeneidad de Varianzas	50
Tabla 23. Prueba de t-student para muestras independientes	51
Tabla 24. Planificación de la clase sin la utilización del software TermoGraf	70
Tabla 25. Planificación de la clase 1 con la utilización del software TermoGraf	74
Tabla 26. Planificación de la clase 2 con la utilización del software TermoGraf	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de energía de una máquina térmica.....	24
Figura 2. Proceso termodinámico de compresión	25
Figura 3. Ciclo de Carnot	26
Figura 4. Interfaz del Software TermoGraf	28
Figura 5. Histograma de la desviación típica del pre test del grupo control	33
Figura 6. Histograma de la desviación típica del pre test del grupo experimental.....	33
Figura 7. Calificaciones del pre test según la escala de aprendizaje	35
Figura 8. Pregunta 1 del post test	36
Figura 9. Pregunta 2 del post test	37
Figura 10. Pregunta 3 del post test	38
Figura 11. Pregunta 4 del post test	39
Figura 12. Pregunta 5 del post test	40
Figura 13. Pregunta 6 del post test	41
Figura 14. Pregunta 7 del post test	42
Figura 15. Pregunta 8 del post test	43
Figura 16. Pregunta 9 del post test	44
Figura 17. Pregunta 10 del post test	45
Figura 18. Calificaciones del post test según la escala de aprendizaje.....	47
Figura 19. Histograma de la desviación típica del post test del grupo control.....	48
Figura 20. Histograma de la desviación típica del post test del grupo experimental	49
Figura 21. Esquema básico de una máquina térmica	71
Figura 22. Procesos del ciclo de Carnot	72
Figura 23. Trabajo y calor neto	72
Figura 24. Ciclo de Carnot en sistema cerrado de un cilindro y pistón.....	73
Figura 25. Interfaz principal del software TermoGraf	76
Figura 26. Cinta de opciones / Nuevo ciclo.....	76
Figura 27. Procesos de un ciclo termodinámico.....	76
Figura 28. Diseño de un ciclo de Carnot	77
Figura 29. Cinta de opciones/Nuevo proceso.....	77
Figura 30. Procesos termodinámicos.....	77
Figura 31. Proceso isoterma adiabático.....	78

Figura 32. Diseño del ciclo de Carnot del ejercicio 1	79
Figura 33. Diseño del ciclo de Carnot del ejercicio 2	81

RESUMEN

La termodinámica es un tema dentro del área de Física que resulta de difícil comprensión para los estudiantes, es por eso por lo que los docentes son quienes buscan implementar recursos educativos para despertar el interés y motivación en el proceso de enseñanza aprendizaje de estos temas en los estudiantes. Por esta razón, la presente investigación tuvo como finalidad aplicar el software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot que es un tema en específico de la termodinámica, donde se empleó un diseño cuasiexperimental con un nivel de investigación explicativa para relacionar las dos variables de estudio de forma causa-efecto. La muestra estuvo conformada por los 21 estudiantes correspondientes al Quinto Semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S. Para la recolección de datos se aplicó un pre test y post test a ambos grupos de estudio, grupo control y experimental, a este último se le realizó el tratamiento y así se determinó la incidencia del software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot. El procesamiento de datos y la comprobación de la hipótesis se realizaron a través del software SPSS, y por último, se concluyó que sí existe una incidencia significativa al utilizar el software TermoGraf, ya que, después de su aplicación existió una mejoría en el rendimiento académico del grupo experimental a diferencia del grupo control.

Palabras claves: *software, aprendizaje, TermoGraf, ciclo de Carnot*

ABSTRACT

Thermodynamics is a topic within the area of Physics that is difficult for students to understand, that is why teachers are those who seek to implement educational resources to arouse interest and motivation in the teaching-learning process of these topics in students. For this reason, the purpose of this research was to apply the TermoGraf software in the learning of the Carnot cycle, which is a specific topic of thermodynamics, where a quasi-experimental design was used with a level of explanatory research to relate the two study variables in a cause-effect manner. The sample consisted of 21 students corresponding to the Fifth Semester of the Pedagogy of Experimental Sciences: Mathematics and Physics of the National University of Chimborazo, period 2022-1S. For data collection, a pre-test and post-test were applied to both study groups, control and experimental group, the latter was treated and thus the incidence of the TermoGraf software in the learning of the Carnot cycle was determined. The data processing and hypothesis testing was performed through SPSS software, and finally, it was concluded that there is a significant impact when using the TermoGraf software, since, after its application, there was an improvement in the academic performance of the experimental group as opposed to the control group.

Key words: *software, learning, TermoGraf, Carnot cycle.*



Firmado electrónicamente por:

**JHON JAIRO
INCA**

Reviewed by:

Lcdo. Jhon Inca
Guerrero. ENGLISH
PROFESSOR C.C.
0604136572

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

La física es una ciencia experimental que permite comprender los fenómenos presentes en el universo. Esta ciencia es fundamental porque estudia la materia, el espacio, tiempo, energía y otras interacciones que ocurren alrededor, además se encuentran las diferentes aplicaciones en las que puede emplearse; sin embargo, los estudiantes no presentan un interés activo en el estudio de esta asignatura porque les parece complejo y difícil de aprender. Es aquí donde el rol del docente entra en acción, a la hora de enseñar, ya que, debe ser de un carácter eficaz y eficiente en el uso de metodologías y recursos que tiene a su disposición. Hay que tener claro que todo este proceso debe desembocar en un aprendizaje significativo para el beneficio del estudiante.

Por eso, los docentes buscan estrategias innovadoras para captar la atención de sus estudiantes. Además, Collins y Halverson (2009, como cita Barrón & Ramírez, 2021) “El mundo de la educación está experimentando actualmente una transformación masiva como resultado de la revolución digital”; entonces en un mundo de constante cambio el uso de la tecnología como de sus softwares ayudan al docente a preparar mejor su clase y a la vez al estudiante en la comprensión de los temas, siempre que este software tenga un buen empleo y esté ligado a los objetivos del tema.

Por otra parte, los softwares aplicativos en diferentes áreas de la educación facilitan el desarrollo de las actividades mediante una simulación computarizada. Donde ofrece actividades de carácter interactivo para cada estudiante. También hay que considerar las características fundamentales para este tipo de materiales didácticos, como su función evaluadora e innovadora que permitirá la versatilidad en el trabajo de experimentación.

En virtud de esto, el trabajo de investigación tiene como finalidad determinar la incidencia del uso del software TermoGraf en el estudio del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo en el periodo 2022-1S. La investigación fue cuasi experimental aplicando a los estudiantes una prueba objetiva que consta de un cuestionario de diez preguntas relacionadas al ciclo de Carnot, la cual se aplicó antes y después de la manipulación intencional de las variables de estudio. Obteniendo como conclusión, que sí existe una incidencia significativa de un mejor aprendizaje del ciclo de Carnot de los estudiantes después de usar el software TermoGraf.

Los capítulos que contiene la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación se encuentran distribuidos de la siguiente manera.

El Capítulo I. Introducción se presenta los antecedentes encontrados de la investigación, además se detalla la problemática con su respectiva formulación del problema y sus preguntas directrices que permiten tener claros los objetivos que se quiere alcanzar. También, se redacta la justificación pertinente para la realización de la investigación.

El Capítulo II. Marco Teórico describe el estado de arte donde presenta las investigaciones realizadas anteriormente y que tengan relación con una o las dos variables de estudio,

también se presenta la fundamentación teórica que permite la comprensión de la temática tratada.

El Capítulo III. Metodología detalla el enfoque, diseño y tipo de investigación aplicada durante su desarrollo, siendo una investigación cuasi experimental, con un enfoque cuantitativo y un nivel explicativo, de campo y de tipo transversal, además se detalla la técnica e instrumento que se utilizó para la recolección de datos de una muestra de 21 estudiantes, donde se trabajó con dos grupos de estudio como es el de control y experimental perteneciente al quinto semestre de la carrera.

El Capítulo IV. Resultados y Discusión contempla el análisis e interpretación de los resultados de los datos obtenidos a través del instrumento utilizado, donde se realizó una comparación de los dos grupos. Teniendo más énfasis en el post test, ya que, de aquí se determinará la hipótesis de la investigación.

El Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones redacta las conclusiones obtenidas después del análisis e interpretación de los resultados entre los dos grupos de estudio, donde se determina la incidencia del uso del software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot. Además, presenta las recomendaciones para las siguientes investigaciones que se realicen acerca de la temática.

1.1 Antecedentes

La termodinámica se centra en el estudio de la interacción entre el calor y el trabajo u otras formas de energía. Específicamente, los ciclos termodinámicos tienen una relevancia en el funcionamiento de máquinas térmicas de uso habitual y especiales. Por tanto, un software que permita analizar y resolver problemas de una manera más rápida, ayuda considerablemente al reducir el tiempo que conlleva solucionar estos análisis, esto es lo que despertó el interés para los antecedentes de la presente investigación, se abordó estudios de los problemas presentados en física, soluciones para el aprendizaje de termodinámica y el uso del software TermoGraf en el aprendizaje de termodinámica, ya que, no existe alguna investigación específicamente para el aprendizaje del ciclo de Carnot.

Aunque, para la realización de este trabajo no se encontraron investigaciones de temas similares que contengan las dos variables de estudio, si existen estudios donde demostraron que el proceso de aprendizaje en procesos termodinámicos se refuerza al implementar las TICs, de una forma general en diferentes temas de termodinámica y con diferentes programas o softwares.

Las investigaciones surgen a partir de encontrarse con alguna problemática, en este caso se encontró las dificultades en una investigación y no específicamente en termodinámica. En el artículo de Ferreyra & González, (2000) titulado “Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria” que tuvo como objetivo apreciar algunos problemas importantes que impedían la calidad de la enseñanza universitaria. Empleando una metodología de investigación documental en la base de datos de la Universidad Nacional de Córdoba, y así concluir que existió un alto nivel de disertación en el primer año de universidad, por el bajo rendimiento

y esto se debió a la existencia únicamente de clases magistrales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física.

Así mismo, surge la necesidad de implementar estrategias para mejorar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de termodinámica. Para inicio de los años 2000, (Velasco et al., 2002) realizan un estudio titulado “Un entorno de enseñanza-aprendizaje apoyado en las TICs para coordinar teoría, prácticas de simulación y trabajo personal en cursos de Ingeniería Térmica y Termodinámica Aplicada” que fomentaba un aprendizaje significativo apoyado en prácticas de simulación con el uso de TermoGraf, aplicado en los estudiantes de la asignatura de Ingeniería Térmica. Tal uso sistemático de la herramienta facilita al docente la preparación e impartición de clases con una adecuación entre ambas para una evaluación continua, además de que facilita la asimilación de los aprendizajes en los estudiantes.

Becerra (2005) explora los efectos del uso del software Modellus y actividades colaborativas en su investigación que tiene el título “Aprendizaje en colaboración mediado por simulación en computador. Efectos en el aprendizaje de procesos térmicos” aplicado para el aprendizaje de los principios de la termodinámica con 41 estudiantes de décimo grado. El investigador trabajó con un grupo control y experimental, donde el grupo experimental obtuvo mejores resultados en la prueba tomada al final, ellos habían desarrollado la simulación en colaboración adicional a las actividades del grupo control. Finalmente, concluye que el aprendizaje de termodinámica de los estudiantes mostraron resultados positivos.

Y en el 2014, Rúa et al., en su proyecto titulado “Aprendizaje interactivo de termodinámica de fluidos apoyado en las tecnologías de la información y comunicación” que tuvo como objetivo diseñar un modelo de aprendizaje interactivo. Siendo una investigación descriptiva con 91 estudiantes universitarios, donde se identificó algunos factores que influyen en el aprendizaje de la termodinámica para así poder elaborar una metodología de enseñanza apoyada en el software TermoGraf, ya que, se considera una gran herramienta para resolver diferentes problemas.

Si bien, existen investigaciones más recientes sobre termodinámica son de carácter de desarrollo de herramientas o investigaciones de tipo bibliográfica que solo concluyen el software TermoGraf es útil para temas de termodinámica. En termodinámica a lo largo de los años, desde los 2000 hasta hoy en día se ha llevado investigaciones innovadoras incorporando TICs de simulaciones para prácticas virtuales en diferentes áreas de la física. Y puesto que el software TermoGraf es una herramienta que facilita la comprensión de temas de termodinámica, se hará uso para la realización del presente trabajo, reducido a un tema más específico como es, el estudio del ciclo de Carnot. Esta conclusión se fundamenta en la revisión que se ha realizado sobre los antecedentes.

1.2 Problema

La física se ha presentado como una ciencia de estudio de difícil comprensión para la mayor parte de estudiantes, quienes rechazan su aprendizaje ya sea por el contenido teórico y el empleo de los conceptos matemáticos para la asimilación de la asignatura (Barrón & Ramírez, 2021). Este rechazo se convierte en un obstáculo para un óptimo entendimiento y comprensión en el estudio de los fenómenos físicos de la naturaleza.

En años anteriores el estudio en temas de física como la termodinámica era muy complejo su aprendizaje, por lo cual era necesario realizar experimentos para observar los fenómenos que ocurren; sin embargo, para una práctica de laboratorio en ocasiones no se podía realizar por falta de equipo y como consecuencia no se cumple con las competencias necesarias para el estudiante. Y esto genera deficiencia en el aprendizaje de los diferentes temas llegando a tener vacíos en su conocimiento.

Un estudio realizado a estudiantes del primer año en la asignatura de física en carreras de ingeniería de las universidades ecuatorianas; donde el objetivo fue analizar las dificultades que afrontan los estudiantes en el aprendizaje de la asignatura a través de un estudio de casos a 107 estudiantes. Y concluye las siguientes dificultades: la falta de horas de aprendizaje autónomo por parte del estudiante, deficiencia de una metodología eficaz que facilite la comprensión de la asignatura en la educación media y uso de la tecnología como un método innovador. (Malavé, Flores, & Flores, 2016)

Como estudiante de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física durante el quinto semestre se pudo evidenciar que hizo falta un recurso virtual para el estudio de los ciclos termodinámicos y así tener un mejor aprendizaje. Además, es importante indicar que para un aprendizaje óptimo hoy en día es necesario el uso de la tecnología y de sus herramientas, además de que la educación se está llevando de manera virtual y el uso de softwares en física ayudaría a los estudiantes tener una mayor comprensión de la ciencia. es por eso por lo que se ha planteado el siguiente problema para el estudio de la Termodinámica.

1.2.1 Formulación del problema

¿Cómo se usa el software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S?

1.2.2 Preguntas directrices

- ¿Qué nivel de conocimientos acerca del Ciclo de Carnot poseen los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S?
- ¿Cómo se diseña el ciclo de Carnot en el software TermoGraf para el aprendizaje los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S?
- ¿Cómo se aplica los ejercicios creados en el software TermoGraf sobre el ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S?
- ¿Cuál es la incidencia del Software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S?

1.3 Justificación

El estudio de la física es vista como algo tedioso y de difícil comprensión para los estudiantes, lo cual se refleja en el bajo rendimiento académico en dicha asignatura, y que ha propiciado un ambiente de trabajo de desmotivación y hasta de miedo por parte de los educandos. Por lo que resulta de especial interés trabajar con algún recurso educativo vinculado a las TICs y conocer el comportamiento del aprendizaje adquirido, y a partir de ahí consolidar conclusiones referentes al trabajo.

El presente trabajo surge de la necesidad de estudiar el uso del software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot, para identificar si ayuda o no a una mejor comprensión a través de simulaciones computacionales, representando un gran aporte en el ámbito educativo para el estudio de la termodinámica. Además, el software TermoGraf se evidenció como una herramienta que facilita la asimilación y comprensión de los aprendizajes referentes a termodinámica, ya que, permite analizar y resolver problemas que diferentes ciclos termodinámicos, lo cual se identificó a través de la revisión bibliográfica realizada para los antecedentes del proyecto de investigación.

Por otra parte, la investigación es factible, ya que, se utilizó un software gratuito y de licencia libre, que permitió a los estudiantes ver de forma gráfica el desarrollo del ciclo de Carnot. Y, existió la colaboración del docente que imparte en el semestre seleccionado para la aplicación y desarrollo del estudio, así como la disposición de los recursos a utilizarse.

También, los beneficiarios directos de la investigación son los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo en el periodo 2022-1S. Por último, la investigación contribuye a ampliar los antecedentes para la realización de futuras investigaciones en temas relacionados como para información académica sobre el software empleado y tenga una pauta de cómo usarlo en el aprendizaje del tema de ciclos termodinámicos, debido a que no se cuenta con estudios similares del tema a un nivel nacional sobre el software TermoGraf y su incidencia en el aprendizaje del ciclo de Carnot.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Utilizar el software TermoGraf para el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

1.4.2 Específicos

- Diagnosticar el nivel de conocimientos acerca del Ciclo de Carnot que poseen los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S
- Diseñar el ciclo de Carnot en el software TermoGraf para la enseñanza aprendizaje en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias

Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

- Aplicar las simulaciones del Ciclo de Carnot diseñadas en software TermoGraf en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.
- Determinar la incidencia del uso del Software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El análisis del estado del arte que se realiza en esta investigación es sobre las investigaciones que se han realizado considerando por lo menos una de las variables del problema. Sin embargo, solo se pudo encontrar una investigación a nivel internacional y nacional, que emplea solo una variable cercana al estudio de la termodinámica, sin hacer uso de los softwares que permiten realizar simulaciones.

A nivel internacional, García, L., (2019) en su proyecto de investigación titulado “Desarrollo de una herramienta didáctica para el análisis de ciclos termodinámicos ideales”. Crearon un programa para la resolución de problemas de máquinas que funcionan para los ciclos termodinámicos ideales como Rankine, Otto, Diesel y Brayton, para que ayude en el proceso de aprendizaje del alumno. En su metodología se desarrolló el código Python aplicando el modelo matemático respectivo al ciclo termodinámico, se generaron los diagramas presión-volumen y temperatura-entropía, además, se diseñaron las interfaces gráficas y se vincularon los códigos de las interfaces a Termo Simple. Concluyendo que Termo Simple es una herramienta didáctica que permite desarrollar análisis termodinámicos en un mejor tiempo.

En un nivel nacional, Huera Narcisa, (2019) en su trabajo denominado “Uso de material didáctico en el estudio de la termodinámica en los estudiantes de segundo año de bachillerato de la Unidad Educativa "Atahualpa", periodo académico 2018-2019”. Estudió el uso del material didáctico en la enseñanza-aprendizaje de la Termodinámica y fue una investigación de campo, descriptiva que se recogió datos a través de una encuesta y entrevista a 82 estudiantes de Segundo Año de Bachillerato de la Unidad Educativa “Atahualpa”. El autor concluyó que los docentes de la institución no usan material didáctico, aunque el uso de estos favorece al proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Aprendizaje de la Física

2.2.1.1 Dificultades en el aprendizaje de la Física

La física es una ciencia esencial en la formación competente del estudiante como se mencionó anteriormente; sin embargo, presenta dificultades en su aprendizaje. En el artículo de Torres Merchán et al. (2018) cita que “Visser (2007) y Bigozzi et al. (2014) señalan que aun, hoy en día, prevalece la idea de una física objetiva, abstracta y difícil” (pág. 600). En el mismo trabajo corrobora la idea, concluyendo que para los estudiantes su educación secundaria en física, impera una educación sumamente tradicional, es decir, el aprendizaje es de carácter cuantitativo, donde está ausente o se utilizan muy poco las prácticas experimentales, la contextualización de los problemas o el uso de las TIC (pág. 605).

Mc Dermott (1998) ha afirmado que: Tal vez la dificultad más seria entre los alumnos de un curso de introducción es el fracaso de muchos para integrar conceptos relacionados entre sí. La falta de una estructura de trabajo coherente puede pasar inadvertida, dado que la

manipulación matemática con frecuencia es suficiente para la resolución de problemas standards. (pág. 19) Y esto, no ha cambiado con el pasar de los años, otro autor ha afirmado lo siguiente: No obstante, los alumnos, principalmente de Física consideran que el aprendizaje es difícil y abstracto, lo que podría ser un elemento obstaculizador de este proceso, por generar una actitud negativa en los estudiantes. (Morales, Mazzitelli, & Olivera, 2015).

Las dificultades presentadas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes está inmersa en como le ven a la asignatura, compleja y tediosa. Adicional a eso está la ausencia de varios recursos educativos, como las TIC'S que si se da un buen uso será un factor motivamente para la impartición de los temas.

2.2.1.2 Termodinámica

La termodinámica se define como la ciencia de la energía que permite explicar las propiedades volumétricas de la materia y la correlación entre esas propiedades y los mecanismos de átomos y moléculas. Su estudio es debido a las transferencias de energía que ocurren dentro de un sistema, sujeto a cambios de las condiciones en que la temperatura o el estado (sólido, líquido o gas). Además, las leyes de la termodinámica proporcionan explicaciones a algunos fenómenos de la vida cotidiana, como el enfriamiento de los alimentos dentro de un refrigerador, los tipos de transformaciones en una planta eléctrica o en el motor de su automóvil. (Serway & Jewett, Jr., pág. 531)

Hoy en día, aspectos como las transformaciones de energía, el refrigeramiento, el desarrollo de potencia y las relaciones entre las propiedades de la materia están inmersos en el concepto de energía, y es muy importante el principio y conservación de la energía: “la energía no se crea ni se destruye”.

El estudio de la termodinámica se rige bajo dos leyes:

- La primera ley de la termodinámica establece que la energía es una propiedad termodinámica dentro del principio de conservación de la energía.
- La segunda ley de la termodinámica enuncia que la energía tiene cantidad y calidad, y esta disminuye en los procesos reales.

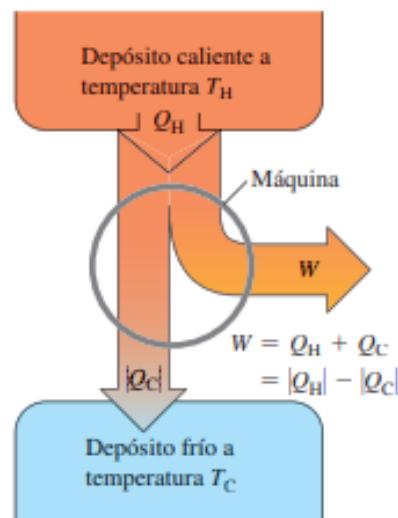
Çengel & Boles, (2003) describe la historia redacta que, aunque los principios de la termodinámica han existido desde la creación del universo, sin embargo, esta ciencia surgió como tal hasta la construcción en Inglaterra de las primeras máquinas de vapor atmosféricas por Thoma Savery en 1697 y Thomas Newcomen en 1712. Por su parte las leyes de la termodinámica surgieron de forma simultánea a partir del año 1850. (pág. 2)

Otro aspecto de estudio son los sistemas cerrados y abiertos, dependiendo de si se elige para estudio una masa o un volumen fijos en el espacio. Para que la energía pueda cruzar una frontera de un sistema cerrado debe estar en forma de calor o trabajo; además su volumen no debe estar fijo, al contrario que su cruce un sistema abierto.

2.2.1.3 Máquinas térmicas

Las máquinas térmicas surgen de la Revolución Industrial 1750-1800, Inglaterra. “Un dispositivo que transforma calor parcialmente en trabajo o energía mecánica es una máquina térmica” (Young & Freedman, 2018, pág. 649). En la Figura 1 se observa el diagrama de una máquina térmica que consta de dos depósitos, el depósito caliente que tiene una temperatura mayor que la del depósito frío. Entonces, para generar un trabajo se suministra calor a una máquina y es absorbida por la misma, sin embargo, no todo el calor suministrado se usa para realizar trabajo, ya que, parte del calor se pierde y va a el depósito frío.

Figura 1. Diagrama de flujo de energía de una máquina térmica



Nota. Extraída de libro de Física Universitaria de Young & Freedman, (2018, pág. 650)

2.2.1.4 Procesos y Ciclos termodinámicos

Se conoce como proceso termodinámico a cualquier cambio que ocurre de un estado de equilibrio a otro, donde se debe tener claro sus estados inicial y final, y las interacciones con sus alrededores. El número de estados por los que experimenta un sistema durante un proceso se lo conoce como trayectoria. (Figura 2).

Figura 2. Proceso termodinámico de compresión

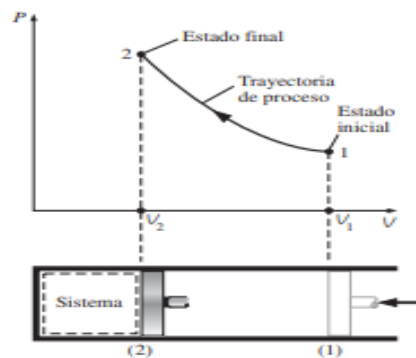


FIGURA 1-32
Diagrama P - V de un proceso de compresión.

Nota. El gráfico representa el Diagrama P - V de un proceso de compresión. Tomado de Termodinámica (pág. 16) por Çengel & Boles (2008).

Para la representación visual del proceso termodinámico se emplean diagramas trazados mediante la aplicación de las propiedades termodinámicas, algunas propiedades comunes usadas como coordenadas son temperatura T , presión P y volumen V .

Un ciclo termodinámico debe experimentar el regreso a su punto inicial, ya que, sus estados inicial y final son idénticos. Es decir, un ciclo termodinámico es un conjunto de procesos que empieza y termina en el mismo estado, experimentados por un fluido de trabajo (agua, aire, refrigerante) que intercambia calor Q y trabajo W con el entorno. (Çengel & Boles, 2008, pág. 16)

Los ciclos conocidos son los siguientes:

- Ciclo de Carnot
- Ciclo de Otto: el ciclo ideal para las máquinas de encendido por chispa
- Ciclo Diesel: el ciclo ideal para las máquinas de encendido por compresión
- Ciclos de Stirling y Ericsson
- Ciclo Brayton: el ciclo ideal para los motores de turbina de gas
- Ciclo Rankine: el ciclo ideal para los ciclos de potencia de vapor

2.2.1.5 El Ciclo de Carnot

El francés Sadi Carnot propuso en 1824 el ciclo reversible más conocido por su nombre, ciclo de Carnot. La máquina térmica de Carnot, se realiza en un sistema cerrado o de flujo estacionario y se compone de cuatro procesos reversibles, dos isotérmicos y dos adiabáticos. Los cuatro procesos reversibles que lo conforman son los siguientes:

- Expansión isotérmica reversible
- Expansión adiabática reversible
- Compresión isotérmica reversible
- Compresión adiabática reversible

En la Figura 3 se puede ver el diagrama P-V de este ciclo, el área encerrada por la trayectoria representa el trabajo neto hecho durante el ciclo. (Çengel & Boles, 2008, págs. 299-301)

Figura 3. Ciclo de Carnot

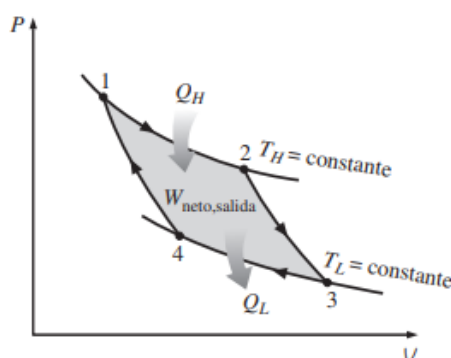


FIGURA 6-38

Diagrama P-V de un ciclo de Carnot.

Nota. El gráfico representa el Diagrama P-V de un ciclo de Carnot. Tomado de Termodinámica (pág. 300) por Çengel & Boles (2008).

2.2.2 Las TICs en el aprendizaje de la física

Las Tecnologías de Información y Comunicaciones hace referencia a las diversas herramientas que permiten la transmisión de la información. En el ámbito educativo, la información debe ser óptima para su estudio. Además, las TICs sufren de constantes cambios a través de los años, por la aparición del Internet. (Ré et al. 2012) Si bien, las TICs facilitan el proceso educativo en diferentes ciencias, en física desempeña un gran papel en la práctica de los diferentes temas dentro de la ciencia.

Se ha comprobado en diversas investigaciones que los estudiantes comprenden y asimilan mejor la información a través de simulaciones, aplicaciones, experimentos o actividades interactivas. Las herramientas TICs se pueden utilizar en las clases para despertar el interés de los estudiantes, explicar conceptos complejos o no y estimular el pensamiento científico, es decir, es beneficio en el aprendizaje.

Las TICs han permitido el desarrollo de softwares cada vez más poderosos. Para hacer uso de estos softwares en la educación deben seguir un proceso de desarrollo guiado por una metodología para obtener un aprendizaje de calidad y agilidad requerida. El uso de este debe establecerse bajo un marco de trabajo para estructurar, planificar y controlar el proceso educativo. Dentro de los tipos de softwares tenemos diferentes clasificaciones, ya sea por su funcionalidad, tipo de licencia y el tipo de alojamiento.

2.2.2.1 Software educativo

El software educativo es un pilar en el aprendizaje, más ahora que el proceso educativo se volvió virtual tras la pandemia. Los softwares educativos pueden utilizarse en todos los niveles para facilitar el aprendizaje y hacerlo más eficaz. Si bien, la transformación digital

es un concepto amplio que no solo hace referencia al uso de los recursos digitales, sino de es necesaria una verdadera transformación para que se consigan los mejores resultados. La forma de adquirir el conocimiento ya no se limita a un aula o a estudiar un libro.

Marqués, (1996) conceptualiza al software educativo a los programas creados con la finalidad de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza aprendizaje. Desde los tradicionales programas, los programas de enseñanza asistida por ordenador, hasta los programas experimentales de enseñanza inteligente asistida por ordenador. (pág. 1)

2.2.2.2 Características del software educativo

Los programas educativos tratan las diferentes asignaturas de formas muy diversas y ofrecen un entorno de trabajo más o menos sensible a las circunstancias de los estudiantes. Las cinco características esenciales enunciadas por Marqués, (1996):

- Su elaboración tiene finalidad didáctica, así se establece en su definición.
- Los estudiantes realizan las actividades en el computador que son propuestas por el docente.
- Existen un intercambio de conocimiento e información entre el computador y el estudiante, ya que es una vía interactiva.
- El trabajo de los estudiantes es individualizado, porque se adapta al ritmo y actividades de los estudiantes.
- Son fáciles de usar. Los conocimientos informáticos son básicos para utilizar la mayoría de estos programas, pero, es importante conocer las reglas de funcionamiento de cada programa a usarse. (pág. 2)

2.2.2.3 Tipos de softwares educativos

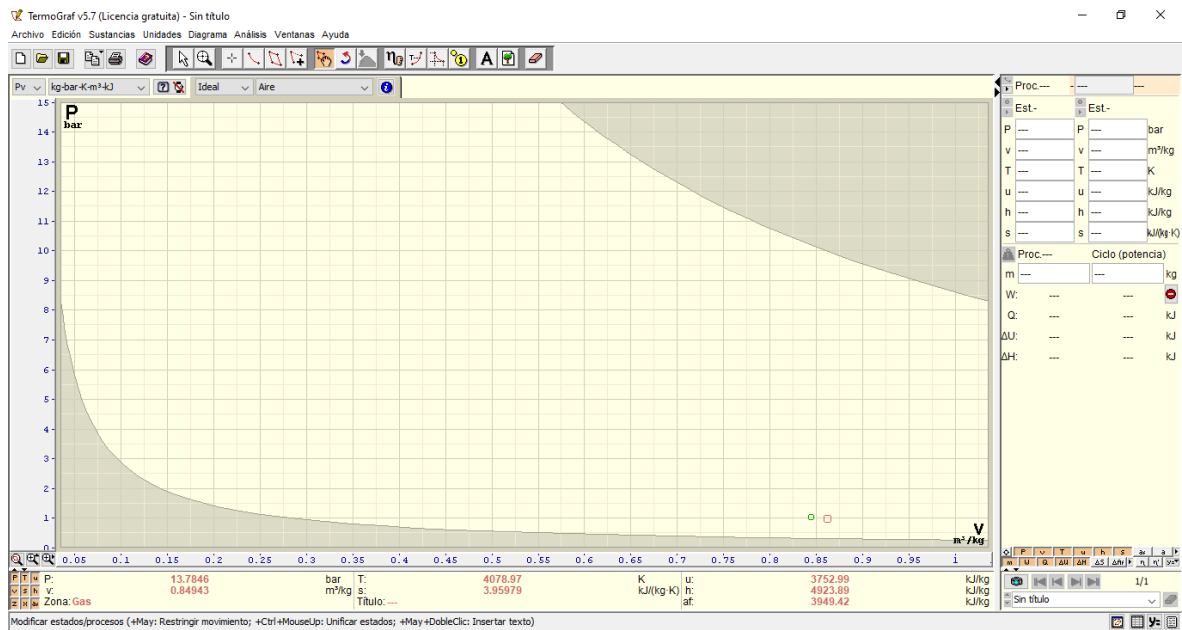
Los programas educativos presentan características muy diversas, por eso Marqués, (1996) ha elaborado múltiples tipologías que clasifican los softwares educativos a partir de diferentes criterios.

- Los programas tutoriales directivos y programas no directivos permiten el tratamiento de los errores que cometen los estudiantes.
- Modificación de los contenidos: programas cerrados, programas abiertos.
- Programas de control sobre la actividad de los alumnos y la estructura de su algoritmo:
 - a) Programas tutoriales: lineales, ramificados, tutoriales, sistemas tutoriales expertos.
 - b) Base de datos: bases de datos convencionales y bases de datos tipo sistema experto.
 - c) Simuladores: modelos fisicomatemáticos y entornos sociales.
 - d) Constructores: constructores específicos y lenguajes de programación.
 - e) Programas herramienta: procesadores de texto, gestores de base de datos, hojas de cálculo, editores gráficos, programas de comunicaciones, programas de experimentación asistida y lenguajes y sistemas de autor. (págs. 4-11)

2.2.2.4 Software TermoGraf

El grupo de Didáctica de la Termodinámica de la Universidad de Zaragoza desarrolló el programa TermoGraf. Programa gratuito y completamente operativo (no una versión demo) para estudiantes que quieran aprender termodinámica, aunque también tiene una versión pagada con algunas funcionalidades extras. Las funciones del software se enmarcan en realizar cálculo de propiedades termodinámicas, diseño de diagramas de procesos y ciclos termodinámicos donde se puede configurar las sustancias, unidades para su análisis posterior.

Figura 4. Interfaz del Software TermoGraf



CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque de la Investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se recolectó datos numéricos para probar las hipótesis planteadas y el análisis estadístico que estableció la relación entre las variables de estudio (software TermoGraf y aprendizaje del Ciclo de Carnot). Además, tuvo un método deductivo en busca de la objetividad, a través de un estudio estructurado que describió y explicó el fenómeno.

3.2 Diseño de la Investigación

Hernández-Sampieri & Mendoza Torres (2018) describen que los diseños cuasiexperimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes. Adicional, los sujetos en este diseño son asignados aleatoriamente a los grupos, ya que estos están formados con anterioridad al desarrollo del experimento: son grupos intactos. (pág. 173)

Por lo mencionado, el diseño de la investigación fue cuasiexperimental, ya que, los grupos a trabajar estuvieron formados antes del experimento, el grupo control de 10 estudiantes y el otro, grupo experimental que consta de 11 estudiantes. Se manipuló la variable independiente, que es el uso del software TermoGraf para observar su efecto en el aprendizaje del ciclo de Carnot, variable dependiente. Además, no existe la aleatorización de los grupos y este diseño es muy útil en los estudios de ámbito educativo.

Tabla 1. Diseño de grupo control no equivalente

Grupo	Medición	Variable	Medición
Experimental	O	x	O
Control	O		O

Nota. Adaptada del ejemplo de Hernández-Sampieri & Mendoza Torres (2018, pág. 173)

3.3 Tipo de Investigación

3.3.1 Según el nivel o alcance

La investigación fue explicativa, porque se relacionó dos variables, causa-efecto. En este trabajo buscó determinar la incidencia del uso del software TermoGraf en el aprendizaje del ciclo de Carnot.

3.3.2 Según el Lugar

La investigación fue de campo, porque la investigación se realizó en la Universidad Nacional de Chimborazo con los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, en el cual se identificó el problema.

3.3.3 Según el Tiempo

El estudio fue de tipo transversal, puesto que se compara a dos grupos, un grupo de control y un grupo experimental en un mismo período determinado de tiempo, tanto al inicio y al final del desarrollo de la investigación.

3.4 Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

3.4.1 Técnicas

Prueba: para medir el nivel de conocimiento que presentan los estudiantes, tanto del grupo de control como experimental. En la recolección de datos se aplicó la prueba del pre test al grupo control y experimental, que nos ayudó a realizar un diagnóstico del nivel de conocimientos que presentan los estudiantes. Mientras que la prueba del post test ayudó con la recolección de datos de ambos grupos, pero, para conocer si existe o no mejoría después de la clase tradicional al grupo de control y las clases con el software al grupo experimental.

3.4.2 Instrumentos

Cuestionario: constó de 10 preguntas entre conceptualizados, relaciones de diagramas y ejercicios sobre el ciclo de Carnot. Para la calificación del cuestionario se consideró la escala de aprendizaje.

Tabla 2. Escala de aprendizaje

	Escala Cualitativa	Escala cuantitativa
1	Alcanza los resultados de aprendizajes requeridos satisfactoriamente (AAR)	7.00 – 10.00
2	Está próximo a alcanzar los resultados de aprendizajes requeridos (PAAR)	4.01 - 6.99
3	No alcanza los resultados de aprendizajes requeridos (NAAR)	1.00 – 4.00

Nota. Escala de calificaciones adoptada por la UNACH

3.4.2.1 Validez del Instrumento

La validez del instrumento fue establecida según expertos en el área de física, por tres docentes de la carrera de la Universidad Nacional de Chimborazo que se muestra en la Tabla 3 de la validación del instrumento para la recolección de datos.

Tabla 3. Valores de los niveles de validez según el juicio de expertos

Expertos	Escala de validez
Msc. Willam Cevallos	Muy buena
Dra. Narcisa Sánchez	Muy buena
Msc. Klever Cajamarca	Muy buena
Promedio	Muy buena

Después de observar la Tabla 3 el nivel de validez fue muy buena de acuerdo con los valores expresados por los expertos, por lo que se puede decir que los instrumentos se pueden aplicar para la recolección de datos.

3.5 Población y Muestra de Estudio

3.5.1 Población

La población para realizar este estudio fueron los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Tabla 4. Población

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Estudiantes de la carrera de Pedagogía de Matemáticas y la Física, UNACH.	181	100%
Total	181	100%

Nota. Listado de estudiantes matriculados en el semestre 2022-1S

3.5.2 Muestra

Se aplicó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, entonces se trabajó con todos los 21 estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, matriculados en el periodo 2022-1S. En el cual los 10 estudiantes primeros de la lista fueron el grupo control y los 11 estudiantes de la lista fueron el grupo experimental, donde se aplicó el tratamiento.

3.6 Hipótesis

La utilización del software TermoGraf incide significativamente en el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

3.7 Variables

3.7.1 Variable Independiente

Software TermoGraf

3.7.2 Variable Dependiente

Aprendizaje del ciclo de Carnot

3.8 Métodos de análisis y procesamiento de datos

El procesamiento de los datos recolectados en la investigación se realizó en el software IBM SPSS Statistics, en el cual se utilizaron técnicas estadísticas que permitió obtener tablas y gráficas. Y el análisis e interpretación de los datos estadísticos se lo realizó con un análisis a través de la inducción.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pre test y post test fue aplicado a los 21 estudiantes de Quinto Semestre de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S, quienes conformaron la muestra de investigación, grupo de control y grupo experimental. Las pruebas se aplicaron a través de la plataforma de Google Forms.

4.1 Análisis de la Prueba Pre Test

La prueba pre test tuvo como finalidad diagnosticar el nivel de conocimientos acerca del Ciclo de Carnot que poseen los estudiantes de quinto semestre, comparando al grupo de control con el grupo experimental.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del pre test

	Grupos	
	Grupo control	Grupo experimental
Media	3,30	4,00
Mediana	4,00	4,00
Moda	4,00	4,00
Desviación típ.	0,94868	1,26481
Varianza	0,900	1,600
Mínimo	2,00	2,00
Máximo	4,00	6,00
Coefficiente de variación	0,2875	0,3170

Nota. Realizada en SPSS Statistics

Como se muestra en la Tabla 5, la media de los dos grupos indica que tienen una calificación muy baja según la escala de aprendizaje, ya que, ni siquiera alcanzan los resultados de aprendizajes requeridos. Sin embargo, se puede evidenciar que las medias del grupo control y del grupo experimental no tienen una diferencia significativa, por lo que se puede decir que los grupos son casi homogéneos. Mientras que, la desviación típica del grupo control indica que en promedio las calificaciones se alejan 0.95 puntos de la media de 3.30, y el grupo experimental los datos se separan 1.26 puntos de la media de 4.00. Por último, el coeficiente de variación evidencia que las calificaciones del grupo control pertenecen a un conjunto de datos más homogéneo que del grupo experimental.

En las figuras que se muestran a continuación, se puede observar que en el grupo de control existe un pequeño sesgo en la curva del lado izquierdo de la media, esto se debe a que la mediana es mayor con 0.70 puntos que la media, mientras que, el grupo experimental tiene una distribución normal de los datos.

Figura 5. Histograma de la desviación típica del pre test del grupo control

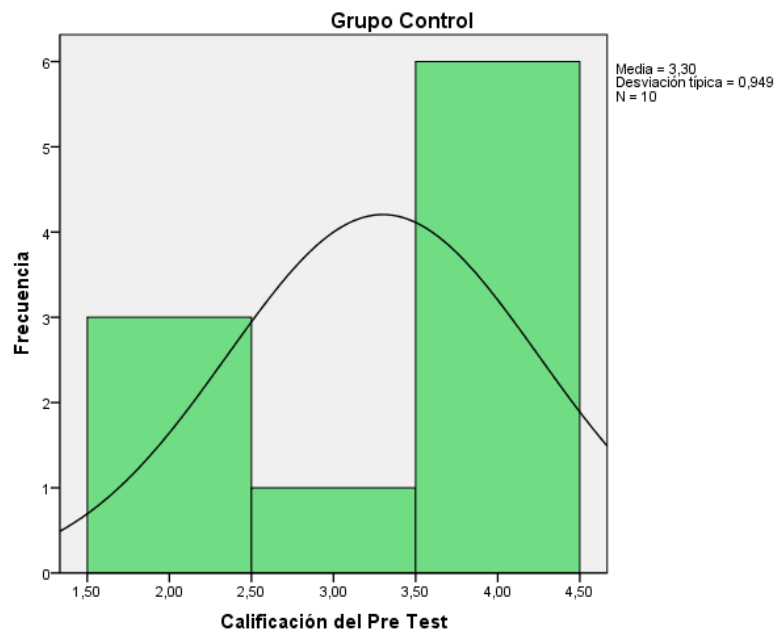
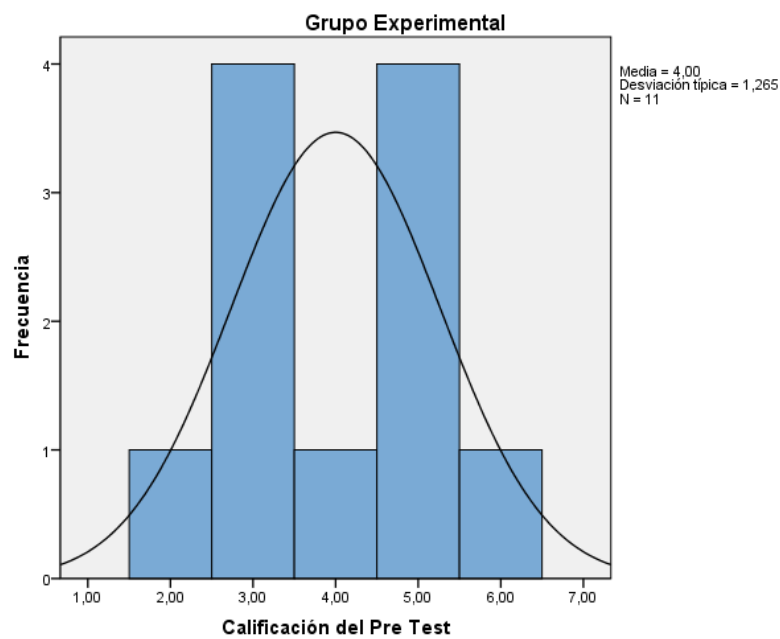


Figura 6. Histograma de la desviación típica del pre test del grupo experimental



4.2 Análisis de las Calificaciones del Pre Test según la Escala de Aprendizaje

Tabla 6. Calificaciones de los estudiantes del pre test

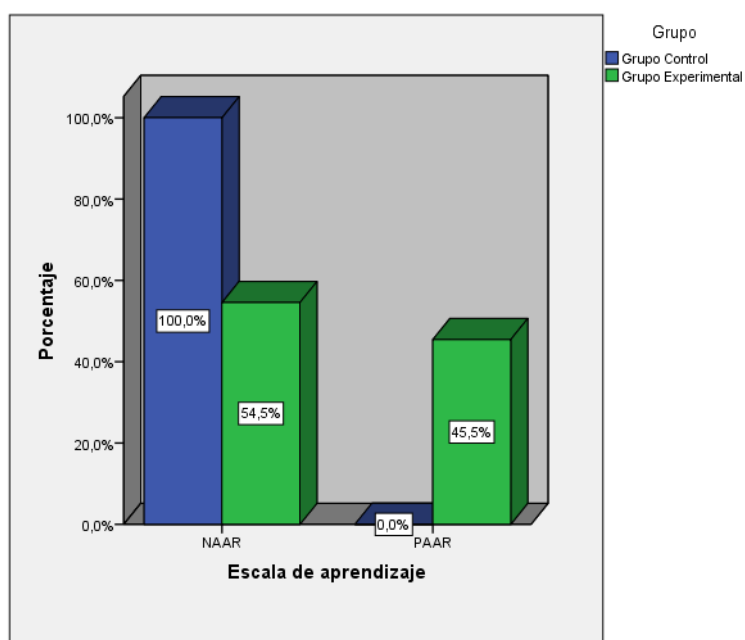
	Grupo		Total
	Grupo de Control	Grupo Experimental	
2,00	3	1	4
3,00	1	4	5
Calificaciones 4,00	6	1	7
5,00	0	4	4
6,00	0	1	1
Total	10	11	21

En la Tabla 6 se puede observar de mejor manera la distribución de las calificaciones obtenidas en el pre test por los estudiantes de los dos grupos. Los estudiantes del grupo control obtuvieron calificaciones dentro del rango de puntuaciones del 2.00 a 4.00 puntos, estando la mayoría de los estudiantes en la calificación de cuatro puntos. Mientras que el grupo experimental tienen una distribución en las puntuaciones alcanzadas de 2.00 a 6.00 puntos, donde la mayoría del grupo también reiteran en la puntuación de 4.00.

Tabla 7. Tabla de contingencia calificaciones del pre test según la escala de aprendizaje

	Grupo		Total
	Grupo de Control	Grupo Experimental	
NAAR (1 - 4)	10	6	16
Escala de aprendizaje PAAR (4,01 - 6,99)	0	5	5
AAR (7 - 10)	0	0	0
Total	10	11	21

Figura 7. Calificaciones del pre test según la escala de aprendizaje



Análisis e Interpretación

En la Tabla 7 y Figura 7 se evidencia que para el grupo control, el 100% que corresponde al total de 10 estudiantes del grupo, no alcanzan los resultados de aprendizajes requeridos. Mientras que el grupo experimental se distribuye de la siguiente manera, 6 de los estudiantes que son el 54.5% no alcanza los resultados de aprendizajes requeridos y los otros 5 restantes estudiantes que corresponde al 45.5% están próximos a alcanzar los resultados de aprendizajes requeridos. Esto indica que en ambos grupos los estudiantes tienen un nivel muy bajo en el aprendizaje sobre la temática del ciclo de Carnot.

4.3 Análisis de las Preguntas de la Prueba Post Test

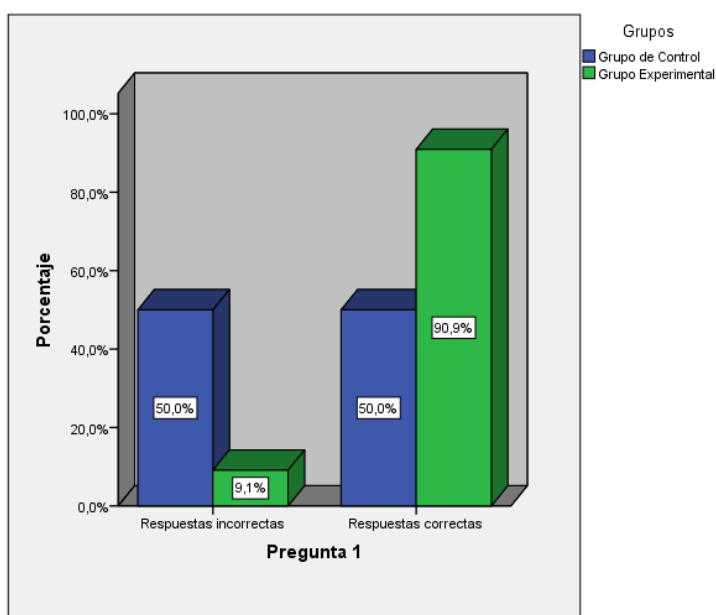
La prueba post test tuvo como finalidad evaluar el nivel de conocimientos acerca del Ciclo de Carnot que poseen los estudiantes de quinto semestre, después de la manipulación de las variables, es decir después de hacer uso del software TermoGraf en el grupo experimental.

1. Seleccione la respuesta correcta: ¿Qué es el ciclo de Carnot?

Tabla 8. Tabla de contingencia pregunta 1 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 1	Respuestas incorrectas	5	1	6
	Respuestas correctas	5	10	15
Total		10	11	21

Figura 8. Pregunta 1 del post test



Análisis e Interpretación

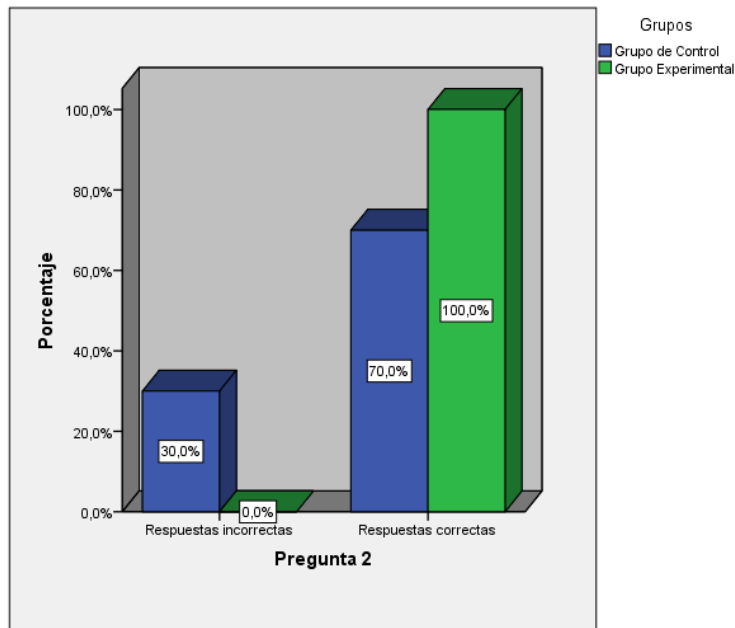
La Figura 21 muestra los porcentajes obtenidos en el post test de la pregunta 1, donde se puede evidenciar una mejoría en ambos grupos, sin embargo, en el grupo experimental existe una mejoría latente, ya que, tiene un mayor porcentaje en el número de estudiantes que respondieron correctamente. En el grupo control se obtuvo que el 50% respondieron correctamente y el otro 50% respondieron de manera incorrecta. Y, en el grupo experimental tan solo un estudiante que equivale al 9.1% se equivocó al responder la pregunta y el 90.9% respondió de manera correcta. Esto indica que los estudiantes del grupo experimental adquirieron mejor la conceptualización del ciclo de Carnot.

2. El ciclo de Carnot consta de 4 procesos como se muestra en la figura. Seleccione los cuatro procesos:

Tabla 9. Tabla de contingencia pregunta 2 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 2	Respuestas incorrectas	3	0	3
	Respuestas correctas	7	11	18
Total		10	11	21

Figura 9. Pregunta 2 del post test



Análisis e Interpretación

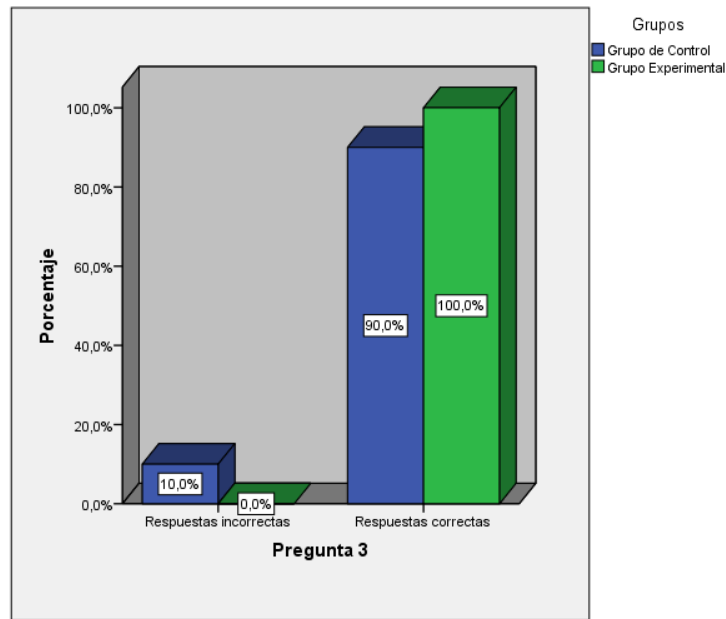
En la pregunta 2 también se evidencia una mejoría en ambos grupos, en el grupo de control el 30% que corresponde a 3 estudiantes se equivocaron en responder y el otro 70% o 7 estudiantes acertó en la respuesta, sin embargo, en el grupo experimental hay una mejoría total en los 11 estudiantes que es el 100% del grupo, pues respondieron de manera correcta la pregunta. Eso indica que con la ayuda del software TermoGraf pudieron asimilar mejor los cuatro procesos internos de ciclo de Carnot en un diagrama presión-volumen, ya que podían visualizar la gráfica.

3. De las figuras siguientes seleccione el diagrama que represente el trabajo neto realizado en el ciclo de Carnot de manera correcta.

Tabla 10. Tabla de contingencia pregunta 3 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 3	Respuestas incorrectas	1	0	1
	Respuestas correctas	9	11	20
Total		10	11	21

Figura 10. Pregunta 3 del post test



Análisis e Interpretación

En la Figura 10 se observa que existe una gran mejoría en ambos grupos al identificar de manera correcta el diagrama presión-volumen del ciclo de Carnot con su respectivo trabajo neto. En el grupo control 21% que corresponde a 1 estudiante falló en la respuesta y el otro 90% respondió correctamente. En el grupo experimental los 11 estudiantes que es el 100% de los estudiantes del grupo acertaron en la respuesta.

4. De las siguientes afirmaciones identifique si son verdaderas o falsas.

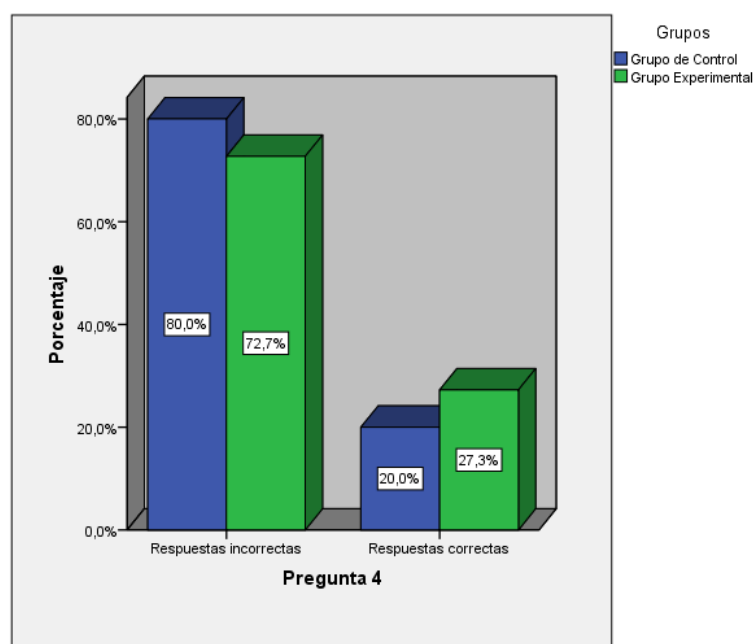
Los principios de Carnot de las máquinas térmicas de Carnot:

- La eficiencia de una máquina térmica es siempre menor o igual que la eficiencia de una máquina de Carnot.
- La eficiencia de todas las máquinas de Carnot operando entre dos mismas temperaturas es la misma, independientemente de la sustancia de trabajo.

Tabla 11. Tabla de contingencia pregunta 4 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 4	Respuestas incorrectas	8	8	16
	Respuestas correctas	2	3	5
Total		10	11	21

Figura 11. Pregunta 4 del post test



Análisis e Interpretación

En la Figura 11 se observa que no existió una gran mejoría en el aprendizaje de los principios de Carnot para sus máquinas térmicas, en el grupo control 8 estudiantes o el 80% respondió de forma incorrecta y el otro 20% que son dos estudiantes acertaron en la respuesta. Mientras que, en el grupo experimental, 8 de los estudiantes que son el 72.7% fallaron y los 3 estudiantes restantes que corresponden al 27.3% respondieron correctamente. Es decir, que los estudiantes aún no conocen bien los principios de las máquinas térmicas de Carnot, esto implica que se debe trabajar más en ello.

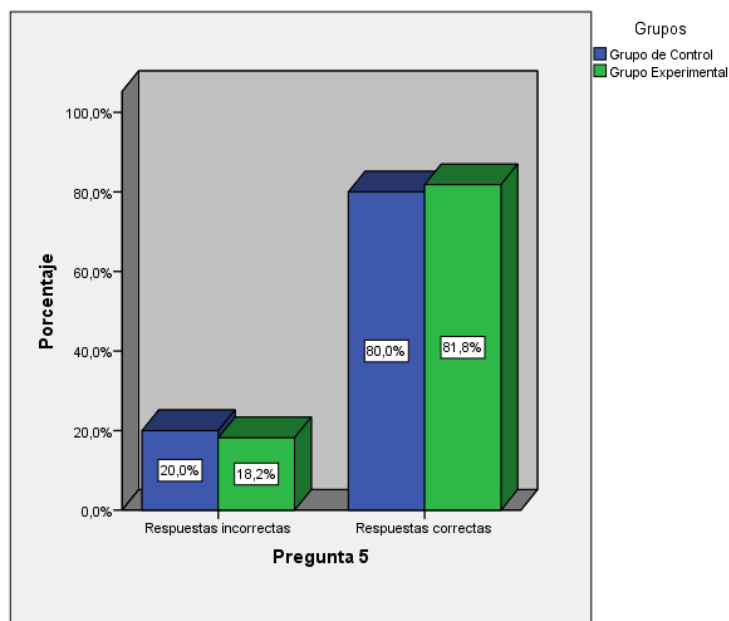
5. De las siguientes afirmaciones identifique si son verdaderas o falsas de la segunda ley de la termodinámica.

- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.
- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un reservorio de calor y la conversión de este calor en trabajo.

Tabla 12. Tabla de contingencia pregunta 5 post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 5	Respuestas incorrectas	2	2	4
	Respuestas correctas	8	9	17
Total		10	11	21

Figura 12. Pregunta 5 del post test



Análisis e Interpretación

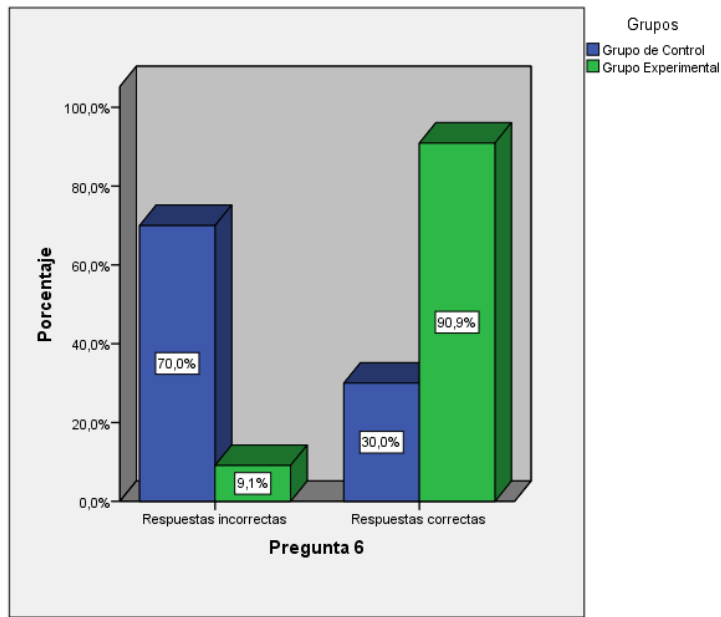
Para la pregunta 5 se puede observar en la Tabla 12 y Figura 12 que existe una mejoría representativa en el aprendizaje de los estudiantes acerca de la segunda ley de la termodinámica, en la que se basa el ciclo de Carnot. En el grupo experimental existe un 18.2% o 2 estudiantes que se equivocaron en la respuesta y el otro 81.8% o 11 estudiantes que acertaron en la respuesta de la pregunta. En el grupo de control el 20% o 2 estudiantes respondieron incorrectamente y el 80% o 8 estudiantes contestaron de manera correcta. Es decir, en ambos grupos de estudio los estudiantes conocen ya los enunciados de la segunda ley de la termodinámica.

6. ¿Cuál de los siguientes enunciados es correcto acerca del teorema de Carnot?

Tabla 13. Tabla de contingencia pregunta 6 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 6	Respuestas incorrectas	7	1	8
	Respuestas correctas	3	10	13
	Total	10	11	21

Figura 13. Pregunta 6 del post test



Análisis e Interpretación

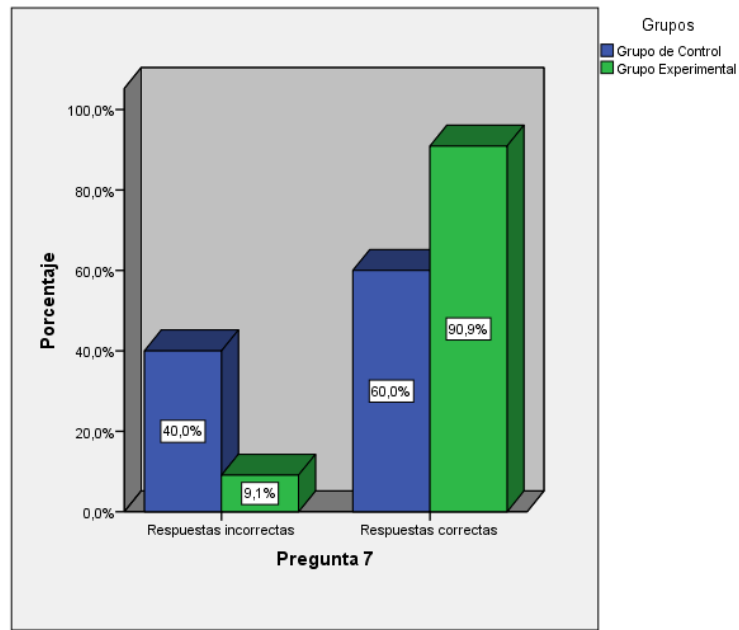
En la Figura 13 correspondiente a la pregunta 6 del post test se evidencia una mejoría latente en el grupo experimental a comparación del grupo de control, puesto que, el 90.9% o los 10 estudiantes respondieron de manera correcta y el otro 9.1% que es 1 estudiante falló en la respuesta. Mientras que, en el grupo de control sigue existiendo un mayor porcentaje que erraron en la respuesta, siendo 7 estudiantes o el 70%, y apenas 3 estudiantes que corresponde al 30% respondieron correctamente. Esto evidencia que la gran mayoría de los estudiantes del grupo experimental asimilaron mejor que dice el teorema de Carnot.

7. Los esquemas de la ejecución del ciclo de Carnot en un sistema cerrado se representan en el lado izquierdo de la siguiente tabla, relacione con cada diagrama que se encuentra a la derecha según corresponda.

Tabla 14. Tabla de contingencia pregunta 7 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 7	Respuestas incorrectas	4	1	5
	Respuestas correctas	6	10	16
Total		10	11	21

Figura 14. Pregunta 7 del post test



Análisis e Interpretación

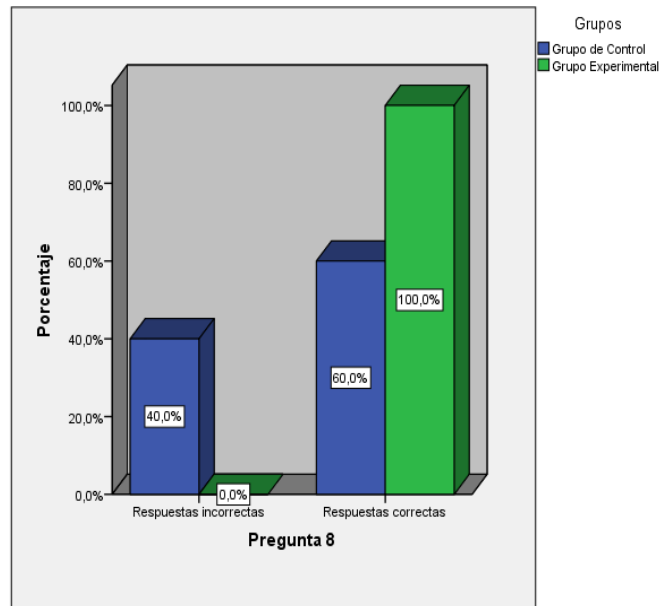
En la Tabla 14 y Figura 14 que corresponde a la pregunta 7, donde relaciona el diagrama presión-volumen del ciclo de Carnot y el proceso que se realiza en un sistema cerrado que consta de un cilindro y un émbolo. Se observa que ambos grupos tuvieron una mejoría, en el grupo de control el 40% o 4 de los estudiantes fallaron al responder y el otro 60% o 6 estudiantes contestaron correctamente, en el grupo experimental el 9.1% que 1 estudiante se equivocó al responder y el 90.9% que son 10 estudiantes acertaron en la respuesta. Es decir, se puede identificar que los estudiantes del grupo experimental asimilaron mejor los diagramas del proceso del ciclo de Carnot en un sistema cerrado.

8. La figura muestra el ciclo de Carnot donde $T_H = 480 K$ y $T_L = 120 K$, determine su eficiencia. Resuelva el ejercicio y seleccione la respuesta correcta.

Tabla 15. Tabla de contingencia pregunta 8 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 8	Respuestas incorrectas	4	0	4
	Respuestas correctas	6	11	16
Total		10	11	21

Figura 15. Pregunta 8 del post test



Análisis e Interpretación

En esta pregunta se planteó un ejercicio acerca de la eficiencia de un ciclo de Carnot con las temperaturas dadas de sus depósitos frío y caliente respectivamente. En la Figura 15 se puede observar que existe una mejoría significativa en el grupo experimental, puesto que el 100% que son los 11 estudiantes del grupo respondieron de manera correcta, mientras que en el grupo control 4 estudiantes o el 40% fallaron en la respuesta y 6 estudiantes que es el 60% acertaron. Esto indica que los estudiantes del grupo experimental resolvieron de manera correcta la eficiencia de Carnot, existiendo una mejoría significativa.

9. Una máquina de Carnot (como se muestra en la figura) cuyo depósito de alta temperatura está a 720 K recibe 600 J de calor a esta temperatura en cada ciclo y cede 437 J al depósito de baja temperatura.

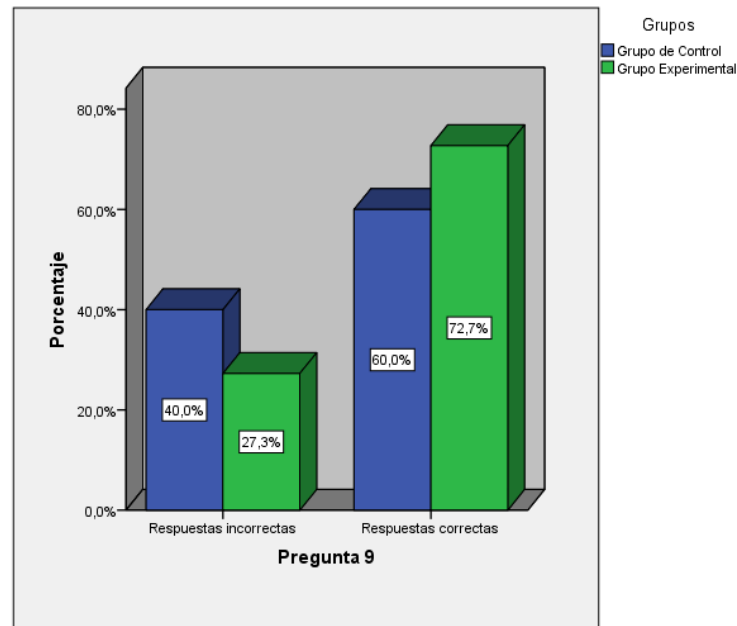
Calcular:

- ¿Cuánto trabajo mecánico realiza la máquina en cada ciclo?
- ¿A qué temperatura está el depósito frío?

Tabla 16. Tabla de contingencia pregunta 9 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 9	Respuestas incorrectas	4	3	7
	Respuestas correctas	6	8	14
Total		10	11	21

Figura 16. Pregunta 9 del post test



Análisis e Interpretación

La Figura 16 muestra una mejoría en las respuestas que corresponden a la pregunta 9, donde se propuso otro ejercicio sobre el cálculo del trabajo neto y la temperatura del depósito frío en una máquina térmica que realiza el ciclo de Carnot. Donde el 72.7% o 8 estudiantes del grupo experimental respondieron de manera correcta, a diferencia del grupo control donde el 60% o 6 estudiantes respondieron bien, los porcentajes que pertenecen a los estudiantes que fallaron al responder la pregunta es del 27.3% o 3 estudiantes y del 40% o 4 estudiantes respectivamente. Asimismo, se evidencia que en los dos grupos los estudiantes pudieron resolver mejor el ejercicio planteado.

10. Una máquina térmica de Carnot, como se muestra en la figura, recibe 500 kJ de calor por ciclo desde una fuente de alta temperatura a 652°C y rechaza calor hacia un sumidero de baja temperatura a 30 °C.

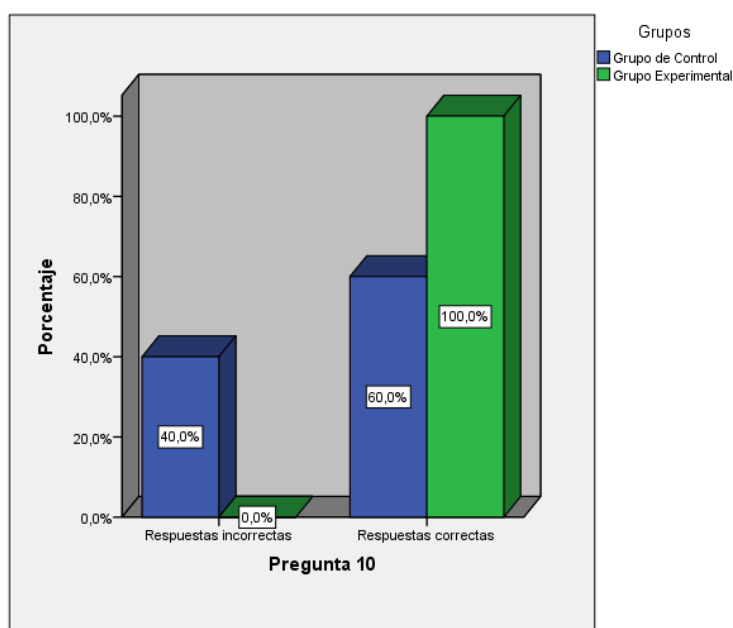
Determine:

- La eficiencia térmica de esta máquina de Carnot
- La cantidad de calor rechazada por el ciclo hacia el sumidero

Tabla 17. Tabla de contingencia pregunta 10 del post test

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Pregunta 10	Respuestas incorrectas	4	0	4
	Respuestas correctas	6	11	17
Total		10	11	21

Figura 17. Pregunta 10 del post test



Análisis e Interpretación

La Figura 17 muestra que la totalidad del grupo experimental que es el 100% o los 11 estudiantes del grupo respondieron de manera correcta por lo tanto realizaron la resolución del ejercicio de manera correcta. Mientras que, el 60% que corresponde a 6 estudiantes del grupo control respondieron erróneamente, y el otro 40% o 4 estudiantes aún tienen falencias a la hora de resolver un ejercicio acerca del ciclo de Carnot.

4.4 Análisis de las Calificaciones del Post Test según la Escala de Aprendizaje

Tabla 18. Calificaciones de los estudiantes del post test

	Grupo		Total
	Grupo de Control	Grupo Experimental	
4,00	2	0	2
5,00	2	0	2
6,00	3	0	3
7,00	2	2	4
8,00	1	2	3
9,00	0	6	6
10,00	0	1	1
Total	10	11	21

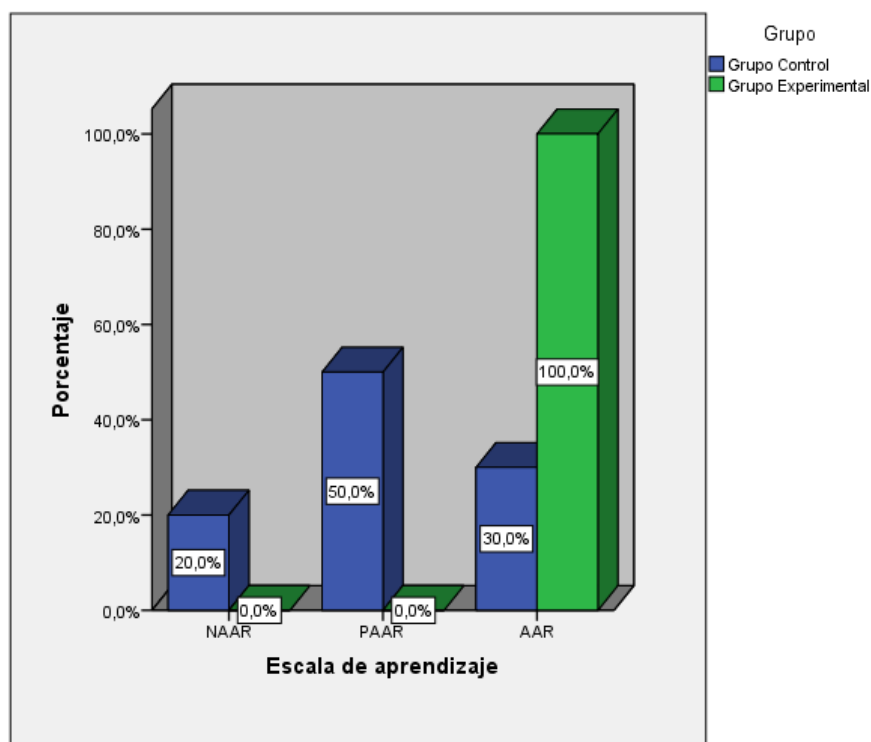
En la Tabla 18 se evidencia las calificaciones de los estudiantes después del tratamiento o aplicación del software TermoGraf para aprender el ciclo de Carnot, teniendo en cuenta que a los del grupo de control se les dio una clase tradicional y al grupo experimental, se les ayudó con sesiones de clase donde se utilizó el software TermoGraf. Entonces, se puede evidenciar una mejoría considerable en el grupo experimental, ya que las notas obtenidas el post test se encuentra entre los 7.00 puntos hasta los 10.00 puntos que es la nota máxima.

Por otro lado, en el grupo control todavía se encuentra notas en las puntuaciones bajas, donde 7 de los estudiantes están entre los 4.00 y 6 puntos que está por debajo de la calificación aceptable, y solo 3 de los estudiantes tienen calificaciones de entre los 7.00 y 8.00 puntos. Existe una mejoría a comparación del pre test aplicado, sin embargo, todavía hay que trabajar en su mejora.

Tabla 19. Tabla de contingencia calificaciones del post test según la escala de aprendizaje

		Grupo		Total
		Grupo de Control	Grupo Experimental	
Escala de aprendizaje	NAAR (1 - 4)	2	0	2
	PAAR (4,01 - 6,99)	5	0	5
	AAR (7 - 10)	3	11	14
Total		10	11	21

Figura 18. Calificaciones del post test según la escala de aprendizaje



Análisis e Interpretación

La Figura 18 presenta la comparación de los dos grupos con los que se trabajó de la prueba del post test, identificando una gran mejoría en el grupo experimental, ya que, el 100% que son 11 estudiantes alcanzan los resultados de aprendizajes requeridos satisfactoriamente. En el grupo de control solo el 30% o 3 estudiantes alcanzan los resultados de aprendizajes requeridos satisfactoriamente, el otro 50% o 5 estudiantes están próximos a alcanzar los resultados de aprendizajes requeridos y aún sigue existiendo un 20% o 2 de los estudiantes que no alcanza los resultados de aprendizajes requeridos.

4.5 Análisis de la Prueba Post Test

Tabla 20. Estadísticos descriptivos del post test

	Grupos	
	Grupo control	Grupo experimental
Media	5,80	8,5455
Mediana	6,00	9,00
Moda	6,00	9,00
Desviación t ^{íp.}	1,31656	0,93420
Varianza	1,733	0,873
Mínimo	4,00	7,00
Máximo	8,00	10,00
Coefficiente de variación	0,22699	0,10932

Nota. Realizada en SPSS Statistics

Como se muestra en la Tabla 20, la media de los dos grupos evidencia que las medias del grupo control y del grupo experimental tienen una diferencia de 2.74 puntos, por lo que se puede decir que los grupos son heterogéneos después de aplicar el software TermoGraf para el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes. Esta diferencia de medias después con la prueba de hipótesis se demostrará si es o no significativa. Mientras que, la desviación típica del grupo control indica que en promedio las calificaciones se alejan 1.32 puntos de la media de 5.80, lo que indica que los datos se encuentran más dispersos. En el grupo experimental los datos se separan 0.96 puntos de la media de 8.54. Por último, el coeficiente de variación evidencia que las calificaciones del grupo experimental pertenecen a un conjunto de datos menos heterogéneo que del grupo control.

En la Figura 19 y Figura 20 que se muestran a continuación, se puede observar que en el grupo control y en el grupo experimental existe una distribución normal de los datos, los estadísticos de la normalidad se comprueban en la Tabla 21.

Figura 19. Histograma de la desviación típica del post test del grupo control

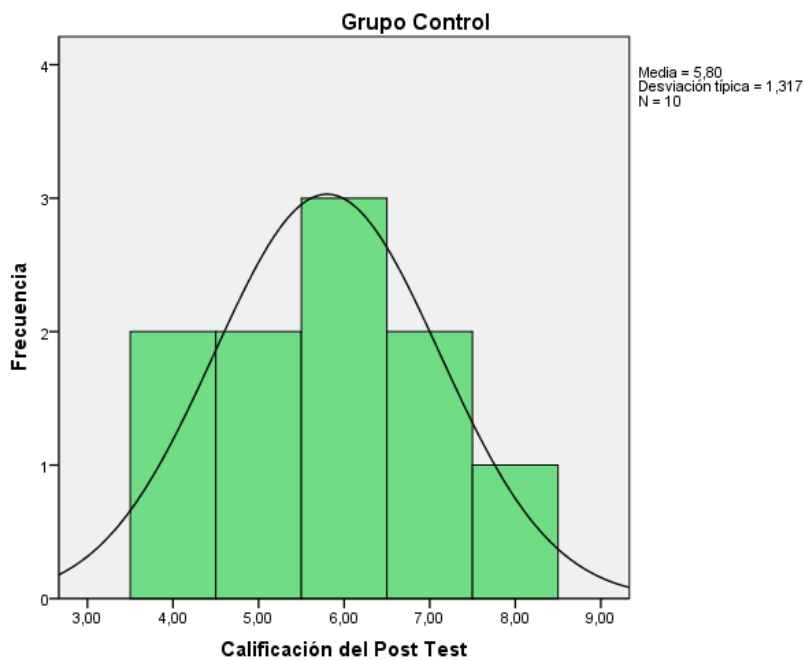
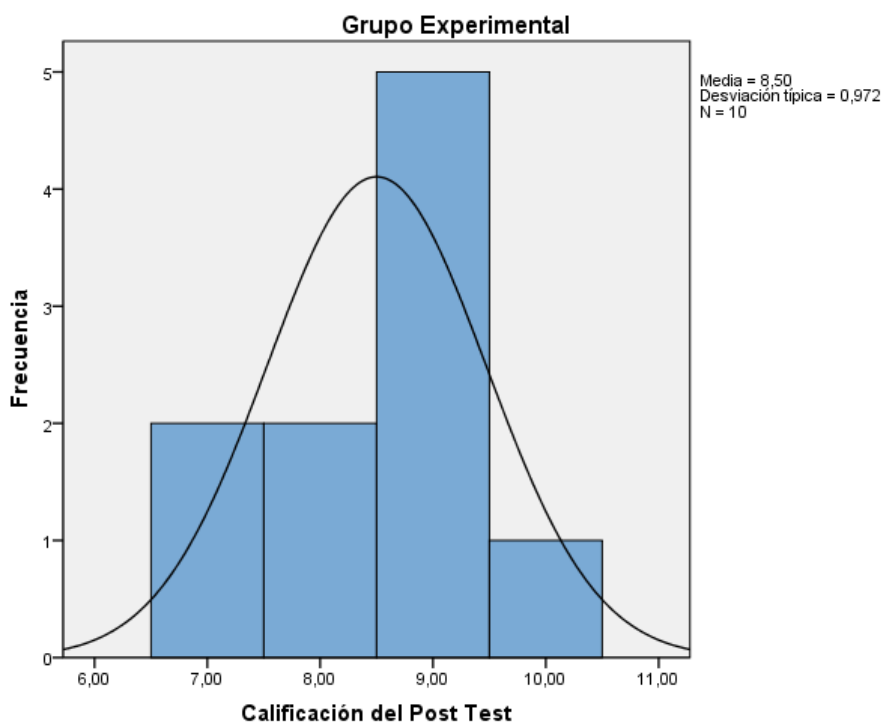


Figura 20. Histograma de la desviación típica del post test del grupo experimental



4.6 Proceso de Prueba de Hipótesis

4.6.1 Demostración de la Prueba de Normalidad de los Datos

Tabla 21. Pruebas de normalidad del post test del grupo control y grupo experimental

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Grupo		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Post Test	Grupo Control	,160	10	,200*	,942	10	,575
	Grupo Experimental	,323	11	,002	,843	11	,035

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Nota. Realizada en SPSS Statistics

Como se trabajó con dos grupos distintos, grupo control y experimental, que tienen menos de 50 datos se consideró la prueba de Shapiro-Wilk por ser una muestra compuesta de 21 datos, como lo evidencia la Tabla 21 Pruebas de normalidad de los datos de cada grupo. Teniendo así las siguientes hipótesis nula y alternativa:

H₀: La variable calificaciones sigue una distribución normal

H₁: La variable calificaciones no sigue una distribución normal

4.6.1.1 Criterio de Decisión para la Prueba de Normalidad de los Datos

- Si $p\text{-valor} < \text{nivel de significancia } (\alpha)$, se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa.
- Si $p\text{-valor} > \text{nivel de significancia } (\alpha)$, no se puede rechazar la hipótesis nula.

4.6.1.2 Decisión Final de la Prueba de Normalidad de los Datos

Para un nivel de significancia de 5% ($\alpha = 0.05$), la prueba de normalidad Shapiro-Wilk evidencia que para el post test del grupo control el $p\text{-valor}$ es de 0.575 y del grupo experimental el $p\text{-valor}$ es de 0.035. Los dos $p\text{-valores}$ son mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0.005$), esto indica que no se puede rechazar la hipótesis nula, es decir, la variable calificaciones del post test sigue una distribución normal para ambos grupos de estudio.

4.6.2 Comprobación de la Homogeneidad de Varianzas

Tabla 22. Estadísticos de Levene para la Homogeneidad de Varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Calificación del Post Test			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,088	1	19	,310

Nota. Realizada en SPSS Statistics

La hipótesis nula y alternativa para la prueba de homogeneidad de varianzas son:

H₀: Las varianzas son iguales

H₁: Las varianzas no son iguales

Para un nivel de significancia ($\alpha = 0,05$) y en vista que para el post test aplicado el $p\text{-valor}$ obtenido ($p = 0,310$) es mayor que el nivel de significancia, se puede decir que no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Es decir, las varianzas son iguales para el post test aplicado de los dos grupos.

4.6.3 Prueba de Hipótesis

De acuerdo con los resultados de la prueba de normalidad de los datos del post test del grupo control y del grupo experimental se selecciona una prueba paramétrica para la demostración de la hipótesis, por lo cual se utilizó la prueba estadística T-student para muestras independientes.

4.6.3.1 Formulación de las Hipótesis

H₀: La utilización del software TermoGraf no incide significativamente en el aprendizaje el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de

Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

H₁: La utilización del software TermoGraf incide significativamente en el aprendizaje el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

4.6.3.2 Nivel de significancia

El nivel de significancia aplicado es $\alpha = 0.05$

4.6.3.3 Criterio

- Si $p\text{-valor} < \text{nivel de significancia } (\alpha)$, se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa.
- Si $p\text{-valor} > \text{nivel de significancia } (\alpha)$, no se puede rechazar la hipótesis nula.

4.6.3.4 Estadísticos de la Prueba de Hipótesis

Tabla 23. Prueba de t-student para muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Post Test	Se han asumido varianzas iguales	1,088	,310	-5,553	19	,000	-2,74545	,49441	-3,78026	1,71065
	No se han asumido varianzas iguales			-5,462	16,091	,000	-2,74545	,50267	-3,81057	1,68034

Nota. Realizada en SPSS Statistics

Con el supuesto de que las varianzas son iguales, anteriormente comprobado en la prueba de homogeneidad de varianzas en la Tabla 23, el valor estadístico de contraste t es -5.553 y el p-valor ($p = 0.000$) para la prueba post test aplicada es menor al valor de significancia. Entonces, se puede decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del grupo control y del grupo experimental, para un nivel de confianza del 95%.

4.6.3.5 Decisión Final

Como p-valor es menor que el nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, por lo que se concluye que la media del grupo experimental es superior a la media del grupo control. Esto indica que la utilización del software TermoGraf incide significativamente en el aprendizaje el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

A través del pre test aplicado se diagnosticó el nivel de conocimientos y dificultades que tenían los estudiantes de quinto semestre de la carrera en el aprendizaje del ciclo de Carnot, donde se evidencia que la mayoría de los estudiantes ni siquiera alcanzan los resultados de aprendizajes requeridos respecto al tema según la escala de aprendizaje adoptada por la Universidad Nacional de Chimborazo, puesto que obtuvieron una calificación promedio de 4.00 sobre 10.00 puntos. Los estudiantes no dominan aspectos teóricos del ciclo de Carnot, ni la poseen habilidades para resolver problemas referentes al tema, lo que indica el bajo nivel de conocimiento que tienen los estudiantes y poco interés en el tema.

Mediante las planificaciones de clase realizadas se puede evidenciar los ejercicios diseñados en el software TermoGraf para el aprendizaje del ciclo de Carnot de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental, donde se resolvieron primero los ejercicios manualmente y luego con la utilización del software. Además, se constató que al utilizar el software se realizan los cálculos de manera más eficiente y se puede visualizar cada uno de los procesos del ciclo en los diagramas termodinámicos.

Se demuestra que al aplicar los ejercicios diseñados en el software TermoGraf a los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, si existe una incidencia significativa en el aprendizaje del ciclo de Carnot en el grupo experimental a diferencia del grupo control, es decir que la diferencia de las medias de los grupos si es significativa, debido a que los estudiantes mantienen el interés y asimilan de mejor manera a través de simulaciones.

El hacer uso del software TermoGraf para el aprendizaje del ciclo de Carnot en los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, periodo 2022-1S, si ayudó a un mejor aprendizaje y comprensión de la temática tanto de manera conceptual, gráfica y en la resolución de problemas, permitiendo alcanzar los aprendizajes requeridos que se ve reflejado en sus calificaciones obtenidas en el post test.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda que los docentes apliquen diferentes tipos de recursos educativos, en especial softwares que permitan las simulaciones y resolución de los ejercicios de diferentes temas para que las clases sean interactivas, y así los estudiantes tengan un mayor interés en aprender.

Además, al aplicar el software TermoGraf en el ciclo de Carnot ayuda a tener una mejor idea de los diagramas presión-volumen o temperatura-entropía, y agiliza los cálculos de trabajo, calor, energía interna de cada proceso y del ciclo, sin embargo, se recomienda tener accesibilidad a un computador para trabajar juntamente con los estudiantes.

Y, por último, hay que tener en cuenta que cualquier software que se haga uso debe ser previamente analizado su utilidad y planificar su implementación a la par de la teoría para beneficiar al proceso de aprendizaje de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrón, A. R., & Ramírez, M. H. (Diciembre de 2021). *Diseño universal de aprendizaje en la enseñanza de la Física*. (L. Serena, Ed.) doi:10.4067/S0718-07642021000600073
- Becerra, F. (2005). Aprendizaje en colaboración mediado por simulación en computador. Efectos en el aprendizaje de procesos térmicos. *Revista de Estudios Sociales*(20), 13-26. doi:10.7440/res20.2005.01
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2008). *Termodinámica* (Séptima ed.). McGrawHill. Obtenido de <http://joinville.ifsc.edu.br/~evandro.dario/Termodin%C3%A2mica/Material%20Did%C3%A1tico/Livro%20-%20Cengel/Termodinamica%20-%20Cengel%207th%20-%20espanhol.pdf>
- Ferreira, A., & González, E. M. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la física universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 18(2), 189-199. Recuperado el 2022, de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v18n2/02124521v18n2p189.pdf>
- García Rocha, L. (2019). *Desarrollo de una herramienta didáctica para el análisis*. Juarez. Recuperado el 2022, de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63205681/Tesis20200505-21224-m2fhi4-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658206152&Signature=LruF50N~GEiViGMH7Cqs5yYVVFA7taonv2DGhvNj7hO6ElgwUzFnN0XJcglIq-Roun2GAPsEbdaVJLn~Qx0Pe73Gc2P9HJfwFyyfiBcyAknQ5xV~YOkb88Eu9N8gxwawc>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA*. MCGRAW-HILL. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf
- Malavé, C. A., Flores, B. C., & Flores, F. (2 de Octubre de 2016). Análisis descriptivo de las dificultades que afrontan estudiantes de Ingeniería en el aprendizaje de Física de una Universidad ecuatoriana. *10*. (LAJPE, Recopilador) Guayaquil, Ecuador, Ecuador. Recuperado el Enero de 2022, de http://www.lajpe.org/dec16/4322_Carlos_2016.pdf
- Marqués, P. (1996). El software educativo. *Universidad Autónoma de Barcelona*, 14. Obtenido de https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/educativo_de_pere_MARQUE_S.pdf

- Mc Dermott, L. C. (1998). Investigación en educación en la física. *Enseñanza de la Física*, 11(2), 17-20. Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/download/16218/16059>.
- Morales, L. M., Mazzitelli, C. A., & Olivera, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2), 11-20. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2733/273343069002.pdf>
- Rodríguez Gómez, D., & Valdeoriola Roquet, J. (2009). *Metodología de la Investigación*. Universidad Oberta de Catalunya. Obtenido de [https://www.upn162-zamora.edu.mx/plan/archivos/c144b4_Metodología de la investigación_Módulo 1 David Rodríguez.pdf](https://www.upn162-zamora.edu.mx/plan/archivos/c144b4_Metodología%20de%20la%20investigaci3n_M3dulo%201%20David%20Rodr3guez.pdf)
- Serway, R. A., & Jewett, Jr., J. W. (s.f.). *FÍSICA para ciencias e ingeniería* (Séptima ed., Vol. 1). (S. R. Cervantes González, Ed.) Cengage Learning Editores. Obtenido de <http://www2.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisgenI/T/Libros/Serway-7Ed.pdf>
- Torres Merchán, N. Y., Bolivar, A., & Solbes Matarredona, J. (2018). Percepciones de los estudiantes sobre la enseñanza de la física en la Educación Secundaria. *U. D. C. A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2), 599-606. doi:10.31910/rudca.v21.n2.2018.975
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2018). *Física universitaria con física moderna 1*. México: Pearson. Recuperado el 2022

ANEXOS

Anexo N° 1: Prueba Objetiva



Libres por la Ciencia y el Saber

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

PRUEBA OBJETIVA

La siguiente prueba está dirigida a los estudiantes de quinto semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, siendo de carácter anónimo con el objetivo de ser estrictamente académico, para recolectar información sobre el aprendizaje de Ciclo de Carnot.

Datos informativos

Número de la lista:

Fecha:

Indicaciones

- Lea detenidamente cada pregunta y seleccione la/s respuesta/s correcta/s.
- De ser el caso, resuelva y seleccione la/s respuesta/s correcta/s.
- Resuelva el cuestionario de manera independiente.

Cuestionario

Pregunta N° 1.

Seleccione la respuesta correcta: ¿Qué es el ciclo de Carnot?

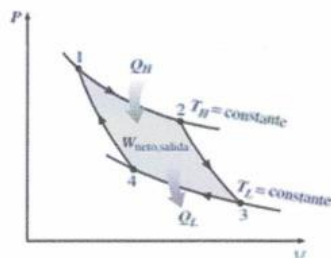
- (A) Es un proceso cíclico irreversible que utiliza un gas ideal, y que consta de dos transformaciones.
- (B) Es un ciclo ideal de cuatro procesos internos, no existe una máquina térmica más eficiente que la de Carnot y es independientemente del fluido con el que trabaje.
- (C) Es un ciclo termodinámico reversible, cerrado en el que el fluido que fluye en su interior nunca sale.
- (D) Es uno de los ciclos más utilizados en los motores térmicos de los automóviles, se producen cuatro procesos: dos procesos isentrópicos alternados con un proceso isocórico y un proceso isobárico.

Pregunta N° 2.

El ciclo de Carnot consta de 4 procesos como se muestra en la figura



Libres por la Ciencia y el Saber

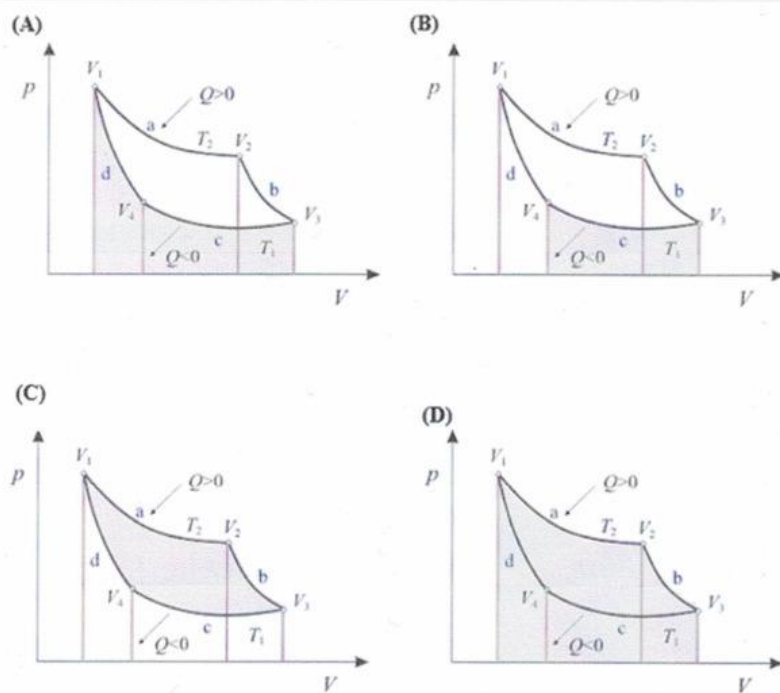


Seleccione los cuatro procesos que estén planteados de manera correcta de las siguientes opciones:

- (A) 4 compresiones adiabáticas de Carnot
- (B) 1-2 Expansión isotérmica, 2-3 expansión adiabática, 3-4 compresión isotérmica, 4-1 compresión adiabática
- (C) 2 expansiones adiabáticas de Celsius y 2 expansiones isotérmicas de Planck
- (D) 1-2 adiabática Kelvin, 2-3 expansión Joules, 3-4 compresión Joules, 4-1 expansión Kelvin

Pregunta N° 3.

De las figuras siguientes seleccione el diagrama que represente el trabajo neto realizado en el ciclo de Carnot de manera correcta.



Pregunta N° 4.

De las siguientes afirmaciones identifique si son verdaderas o falsas.

Los principios de Carnot de las máquinas térmicas de Carnot:

- La eficiencia de una máquina térmica es siempre menor o igual que la eficiencia de una máquina de Carnot.
- La eficiencia de todas las máquinas de Carnot operando entre dos mismas temperaturas es la misma, independientemente de la sustancia de trabajo.

Seleccione la opción correcta.

- (A) VF
- (B) FF
- (C) VV
- (D) FV



Libres por la Ciencia y el Saber

Pregunta N° 5.

De las siguientes afirmaciones identifique si son verdaderas o falsas de la segunda ley de la termodinámica.

- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.
- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo.

Seleccione la opción correcta.

- (A) VV
- (B) FF
- (C) VF
- (D) FV

Pregunta N° 6.

¿Cuál de los siguientes enunciados es correcto acerca del teorema de Carnot?

- (A) Ninguna máquina funcionando entre dos focos térmicos tiene mayor eficiencia que el de una máquina de Carnot operando entre dichos focos.
- (B) La tensión inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la razón de cambio en el tiempo del flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito mismo como borde.
- (C) Establece que todo punto de un frente de ondas es a su vez una fuente de ondas esféricas, y las ondas secundarias que surgen de puntos diferentes interfieren constructivamente entre ellas.
- (D) El teorema establece que el flujo de campo eléctrico que atraviesa una superficie cerrada es igual a la carga neta situada en su interior dividida por la constante dieléctrica del medio.

Pregunta N° 7.



Libres por la Ciencia y el Saber

Los esquemas de la ejecución del ciclo de Carnot en un sistema cerrado se representan en el lado izquierdo de la siguiente tabla, relacione con cada diagrama que se encuentra a la derecha según corresponda.

a.		1.	
b.		2.	
c.		3.	
d.		4.	

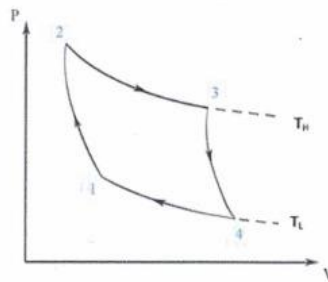
- (A) (a:4), (b:3), (c:2), (d:1)
 (B) (a:2), (b:4), (c:3), (d:1)
 (C) (a:5), (b:2), (c:1), (d:3)
 (D) (a:2), (b:3), (c:4), (d:1)



Libres por la Ciencia y el Saber

Pregunta N° 8.

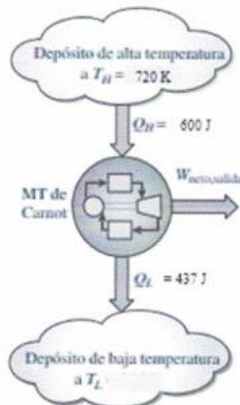
La figura muestra el ciclo de Carnot donde $T_H = 480\text{ K}$ y $T_L = 120\text{ K}$, determine su eficiencia. Resuelva el ejercicio y seleccione la respuesta correcta.



- (A) 25%
- (B) 75%
- (C) 100%
- (D) 99%

Pregunta N° 9.

Una máquina de Carnot (como se muestra en la figura) cuyo depósito de alta temperatura está a 720 K recibe 600 J de calor a esta temperatura en cada ciclo y cede 437 J al depósito de baja temperatura.





Libres por la Ciencia y el Saber

Calcular:

- ¿Cuánto trabajo mecánico realiza la máquina en cada ciclo?
- ¿A qué temperatura está el depósito frío?

(A) $W = 163$ y $T_L = 524.4 K$

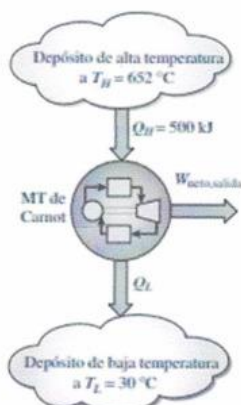
(B) $W = 60$ y $T_L = 525 K$

(C) $W = 500$ y $T_L = 620 K$

(D) $W = 550$ y $T_L = 524.4 K$

Pregunta N° 10.

Una máquina térmica de Carnot, como se muestra en la figura, recibe $500 kJ$ de calor por ciclo desde una fuente de alta temperatura a $652^\circ C$ y rechaza calor hacia un sumidero de baja temperatura a $30^\circ C$.



Determine:

- La eficiencia térmica de esta máquina de Carnot
- La cantidad de calor rechazada por el ciclo hacia el sumidero

(A) $\eta_{ter,C} = 62 \%$ y $Q_L = 25 kJ$

(B) $\eta_{ter,C} = 67 \%$ y $Q_L = 160 kJ$

(C) $\eta_{ter,C} = 62 \%$ y $Q_L = 16 kJ$

(D) $\eta_{ter,C} = 67.2 \%$ y $Q_L = 164 kJ$

Anexo N° 2: Validación del Instrumento para la Recolección de Datos

Evaluación global de la prueba objetiva

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:


	SI	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver PRUEBA OBJETIVA)	X	
El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo		X
El instrumento presenta preguntas que pudieran ser un riesgo para el estudiante		X

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el estudiante:	
N° de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo.	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general de la prueba objetiva				
	Excelente	Muy Buena	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del instrumento		X			

Observaciones y recomendaciones globales de la prueba objetiva:	
ADECUACIÓN Motivos por los que se considera no adecuado	
PERTINENCIA Motivos por los que se considera no pertinente	
PROPUESTAS DE MEJORA (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Willam Bladimir Cevallos Cevallos
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Docente, Master, Universidad Nacional de Chimborazo
Correo	Willam.cevallos@unach.edu.ec
Celular	0999920577
Fecha de la validación (día, mes y año):	3/06/2022
Firma	

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación del instrumento. (Universidad Adventista de Chile, 2021)

Universidad Adventista de Chile. (2021, marzo 10). *Documentación | Dirección de Investigación*. Guía para validar cuestionarios por Juicio de Expertos. <https://investigacion.unach.cl/documentacion/>

Evaluación global de la prueba objetiva

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:


	SÍ	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver PRUEBA OBJETIVA)	x	
El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo		x
El instrumento presenta preguntas que pudieran ser un riesgo para el estudiante		x

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el estudiante:	
Nº de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo.	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general de la prueba objetiva				
	Excelente	Muy Buena	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del instrumento		x			

Observaciones y recomendaciones globales de la prueba objetiva:	
ADECUACIÓN Motivos por los que se considera no adecuado	
PERTINENCIA Motivos por los que se considera no pertinente	
PROPUESTAS DE MEJORA (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Narcisa de Jesus Sánchez Salcán
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Docente Doctora Universidad Nacional de Chimborazo
Correo	nsanchez@unach.edu.ec
Celular	0987098801
Fecha de la validación (día, mes y año):	8 de junio del 2022
Firma	 <p>NARCISA DE JESUS SANCHEZ SALCAN Firmado digitalmente por NARCISA DE JESUS SANCHEZ SALCAN Fecha: 2022.06.08 20:33:52 -05'00'</p>

Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación del instrumento. (Universidad Adventista de Chile, 2021)

Universidad Adventista de Chile. (2021, marzo 10). *Documentación | Dirección de Investigación*. Guía para validar cuestionarios por Juicio de Expertos. <https://investigacion.unach.cl/documentacion/>

Evaluación global de la prueba objetiva

Por favor, marque con una X la respuesta escogida de entre las opciones que se presentan:


	SI	NO
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente (ver PRUEBA OBJETIVA)	X	
El número de preguntas de la prueba objetiva es excesivo		X
El instrumento presenta preguntas que pudieran ser un riesgo para el estudiante		X

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el estudiante:	
Nº de la(s) pregunta(s)	0
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo.	
Propuestas de mejora (modificación, sustitución o supresión)	Las preguntas: 2, 4, 5

	Evaluación general de la prueba objetiva				
	Excelente	Muy Buena	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del instrumento		X			

Observaciones y recomendaciones globales de la prueba objetiva:	
ADECUACIÓN Motivos por los que se considera no adecuado	
PERTINENCIA Motivos por los que se considera no pertinente	
PROPUESTAS DE MEJORA (modificación, sustitución o supresión)	

Identificación del experto

Nombre y apellidos	Klever David Cajamarca Sacta
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo):	Docente de la Universidad Nacional de Chimborazo Máster en Física Universidad Nacional de Chimborazo
Correo	klever.cajamarca@unach.edu.ec
Celular	0992546836
Fecha de la validación (día, mes y año):	08/06/2022
Firma	


Muchas gracias por su valiosa contribución a la validación del instrumento. (Universidad Adventista de Chile, 2021)

Universidad Adventista de Chile. (2021, marzo 10). *Documentación | Dirección de Investigación*. Guía para validar cuestionarios por Juicio de Expertos. <https://investigacion.unach.cl/documentacion/>

Anexo N° 3: Modelación didáctica en el software TermoGraf del ciclo de Carnot

A continuación, se presenta las planificaciones de las clases que se dieron a los dos grupos de estudio, las clases fueron bajo la modalidad virtual.

Tabla 24. Planificación de la clase sin la utilización del software TermoGraf

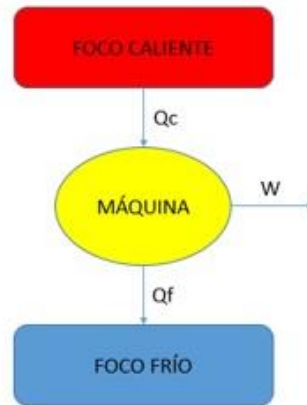
 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS CARRERA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES</p> <p style="text-align: center;"><i>Libres por la Ciencia y el Saber</i></p>	
Fecha de aplicación de la clase:	24 de junio de 2022
Semestre: Grupo de aplicación:	Quinto Grupo control y grupo experimental
Estrategia de clase:	Hacer preguntas durante el desarrollo de la clase
Tema:	Ciclo de Carnot
Contenidos:	<ul style="list-style-type: none">• Máquinas térmicas• Máquina térmica de Carnot• Ciclo de Carnot• Procesos del ciclo de Carnot• Trabajo y calor neto en un ciclo de Carnot• Eficiencia térmica de Carnot• Ciclo de Carnot en un sistema cerrado• Ejercicios
Objetivo:	Estudiar el ciclo de Carnot
Competencias por desarrollar:	<ul style="list-style-type: none">• Estudiar las máquinas de Carnot, el ciclo de Carnot y la eficiencia térmica.• Analizar los 4 procesos internos del ciclo de Carnot.• Relacionar el trabajo y calor netos del ciclo de Carnot en los diagramas de presión-volumen y temperatura-entropía respectivamente.
Recursos didácticos:	Laptop, lápiz óptico, diapositivas, pizarra digital, hojas y lápices.
Actividades del momento de clase:	
Inicio	Se realiza preguntas introductorias al tema del ciclo de Carnot, aspectos generales de la Física Térmica.

Explicación de los contenidos teóricos de la temática, durante el desarrollo de la clase se realiza preguntas a los estudiantes para mantener su atención a la clase. A continuación, se presenta la teoría.

Máquinas Térmicas

La máquina de vapor que impulsó la revolución industrial de los siglos XVIII y XIX es un ejemplo de máquina térmica.

Figura 21. Esquema básico de una máquina térmica



Nota. LICEO AGB. <https://www.liceoagb.es/quimigen/termo9.html>

Desarrollo

Una máquina térmica es un dispositivo que trabajando cíclicamente toma calor de un foco caliente, realiza trabajo y entrega calor de deshecho a un foco frío.

Máquina Térmica de Carnot

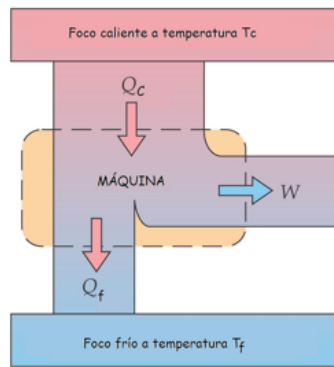
El teorema de Carnot dice que Ninguna máquina funcionando entre dos reservorios térmicos tiene mayor eficiencia que el de una máquina de Carnot operando entre dichos focos. Además, la máquina térmica de Carnot se basa en la segunda ley de la termodinámica con los siguientes enunciados:

- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura.
- No es posible un proceso cuyo único resultado sea la absorción de calor procedente de un foco y la conversión de este calor en trabajo.

Ciclo de Carnot

Es un ciclo termodinámico reversible que produce trabajo neto sobre el exterior al tomar calor de un depósito caliente y luego ceder calor a un depósito frío.

Figura 22. Procesos del ciclo de Carnot

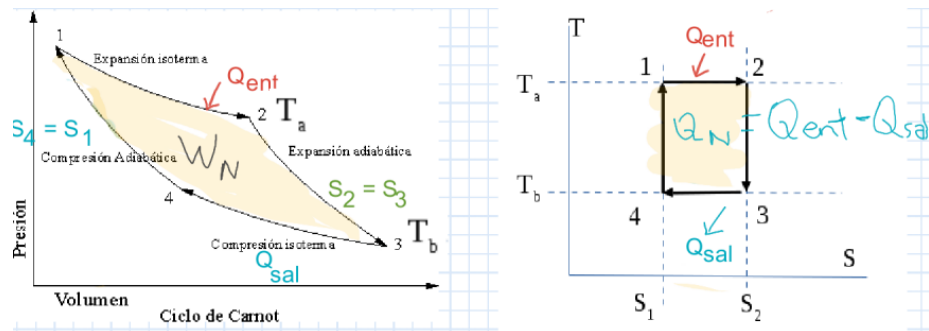


4 Procesos (2 expansiones, 2 Compresiones)

- W_{sal} {
 - Expansión Isotérmica Reversible
 - Expansión Adiabática Reversible
- W_{ent} {
 - Compresión Isotérmica Reversible
 - Compresión Adiabática Reversible

Relación trabajo y calor netos

Figura 23. Trabajo y calor neto



Nota. En el primer diagrama presión-volumen representa el trabajo neto y segundo diagrama temperatura-entropía el calor neto.

Eficiencia térmica de Carnot

Primera ley de la termodinámica:

$$Q_N = \Delta U + W_N, \quad \text{donde } \Delta U \text{ en un ciclo termodinámico}$$

$$Q_N = W_N$$

$$W_N = Q_{ent} - Q_{sal}$$

Eficiencia térmica:

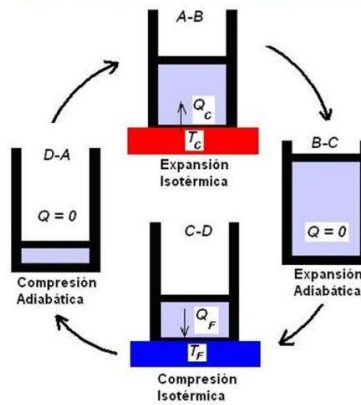
$$\eta_{ter} = \frac{W_N}{Q_{ent}} = \frac{Q_{ent} - Q_{sal}}{Q_{ent}} = 1 - \frac{Q_{sal}}{Q_{ent}}$$

$$\frac{|Q_{sal}|}{|Q_{ent}|} = \frac{T_B}{T_A}$$

$$\eta_{ter,carnot} = 1 - \frac{T_B}{T_A}$$

Ciclo de Carnot en un sistema cerrado

Figura 24. Ciclo de Carnot en sistema cerrado de un cilindro y pistón



Nota. Extraído de sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/carnot/carnot.htm

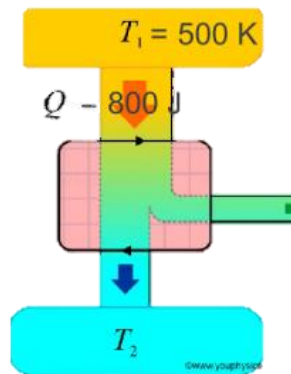
Se resuelve ejercicios después del estudio teórico de la temática juntamente con los estudiantes.

Ejercicio 1:

La eficiencia de una máquina de Carnot es del 30%, la máquina absorbe 800 Joule por ciclo de la fuente caliente a 500 K, determinar.

- a) El calor liberado por cada ciclo
- b) La temperatura de la fuente fría

Cierre



Resolución:

a)

$$Q_2 = ? \qquad \eta_{ter} = \frac{W_N}{Q_{ent}}$$

$$W_N = Q_1 - Q_2 \qquad W_N = \eta_{ter} \cdot Q_{ent}$$

$$Q_2 = Q_1 - W_N \qquad W_N = 0.30(800 J)$$


$$Q_2 = 800 J - 240 J \qquad W_N = 240 J$$

$$Q_2 = 560 J$$

b)

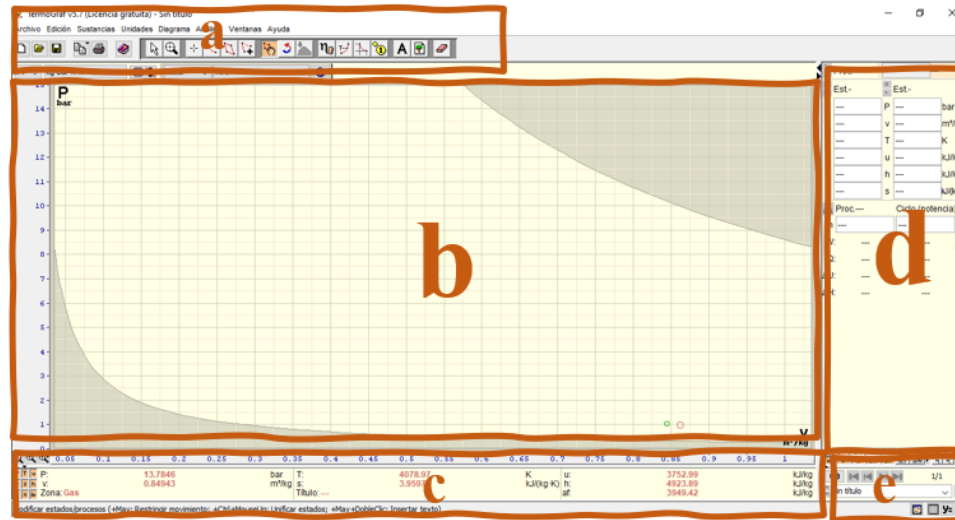
	$\eta_{ter,carnot} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$ $T_2 = (1 - \eta_{ter,carnot})T_1$ $T_2 = (1 - 0.30)500 K$ $T_2 = 350 K$ <p>Ejercicio 2:</p> <p>Una máquina de Carnot cuyo depósito de alta temperatura está a 600 K recibe 500 J de calor a esta temperatura en cada ciclo y cede 430 J al depósito de baja temperatura, determinar:</p> <p>a) ¿Cuánto trabajo mecánico realiza la máquina en cada ciclo?</p> <p>b) ¿A qué temperatura está el depósito frío?</p> <p>Resolución:</p> <p>a)</p> $W_N = Q_1 - Q_2$ $W_N = 500 J - 430 J$ $W_N = 70 J$ <p>b)</p> $\frac{ Q_2 }{ Q_1 } = \frac{T_2}{T_1}$ $T_2 = \frac{ Q_2 }{ Q_1 } T_1$ $T_2 = \frac{430 J}{500 J} \cdot 600 K$ $T_2 = 516 K$ <p>Y, por último, se realiza preguntas de retroalimentación de los contenidos estudiados durante la clase.</p>
--	---

Tabla 25. Planificación de la clase 1 con la utilización del software TermoGraf

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS CARRERA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES</p> <p><i>Libres por la Ciencia y el Saber</i></p>	
Fecha de aplicación de la clase:	24 de junio de 2022

Semestre:	Quinto
Grupo de aplicación:	Grupo experimental
Estrategia de clase:	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el software TermoGraf • Hacer preguntas durante el desarrollo de la clase
Tema:	Ciclo de Carnot
Contenidos:	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción al software TermoGraf • Diseño del ciclo de Carnot • Procesos del ciclo de Carnot
Objetivo:	Diseñar el ciclo de Carnot en el software TermoGraf
Competencias por desarrollar:	Analizar los 4 procesos internos del ciclo de Carnot.
Recursos didácticos:	Laptop y software TermoGraf
Actividades del momento de clase:	
Inicio	<p>Introducción al software TermoGraf, se explica para que sirve, como descargarlo e instalación.</p> <p>Software TermoGraf</p> <p>TermoGraf es un programa desarrollado por el Grupo de Didáctica de la Termodinámica de la Universidad de Zaragoza. Programa gratuito y completamente operativo (no una versión demo) para estudiantes que quieran aprender termodinámica, aunque también tiene una versión pagada con algunas funcionalidades extras.</p> <p>Descarga del software TermoGraf</p> <p>Enlace de descarga: http://termograf.unizar.es/descargas/termograf.htm</p> <p>Enlace del Java: http://es.oldversion.com/windows/java-platform-1-5-0-12</p> <p>Se debe ingresar al enlace, aceptar los términos de condiciones para su descarga y se escoge para el tipo de sistema operativo que tiene su computador. El segundo enlace es del Java necesario para la instalación del software, también se debe descargar e instalarlo.</p> <p>Instalación del software TermoGraf</p> <p>La instalación del software TermoGraf es fácil, solo se debe ejecutar el programa y aceptar en todos los términos.</p>
Desarrollo	<p>Explicación de las herramientas del software TermoGraf y diseño del ciclo de Carnot.</p> <p>Interfaz del software TermoGraf</p>

Figura 25. Interfaz principal del software TermoGraf



Nota. a) Cinta de opciones, b) Diagrama termodinámico, c) Información del cursor, d) Tabla de propiedades termodinámicas, e) Presentación de diapositivas.

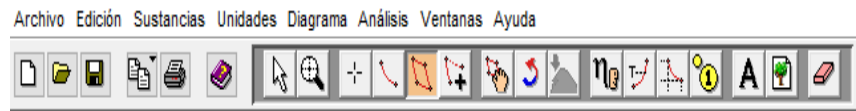
Diseño del ciclo de Carnot

Para diseñar el ciclo de Carnot se puede hacer de dos maneras, una es de forma directa y otra se va haciendo proceso por proceso.

Forma directa:

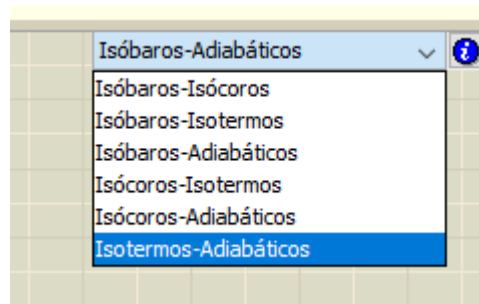
1. En la cinta de opciones se encuentra la opción “Nuevo ciclo” y se hace clic ahí.

Figura 26. Cinta de opciones / Nuevo ciclo



2. En la parte superior derecha del diagrama termodinámico se selecciona los procesos correspondientes en este caso “Isotermos-Adiabáticos”.

Figura 27. Procesos de un ciclo termodinámico



3. Se traza la gráfica en el diagrama termodinámico, se puede observar que automáticamente las propiedades termodinámicas se completan con los datos del ciclo diseñado.

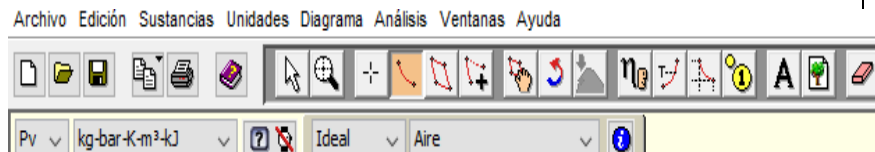
Figura 28. Diseño de un ciclo de Carnot



Proceso por proceso:

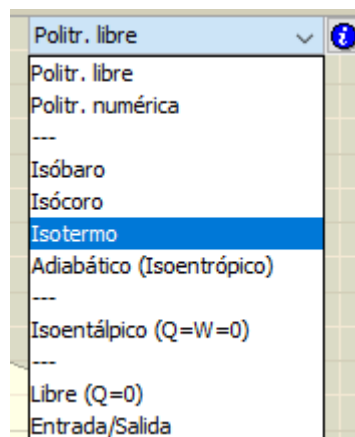
1. Selecciona la opción “Nuevo proceso”.

Figura 29. Cinta de opciones/Nuevo proceso



2. Selecciona en la parte superior derecha del diagrama el tipo de proceso para el 1-2, que sería “Isotermo”.

Figura 30. Procesos termodinámicos



3. Traza el proceso 1-2 en el diagrama.

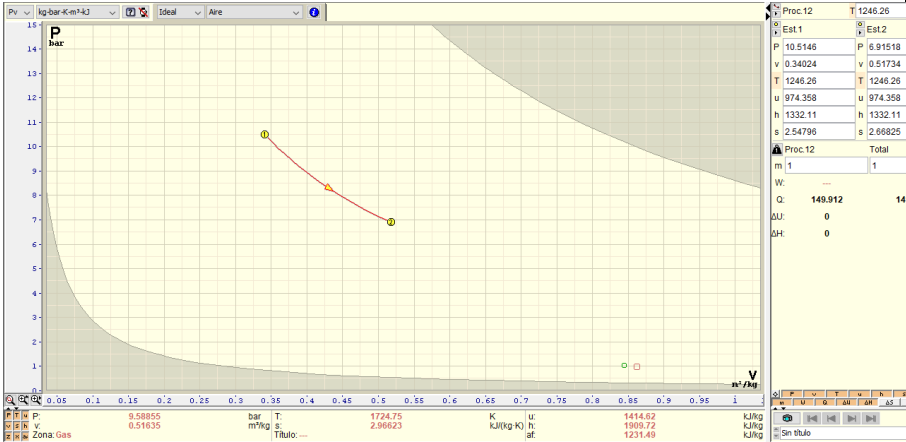

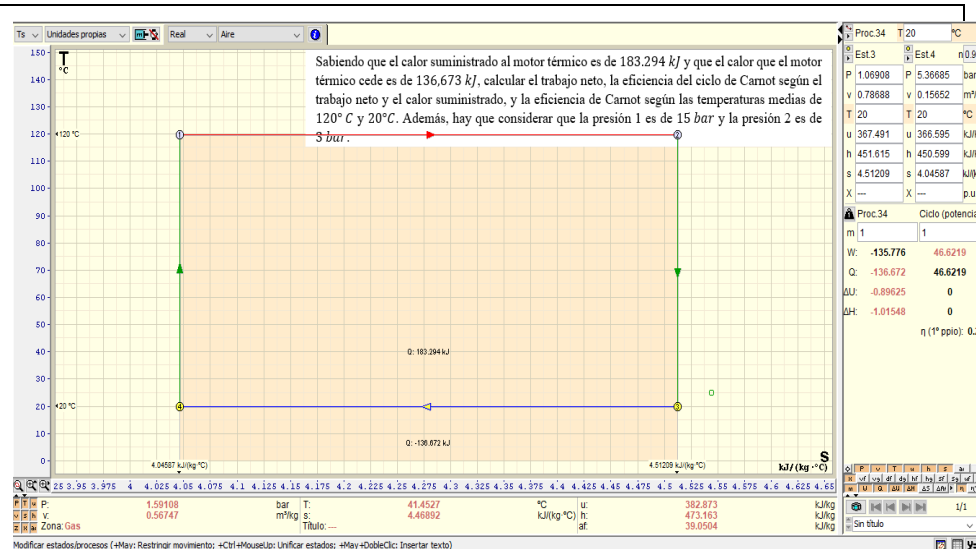
	<p>Figura 31. Proceso isotermo adiabático</p>  <p>Estos tres pasos se deben hacer hasta completar los cuatro procesos, recordando las características de cada proceso. Por último, se explica las demás funciones que presenta el software, como el cambio de tipos de diagramas comparando otras propiedades.</p>
<p>Cierre</p>	<p>Se realiza preguntas de retroalimentación de como diseñar el ciclo y de los procesos que intervienen en el ciclo de Carnot.</p>

Tabla 26. Planificación de la clase 2 con la utilización del software TermoGraf

<div style="text-align: center;">  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS CARRERA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES</p> <p><i>Libres por la Ciencia y el Saber</i></p> </div>	
<p>Fecha de aplicación de la clase:</p>	<p>29 de junio de 2022</p>
<p>Semestre: Grupo de aplicación:</p>	<p>Quinto Grupo experimental</p>
<p>Estrategia de clase:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el software TermoGraf • Hacer preguntas durante el desarrollo de la clase
<p>Tema:</p>	<p>Ciclo de Carnot</p>
<p>Contenidos:</p>	<p>Ejercicios del ciclo de Carnot</p>
<p>Objetivo:</p>	<p>Diseñar los ejercicios del ciclo de Carnot en el software TermoGraf y resolverlos.</p>
<p>Competencias por desarrollar:</p>	<p>Adquirir habilidad para el diseño y desarrollo de diferentes ejercicios del ciclo de Carnot.</p>

Recursos didácticos:	Laptop, software TermoGraf, hojas, lápices, pizarra digital y lápiz óptico.
Actividades del momento de clase:	
Inicio	Realizar preguntas de la teoría estudiada del ciclo de Carnot en la anterior clase y del software TermoGraf.
Desarrollo	<p>Resolver los ejercicios de manera tradicional y después diseñarlos y hallar la solución a través del software TermoGraf.</p> <p>Ejercicio 1:</p> <p>Sabiendo que el calor suministrado al motor térmico es de 183.294 kJ y que el calor que el motor térmico cede es de 136.673 kJ, calcular el trabajo neto, la eficiencia del ciclo de Carnot según el trabajo neto y el calor suministrado, y la eficiencia de Carnot según las temperaturas medias de 120° C y 20° C. Además, hay que considerar que la presión 1 es de 15 bar y la presión 2 es de 3 bar.</p> <p>Datos:</p> <p>$Q_H = 183.294 \text{ kJ}$</p> <p>$Q_L = 136.673 \text{ kJ}$</p> <p>$T_H = 120 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$T_L = 20 \text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>$P_1 = 15 \text{ bar}$</p> <p>$P_2 = 3 \text{ bar}$</p> <p>Resolución:</p> $W_N = Q_H - Q_L$ $W_N = 183.294 \text{ kJ} - 136.673 \text{ kJ}$ $W_N = 46.6219 \text{ kJ}$ $\eta_{\text{tér},\text{real}} = \frac{W_N}{Q_H} = \frac{46,6219 \text{ kJ}}{183.294 \text{ kJ}} = 0.25$ $\eta_{\text{tér},\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_L}{T_H} = 1 - \frac{(20 + 273.15)\text{K}}{(120 + 273.15)\text{K}} = 0.25$ <p>Ejercicio diseñado en el software:</p> <p>Figura 32. Diseño del ciclo de Carnot del ejercicio 1</p>



Ejercicio 2:

Suponga que 0.200 moles de un gas ideal diatómico ($\gamma = 1.40$) efectúa un ciclo de Carnot entre 227°C y 27°C, partiendo de $P_a = 10.0 \times 10^5$ Pa. El volumen se duplica durante la expansión isotérmica a→b. a) Calcule la presión y el volumen en los puntos a, b, c y d. b) Calcule Q, W y ΔU para cada paso y para todo el ciclo. c) Determine la eficiencia directamente de los resultados del inciso b).

Resolución:

a) De la ecuación $pV = nRT$ se obtiene

$$V_a = \frac{nRT_H}{P_a} = \frac{(0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(500 \text{ K})}{10.0 \times 10^5 \text{ Pa}} = 8.31 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

El volumen se duplica durante la expansión isotérmica a→b, así que

$$V_b = 2V_a = 2(8.31 \times 10^{-4} \text{ m}^3) = 16.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Como la expansión a→b es isotérmica, $P_a V_a = P_b V_b$, así que

$$P_b = \frac{P_a V_a}{V_b} = 5.00 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Para la expansión adiabática b→c, usamos la ecuación $T_H V_b^{\gamma-1} = T_C V_c^{\gamma-1}$ y la ecuación de los gases ideales:

$$V_c = V_b \left(\frac{T_H}{T_C} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = (16.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3) \left(\frac{500 \text{ K}}{300 \text{ K}} \right)^{2.5} = 59.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$P_c = \frac{nRT_C}{V_c} = \frac{(0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(300 \text{ K})}{59.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 0.837 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Para la compresión adiabática d→a, tenemos $T_C V_d^{\gamma-1} = T_H V_a^{\gamma-1}$, y entonces

$$V_d = V_a \left(\frac{T_H}{T_C} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}} = (8.31 \times 10^{-4} \text{ m}^3) \left(\frac{500 \text{ K}}{300 \text{ K}} \right)^{2.5} = 29.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$P_d = \frac{nRT_C}{V_d} = \frac{(0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(300 \text{ K})}{29.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 1.67 \times 10^5 \text{ Pa}$$

b) Para la expansión isotérmica a→b, $\Delta U_{ab} = 0$

$$W_{ab} = Q_H = nRT_H \ln \frac{V_b}{V_a} = (0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(500 \text{ K})(\ln 2) = 576 \text{ J}$$

Para la expansión adiabática b→c, $Q_{bc} = 0$.

$$W_{bc} = -\Delta U_{bc} = -nC_v(T_C - T_H) = nC_v(T_H - T_C) = (0.200 \text{ mol}) \left(20.8 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \right) (500 \text{ K} - 300 \text{ K}) = 832 \text{ J}$$

Para la compresión isotérmica c→d, $\Delta U_{bc} = 0$

$$W_{cd} = Q_c = nRT_C \ln \frac{V_d}{V_c} = (0.200 \text{ mol})(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(300 \text{ K}) \left(\ln \frac{29.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{59.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3} \right) = -346 \text{ J}$$

Para la compresión adiabática d→a, $Q_{da} = 0$

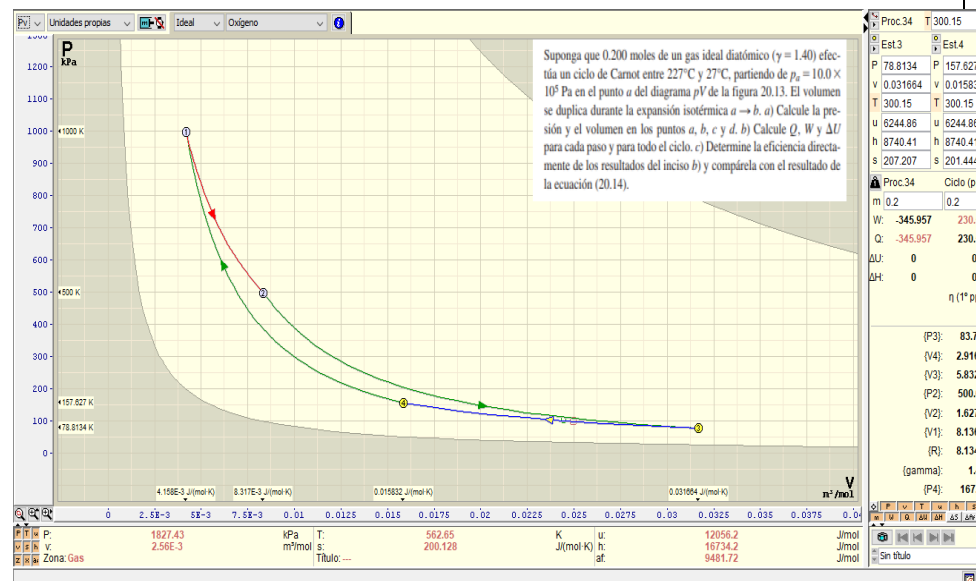
$$W_{da} = -\Delta U_{da} = -nC_v(T_H - T_C) = nC_v(T_C - T_H) = (0.200 \text{ mol}) \left(20.8 \frac{\text{J}}{\text{mol}} \cdot \text{K} \right) (300 \text{ K} - 500 \text{ K}) = -832 \text{ J}$$

c)

$$\eta_{\text{tér}} = \frac{W_N}{Q_H} = \frac{230 \text{ J}}{576 \text{ J}} = 0.40 = 40\%$$

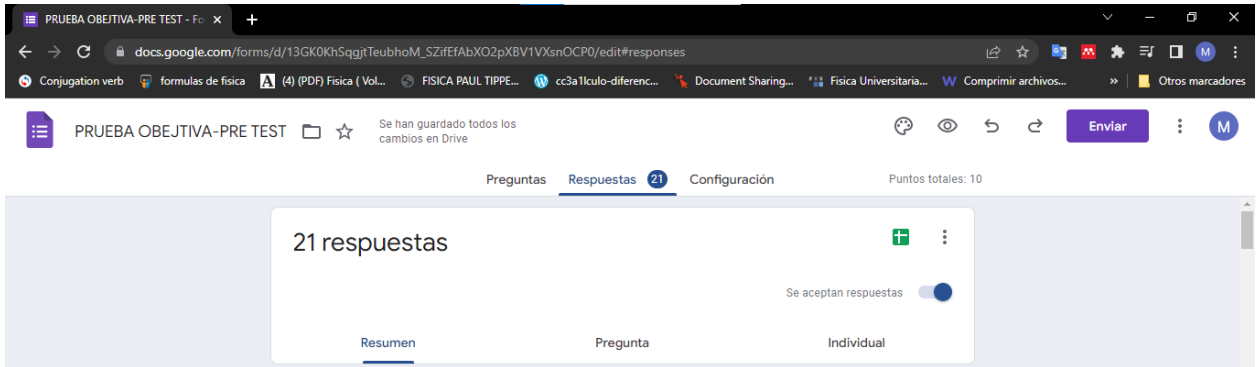
Ejercicio diseñado en el software TermoGraf:

Figura 33. Diseño del ciclo de Carnot del ejercicio 2

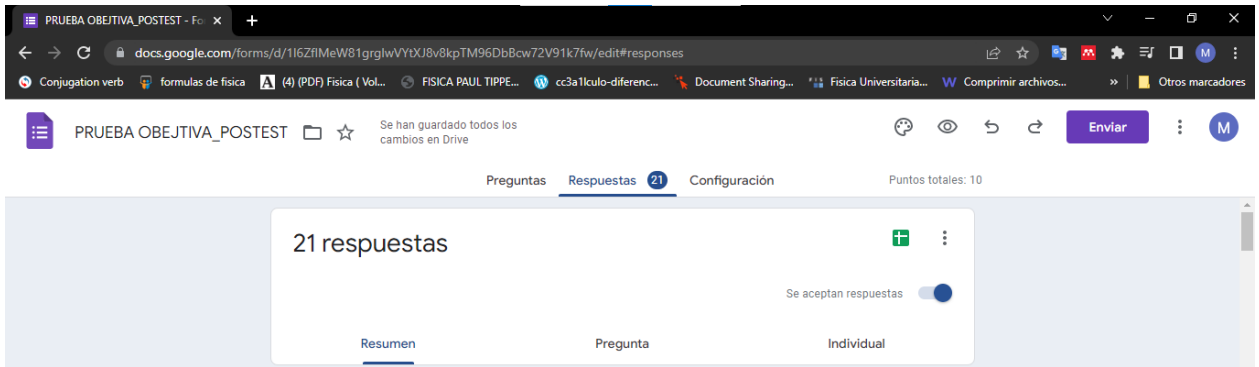


Cierre	Se realiza preguntas de retroalimentación de como diseñar el ciclo y de los procesos que intervienen en el ciclo de Carnot.
---------------	---

Anexo N° 4: Evidencias de la Aplicación de la Prueba Objetiva

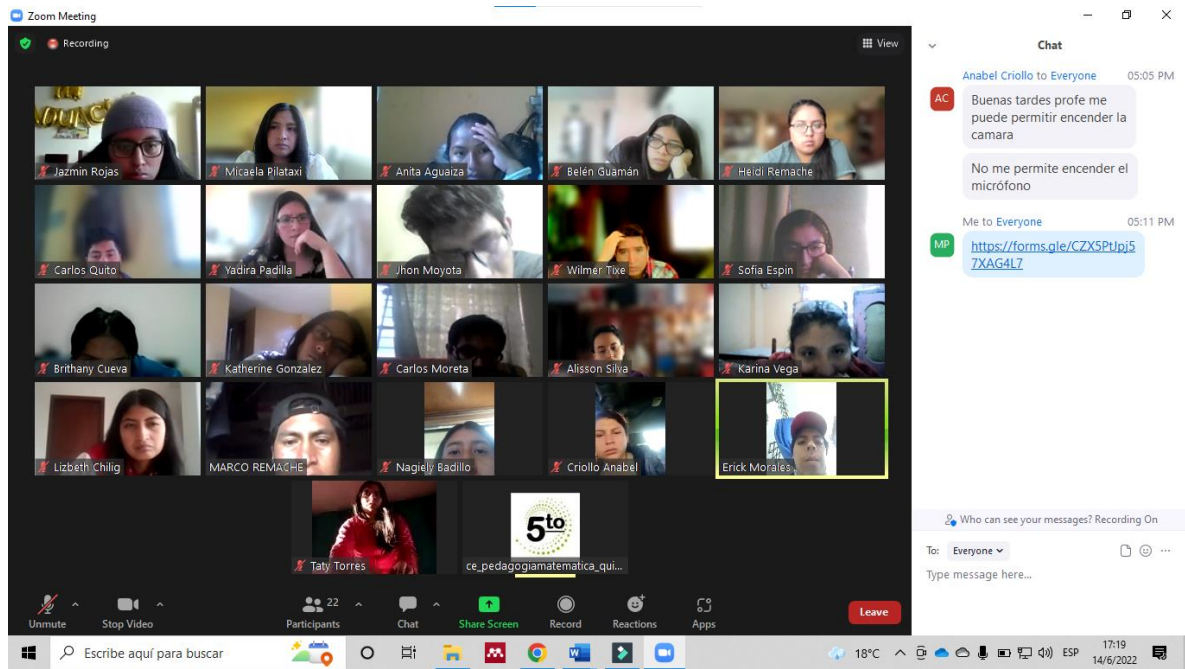


Nota. Aplicación de la Prueba Objetiva Pre Test a los 21 estudiantes, a través de Google Forms.



Nota. Aplicación de la Prueba Objetiva Post Test a los 21 estudiantes, a través de Google Forms.

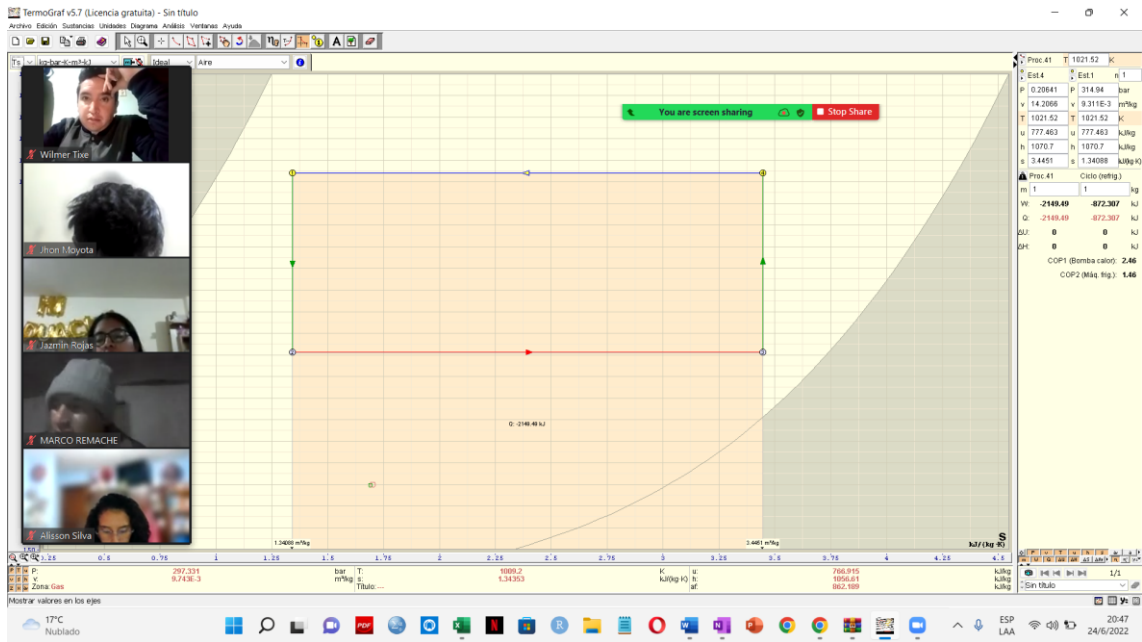
Anexo N°5: Capturas de las clases



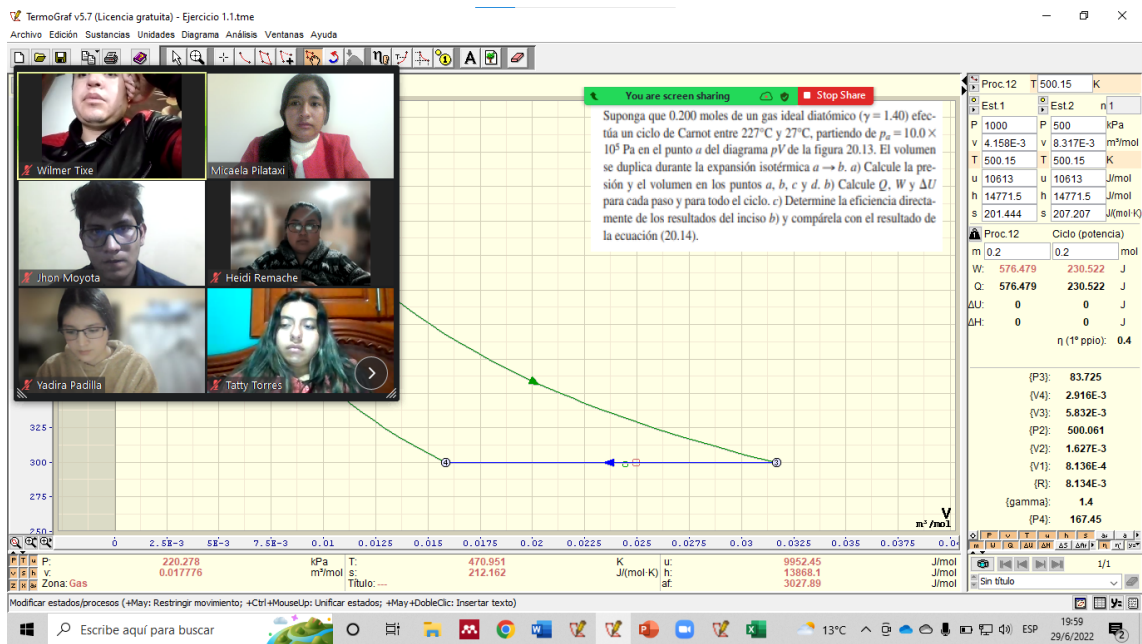
Nota. Aplicación de la Prueba Objetiva Pre Test a los 21 estudiantes, a través de Google Forms.

The image shows a Google Jamboard presentation titled 'CICLO DE CARNOT'. It features two diagrams of the Carnot cycle on a P-V graph. The left diagram shows a clockwise cycle with processes 1-2 (isothermal expansion), 2-3 (adiabatic expansion), 3-4 (isothermal compression), and 4-1 (adiabatic compression). The right diagram shows a counter-clockwise cycle. Handwritten notes include: 'Todos los procesos del Ciclo de Carnot son Reversibles', '1ª Ley Termodinámica: $Q_N = \Delta U + W_N$ ', ' $Q_N = W_N$ Procesos reversibles e irreversibles', ' $W_N = Q_{ent} - Q_{sal}$ ', 'Eficiencia térmica: $\eta_{ter} = \frac{W_N}{Q_{ent}} = \frac{Q_{ent} - Q_{sal}}{Q_{ent}} = 1 - \frac{Q_{sal}}{Q_{ent}}$ ', and ' $\left| \frac{Q_{sal}}{Q_{ent}} \right| = \frac{T_B}{T_A}$ '. The final formula is ' $\eta_{ter,c} = 1 - \frac{T_B}{T_A}$ '. A sidebar on the left lists the processes: Proceso 1-2 (Qent) Expansión Isotérmica, Proceso 2-3 Expansión Isoentrópica, Proceso 3-4 (Qsal) Compresión Isotérmica, and Proceso 4-1 Compresión Isoentrópica. The bottom of the screen shows a Windows taskbar with various application icons and system tray information for 17°C and 20:04 on 24/6/2022.

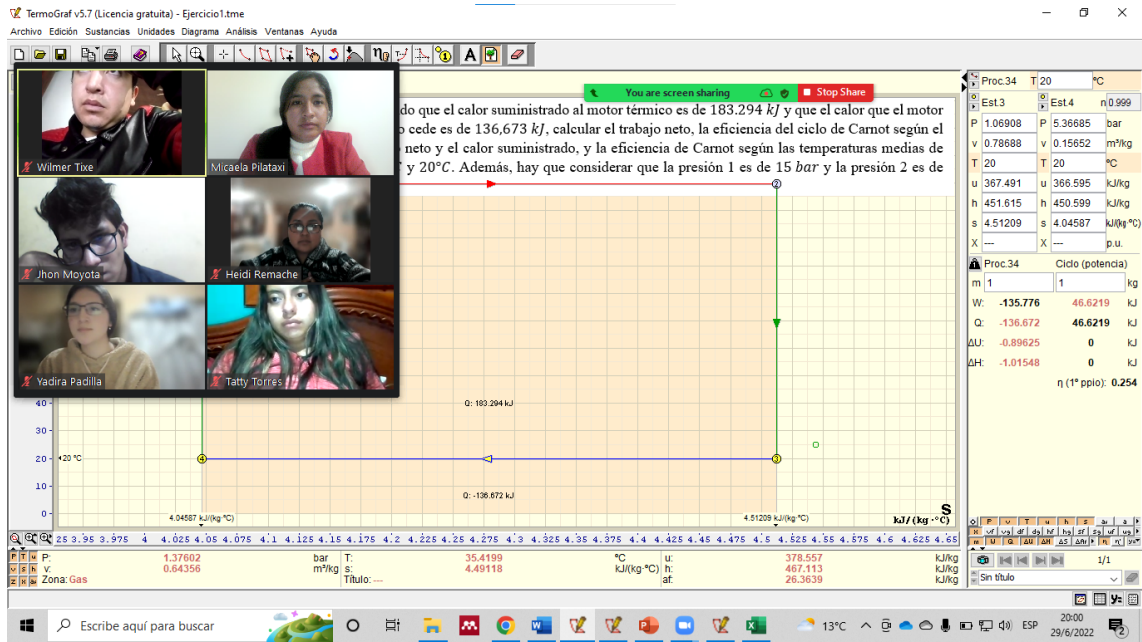
Nota. Clase tradicional a los 21 estudiantes sobre el ciclo de Carnot.



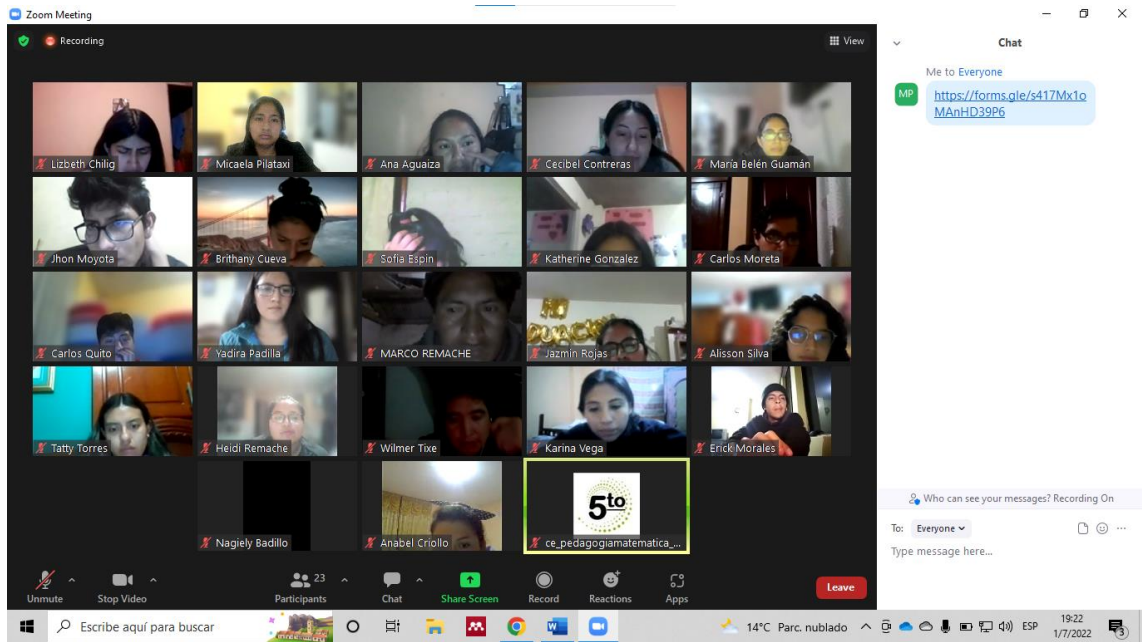
Nota. Ejercicio 1 con el software ThermoGraf



Nota. Ejercicio 2 con el software ThermoGraf



Nota. Ejercicio 3 con el software ThermoGraf



Nota. Aplicación de la Prueba Objetiva Post Test a los 21 estudiantes, a través de Google Forms