

Una experiencia para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en tiempos de covid-19

The teaching-learning process of Physics in covid-19 period:

An experience

Gilda María Vega Cruz

Universidad Tecnológica de La Habana, José Antonio Echeverría

Correo electrónico gilda@tesla.cujae.edu.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3363-7553>

Recibido: 14 de diciembre de 2020

Aceptado: 9 de febrero de 2021

Resumen

Este artículo muestra una experiencia llevada a cabo con estudiantes de 1er año de la carrera de Ingeniería Automática de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE que de manera espontánea manifestaron su intención de cursar la asignatura Física I en la modalidad a distancia en medio de la situación excepcional que impuso la pandemia covid-19 durante el año 2020. Las condiciones de aislamiento provocadas por la pandemia y la solicitud realizada por este grupo de estudiantes hicieron que se emplearan de manera diferente en la modalidad a distancia, vías para la conducción del proceso de enseñanza- aprendizaje ya utilizadas en la modalidad presencial e incluso en un momento determinado, cuando las condiciones epidemiológicas lo permitieron, se usaron algunos elementos de la modalidad semipresencial. El objetivo principal del trabajo es presentar los elementos esenciales que conforman esta experiencia, el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje, los recursos didácticos utilizados, así como los principales resultados obtenidos que enriquecen la didáctica de la física en ingeniería en las condiciones de trabajo a distancia en combinación con elementos de semipresencialidad.

Palabras clave: didáctica, física, modalidad a distancia, modalidad semipresencial.

Abstract

This article shows an experience carried out with first year students of the Automatic engineering career at the Technological University of Havana "Jose Antonio Echeverria", CUJAE, who spontaneously expressed their intention to take the Physics I subject through distance education in the midst of the exceptional situation imposed by the covid-19 pandemic during the 2020 year. The isolation conditions caused by the pandemic and the request made by this group of students led to the use of different ways in the remote mode and different ways for conducting the teaching-learning process previously carried out in the face-to-face lessons and even at a certain moment, when epidemiological conditions allowed it, some elements of the blended lessons were used. The main objective of the work is to present the essential elements that make up this experience, the design of the teaching-learning process through distance education, the didactic resources used as well as the main results obtained which can enrich the teaching of physics in engineering in remote working conditions combined with blended lessons.

Keywords: didactics, physics, distance mode, blended mode.

Licencia Creative Commons



Introducción

El mundo está siendo azotado por la covid-19 desde inicios del 2020 lo que ha obligado a cambiar la vida de sus habitantes en todos los ámbitos de la vida de lo cual no han estado exentas las universidades.

Ante esta situación, la pandemia, ha marcado un antes y un después para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en las universidades de todo el mundo como se refleja en algunos trabajos revisados de Perú, Chile, Argentina, México, y otros países [1],[2],[3],[4],[5]. En estos trabajos se refieren diferentes aristas de esta temática, la social, la psicológica, sobre todo se ha estudiado la repercusión que ha tenido en los estudiantes y el rol del profesor en el proceso. En Cuba se ha dado seguimiento a la necesidad de transformar, sobre todo, los métodos y formas utilizados en los procesos de enseñanza y evaluación sin alejarse esencialmente de lo establecido en el Reglamento docente metodológico de la Educación Superior [6].

El Ministerio de Educación Superior de Cuba así como la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE (Cujae) en los inicios emitieron diferentes indicaciones acerca de la necesidad de realizar transformaciones en los cursos no solo en los que ya se estaban impartiendo y que tuvieron que ser interrumpidos al inicio de la pandemia, sino también para el inicio del nuevo curso en condiciones de la nueva normalidad. Así mismo se estableció que habría un periodo de recuperación para terminar las asignaturas que habían quedado inconclusas del curso 19-20 [7],[8],[9].

En la fecha en que se interrumpió el curso, solo se habían impartido 6 semanas de clases en la carrera de ingeniería automática de la Cujae. En el caso de la Física I se habían impartido 6 conferencias de un total de 12, 6 clases prácticas de 18 y 2 laboratorios de un total de 5. Se había realizado también una prueba parcial de tres programadas en el programa.

De esta manera la profesora principal de Física I de la carrera de ingeniería automática, diseñó un sistema de 8 encuentros de 4 horas que cubrieran una recapitulación de lo estudiado hasta la interrupción del curso y el resto de los contenidos de la asignatura no impartidos hasta ese momento.

El curso con estas características comenzaría el 1ero de septiembre del 2020. Para la impartición del curso por encuentros se elaboraron guías de estudio, orientaciones para los otros profesores que impartirían el curso siguiendo como base, esencialmente, las orientaciones elaboradas años atrás para la Tarea Álvaro Reinoso y los comienzos de la modalidad semipresencial en la Educación Superior [10],[11].

El curso no pudo comenzar en la fecha prevista por la situación epidemiológica de La Habana pero las condiciones estaban creadas para impartir la Física I a distancia. En el mes de octubre un pequeño grupo de estudiantes (8 en total) de 1er año de la carrera de ingeniería automática de la Cujae manifestaron su intención de cursar la asignatura en la modalidad a distancia. Así a partir de una autorización del decano se comenzó a trabajar en la idea de impartir el curso en la modalidad a distancia. El objetivo principal de este trabajo es presentar los elementos esenciales que conforman esta experiencia, es decir el diseño del proceso de enseñanza-aprendizaje, los recursos didácticos utilizados así como los principales resultados obtenidos que enriquecen la didáctica de la física en ingeniería es las condiciones de trabajo a distancia.

Desarrollo

La experiencia llevada a cabo con 8 estudiantes de 1er año de la carrera de ingeniería automática de la Cujae tuvo tres etapas:

- ✓ Planificación
- ✓ Ejecución
- ✓ Evaluación
- ✓

Etapa de Planificación

El objetivo de esta etapa fue preparar las condiciones para llevar a cabo el curso en condiciones de aislamiento, es decir a distancia.

La etapa de Planificación contempló varias tareas

- Diseño del sistema de actividades

Se utilizó como base el diseño del sistema de encuentros que se había elaborado para el inicio del curso en la etapa de recuperación que contaba con 8 encuentros de 4 horas cada uno, transformándolas dadas las condiciones en las que se llevaría el curso totalmente a distancia.

Las actividades docentes se diseñaron con la concepción del cumplimiento de determinadas tareas aprendizaje en las cuales se siguió el criterio enunciado por Collazo [12] acerca de que las tareas de aprendizaje desde el punto de vista didáctico deben poseer cuatro momentos fundamentales: orientación, ejecución, control-corrección-ajuste y valoración. Además se tuvieron en cuenta criterios de varios autores acerca del trabajo independiente y su orientación para la estructuración de las actividades [13], [14]. Resultó

interesante las ideas presentadas por Prado [15] en el sitio cubano Cubadebate con algunas interrogantes para reflexionar: "Enseñar para aprobar o enseñar para aprender", "La evaluación del conocimiento en la enseñanza a distancia, reclama innovación organizacional, de proceso y de producto" así como "La docencia a distancia es parte de un sistema mayor: la educación integral e integradora de los estudiantes, en cualquier modalidad" con las cuales concordamos .6

Recursos didácticos utilizados en la experiencia

Se decidió que el curso no utilizara plataforma informática por no tener condiciones para lograr una conectividad estable y se usaron fundamentalmente los siguientes recursos didácticos:

- Libro de texto
- Guías de estudio
- Presentaciones power point

Libro de texto

Se utilizó el libro de texto definido en el plan de estudio [16] y todos los problemas seleccionados para resolver por los estudiantes eran del mencionado libro a los que se les añadió, en caso necesario, algunos incisos para garantizar lo establecido anteriormente para las tareas de aprendizaje previstas.

Este libro se seleccionó no solo porque es el que está declarado en el plan bibliográfico sino porque en su estructura metodológica permite tener en cuenta las características de las tareas de aprendizaje enunciadas además en cada capítulo contiene Estrategias para resolver problemas y Resúmenes los que pueden ser utilizados para el diseño de las mismas.

Guías de estudio

Las guías contemplaban las tareas a realizar por los estudiantes tanto los estudios teóricos como los prácticos en los que siempre se incluyeron orientaciones elaboradas siguiendo la lógica del aprendizaje así como las dificultades que históricamente presenta el estudio del tema en cuestión. Las guías se elaboraron para cada tema y constaron en su estructura con los siguientes componentes: el sistema de conocimientos, los objetivos del tema declarados en el programa de la asignatura, la bibliografía referida al libro de texto, una presentación en power point elaborada por la profesora para la experiencia e indicaciones específicas para cada problema a resolver de manera independiente por los estudiantes,

que tenían en cuenta las dificultades que históricamente presentan la solución de los problemas tipo del tema y sobre todo tratando de generalizar métodos de solución de problemas en cada tema. En el Anexo 1 se presenta un fragmento de una de las guías elaboradas.

Análisis grupal y presencial del plan con los estudiantes interesados

Antes de comenzar el trabajo a distancia se realizó un encuentro presencial en el cual se analizó en el grupo el sistema de actividades, las vías de aclaración de dudas y la necesidad de que todos realizaran el 100% de las tareas de aprendizaje propuestas.

Se les explicó que en algunas ocasiones se les orientaría la repetición de la tarea a partir del no cumplimiento de los objetivos propuestos, de manera que en cada caso a partir de los trabajos realizados habría "ajustes" en las tareas de manera individual y así garantizar que todos culminaran resolviendo todos los problemas correctamente.

Se les planteó que la experiencia tenía un segundo objetivo que era que ellos probaran las propuestas e hicieran recomendaciones para su perfeccionamiento.

Presentaciones Power Point

Como apoyo al estudio teórico de cada tema se elaboraron presentaciones sencillas en Power point sobre todo dirigidas a sintetizar los elementos esenciales en cada caso. Ver Anexo 2.

El día del encuentro inicial se les entregó a los estudiantes todos los materiales elaborados así como el libro digital que se colocaron en una carpeta digital y por tanto ellos de manera individual debían comenzar el estudio de la asignatura siguiendo las orientaciones elaboradas en el mismo orden en que se indicaba en el sistema de actividades.

Etapa de Ejecución

En esta etapa se utilizaron consultas como tradicionalmente se realiza en la asignatura solo que estas se realizaron por otras vías no presenciales.



Fig. 1 Pág, del grupo de whatsapp

Grupo oficial de dudas por WhatsApp

Se creó un grupo de WhatsApp con el objetivo de hacer una sesión de trabajo semanal fundamentalmente para aclarar dudas y además para que fuera utilizado para aclarar dudas de manera individual. Después de estas sesiones, los estudiantes enviaban los problemas resueltos por WhatsApp o correo electrónico.

Por esta vía, la profesora reenviaba los trabajos revisados y corregidos por el chat personal de cada estudiante manteniendo la privacidad, con orientaciones concretas de acciones a realizar que incluían la repetición parcial o total de algunos problemas. Ver Anexo 3.

Se realizaron además consultas telefónicas individuales y por pequeños grupos que sobre todo al inicio de la experiencia estudiaban juntos.

En las primeras actividades el trabajo fue totalmente a distancia. En esta fase cada estudiante marchó a su propio ritmo de aprendizaje aunque la profesora monitoreaba el proceso de cada cual para que no se establecieran diferencias sustanciales entre ellos y surtieran efecto las consultas grupales por WhatsApp

Con la apertura de La Habana se decidió hacer una modalidad mixta y se añadió al trabajo a distancia la realización de encuentros presenciales, lo que obligó a partir del control que llevaba la profesora del avance de cada estudiante incluir orientaciones a los más atrasados para lograr uniformarlos y comenzar a realizar estos encuentros presenciales.

La modalidad fue mixta porque se mantuvo la indicación de que los estudiantes debían continuar trabajando de manera individual en la forma en que se les había orientado, es decir estudiar el contenido del tema, resolver los problemas, aclarar dudas de manera individual y enviarlos a la profesora para su revisión y se utilizaron los encuentros fundamentalmente para debatir colectivamente las principales dificultades presentadas.

Se realizaron 4 encuentros presenciales con frecuencia semanal de alrededor de 2 horas en el local de la Federación Estudiantil Universitaria (FEU) en los cuales:

- ✓ Se intercambiaban criterios sobre los métodos utilizados por cada cual en la solución de los problemas garantizando así los cuatro momentos fundamentales para las tareas de aprendizaje diseñadas.
- ✓ Se precisaban algunos elementos para las próximas actividades garantizando un ritmo uniforme de aprendizaje.

Puede asegurarse que se creó una adecuada situación de aprendizaje considerando ésta como escenarios organizados por la profesora, en los cuales se diseñaron una serie de actividades articuladas que promovían la construcción de aprendizajes de manera colectiva a partir de un trabajo independiente e individual y el desarrollo de las competencias en los estudiantes. en un lapso y en un contexto específicos, lo que suponía distintos tipos de interacciones, entre los integrantes del grupo, y la profesora.

Etapa de Evaluación

La evaluación de la experiencia estuvo dirigida fundamentalmente a valorar el resultado del aprendizaje de los estudiantes a partir de las acciones realizadas por cada uno de ellos. Los momentos esenciales de la evaluación de los estudiantes pueden resumirse en los siguientes:

- ✓ Evaluación del aprendizaje del contenido estudiado antes de la interrupción del curso por la pandemia. Después de la primera actividad en la cual se orientó la recapitulación de todo lo visto antes de la interrupción de las clases por la pandemia se realizó una evaluación escrita de los temas estudiados hasta Trabajo y Energía vía whatsapp cada uno desde sus casas. Se diseñó una evaluación personalizada con 3 problemas diferentes para cada uno, un problema de cinemática, otro de dinámica y otro de trabajo y energía que se envió por el chat individual a cada uno en el grupo de WhatsApp. Se les dio a los estudiantes 2 horas al término de la cual ellos debían entregar por esa misma vía los resultados. Solo un estudiante se tomó más tiempo con un trabajo de mayor calidad, pero se le señaló el incumplimiento del tiempo establecido.
- ✓ Realización de un total de 42 problemas orientados en las actividades

Se está de acuerdo con el trabajo publicado en abril del 2020 por la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la Universidad Nacional Autónoma de México [17] en la que plantea que en la educación a distancia , “en el área de las físico-matemáticas se puede recurrir a la resolución de ejercicios, como sucede en la docencia presencial, pero también podríamos solicitar la explicación del proceso de resolución del problema, a fin de identificar si el alumno sabe por qué se resuelve de esa manera y no sólo está mecanizando y replicando automáticamente un proceso que quizá no tenga una carga conceptual, para que le permita identificar porqué sucede así dicho procedimiento” .. Los 8 estudiantes realizaron los 42 problemas orientados de los temas que habían quedado inconclusos y de los nuevos no estudiados antes, con la peculiaridad de que la solución era revisada, corregida por la profesora y enviada por WhatsApp o correo electrónico con indicaciones concretas de acciones a realizar que en ocasiones era la realización de un

esquema de trabajo, volver a escribir las ecuaciones de trabajo, la repetición parcial o completa de un problema lo que permitió lograr que todos los estudiantes llegaron a resolver todos los problemas correctamente, utilizando los métodos adecuados en cada caso. Esta práctica no se utiliza en la modalidad presencial, requiere mucho tiempo de la profesora, pero tiene muy buenos resultados. Ver Anexo 2

✓ Realización de sendos seminarios integradores de Mecánica y Termodinámica que concluyeron con una evaluación individual diferente para cada uno de ellos. Uno de ellos fue a distancia y el otro fue presencial.

En los dos casos se diseñaron un conjunto de problemas integradores de los temas de Mecánica y Termodinámica respectivamente.

En el caso del virtual se utilizó el mismo método de la primera evaluación parcial. En el caso del presencial se prepararon 8 temarios diferentes, se prepararon papelitos con cada uno de los temarios y cada estudiante escogió al azar un papelito para seleccionar su temario.

En ambos casos los resultados fueron excelentes para todos los estudiantes.

Para la calificación final se tuvo en cuenta:

- ✓ los resultados de todos los momentos evaluativos antes descritos
- ✓ la participación activa en todos los tipos de consultas realizados por todas las vías establecidas incluyendo la participación en los encuentros presenciales.
- ✓ la asistencia a los encuentros presenciales.
- ✓ una autovaloración realizada por los estudiantes a solicitud de la profesora que incluía una propuesta de calificación final teniendo en cuenta los siguientes indicadores:
 - Entrega en tiempo y forma de los trabajos que incluía los problemas y sus repeticiones.
 - Participación activa en los encuentros presenciales y todos los tipos de consultas.
 - Resultados en la evaluación inicial y de los dos seminarios integradores.

Los estudiantes fueron muy críticos, aunque todos coincidieron que habían aprendido más que si hubiesen estado en el aula aludiendo los siguientes elementos:

- ✓ Nunca ellos habían tenido la opción de resolver todos los problemas orientados en las clases prácticas.
- ✓ Consideraron de muy positivo el hecho de que se les corrigieran los problemas señalando los errores cometidos y la posibilidad de repetir parcial o íntegramente algunos problemas mal resueltos sobre todo en aquellos casos en los que no se aplicaron los métodos adecuados para su solución.
- ✓ Los 8 estudiantes consideraron que se creó un ambiente muy favorable en el equipo que realizaba la experiencia. Los 8 estudiantes se comprometieron a ayudar a la profesora cuando se impartiera la asignatura al resto de los estudiantes una vez que comenzara la universidad y algunos desean integrar el movimiento de Alumnos Ayudantes.

Conclusiones

- Las condiciones impuestas por la pandemia del covid 19 han permitido explorar otras potencialidades de los estudiantes en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la Física relacionadas con el autoaprendizaje, la ayuda entre pares y el análisis colectivo de los contenidos estudiados socializándose métodos de trabajo típicos de la disciplina.
- La utilización de la modalidad del trabajo a distancia producto del aislamiento con la posibilidad que ante una mejoría epidemiológica en la Capital se pudiera combinar con la modalidad semipresencial, permitieron probar nuevas vías para mantener el intercambio entre los estudiantes y el profesor, con nuevos incentivos para lograr el interés por el estudio de los mismos.
- En esta experiencia se ha logrado mayor independencia de los estudiantes, así como se ha contribuido a formar cualidades relacionadas con la calidad de lo que hacen y la autovaloración de lo que aprenden.
- Los 8 estudiantes mostraron un excelente aprovechamiento académico en la asignatura lo cual se demuestra en la realización con buenos resultados del 100 % de los problemas propuestos, en los resultados de las tres evaluaciones parciales realizadas y sobre todo en el aprovechamiento sistemático manifiesto en su actividad individual y colectiva.
- Con esta experiencia se demuestra la posibilidad de estudiar una asignatura a distancia siempre y cuando exista un interés y un trabajo sistemático de los que aprenden y una preparación adecuada de los recursos didácticos por parte del profesor en los cuales se diseñen las actividades de aprendizaje a partir de la creación de una situación de aprendizaje adecuada.
- Puede asegurarse que en esta experiencia se creó una adecuada situación de aprendizaje pues se diseñaron una serie de actividades articuladas que promovieron la construcción de aprendizajes y el desarrollo de habilidades en los estudiantes. en un periodo corto de tiempo, a pesar de las condiciones adversas en la Capital debido a la covid-19.

Referencias bibliográficas

1. Lovón CMA, Cisneros TSM. Repercusiones de las clases virtuales en los estudiantes universitarios en el contexto de la cuarentena por COVID-19: El caso de la PUCP. *Propósitos y Representaciones*. 2020, 8 (3), 288-303.
2. Garrido ZF Docencia universitaria durante la pandemia COVID-19: una mirada desde Chile. *Revista Docência do Ensino Superior*, Belo Horizonte, 10(e024777), pp. 1-9.

3. Altschuler A, Sulkin G y Strelin T. Sobre la cursada universitaria en tiempos de pandemia. Nuevos y viejos problemas. *Redes de Extensión* 2020 ; 7: 87-90.
4. Ordorika I. Pandemia y educación superior. *Revista de la Educación Superior* 2020; 49: 1-8.
5. Huanca-AJW, Supo-C F, Sucari LR Supo QLA. El problema social de la educación virtual universitaria en tiempos de pandemia, Perú. *Revista Innovaciones Educativas*. 2020; 22 (Especial)
6. Ministerio de la Educación Superior. Reglamento de trabajo docente y metodológico de la Educación Superior. Resolución No. 2/2018, *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. GOC-2018-460-O25. (febrero del 2018).
7. Ministerio de la Educación Superior. Indicación especial 3 del 2020 del Ministerio de Educación Superior de Cuba sobre el cumplimiento del plan de medidas para la prevención enfrentamiento y control del nuevo coronavirus Sars-Cov-2 RS.SM-509. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*.GOC-2018-460-O25. (abril de 2020)
8. Ministerio de la Educación Superior. Nota a Rectores, Directores de ECTI y Director de GEMES. Indicación del Ministerio de Educación Superior de Cuba que evalúa variantes para el cierre del curso y culminación de estudios.RS.SM-530 (abril de 2020).
9. Ministerio de la Educación Superior. Resolución 49. Adecuación de los procesos de continuidad y culminación de estudios de los cursos académicos 2019-2020 y 2020-2021. *Gaceta Oficial de la República de Cuba* GOC-2020-356-EX 24. (mayo 2020)
10. Vega CG. El sistema de trabajo para la Tarea "Álvaro Reynoso", un puente para la enseñanza semipresencial de la ingeniería. En: *La Nueva Universidad Cubana*. Cuba: Félix Varela; 2006. p 93-113.
11. Vega CG, Ansola HE. Diseño de asignatura en la modalidad semipresencial para carreras universitarias. *Cubana de Ingeniería*. 2012. Vol. III (3): 5–11.
12. Collazo DR. Tareas de aprendizaje. Sus exigencias actuales. México: Ediciones CEIDE; 2005.
13. Rodríguez PMC, Vega CG. Importancia del trabajo independiente en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Pedagogía Universitaria*. 2012; Vol. XVII (4): 213-225.
14. Rojas C. El trabajo independiente de los alumnos. Su esencia y clasificación. *Varona*. 1979; N° 1: 102-122.
15. del Prado N. Ideas creativas para mejorar la docencia a distancia . Disponible en: <http://www.cubadebate.cu>

16. Sears Zemansky. Física Universitaria. 9na Ed. Editorial Félix Varela; 2008.
17. Campero ME, Mendoza CL, Villanueva GL. Evaluación para la Educación a distancia. Estrategias en situación de emergencia, documento en formato pdf editado editada por la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la UNAM. .

Anexo 1

Fragmentos de Guía de preparación para el Encuentro # 6 1era. Ley de la Termodinámica

Sistema de conocimientos: Sistemas termodinámicos. Procesos termodinámicos. Trabajo por cambio de volumen. Calor intercambiado. Energía interna. Primera ley de la termodinámica. Isoprocesos: Procesos isocóricos, isobáricos, isotérmicos y adiabáticos.

Objetivos:

Interpretar el concepto de capacidad calorífica del gas ideal y su relación con los grados de libertad del modelo de molécula.

Identificar los conceptos de sistema, alrededores y fronteras clasificando las últimas según la posibilidad de intercambio de energía.

Caracterizar el trabajo y el calor como procesos de intercambio de energía.

Identificar el concepto de energía interna caracterizándola como función del estado, que para el gas ideal sólo es función de la temperatura y de los grados de libertad del sistema.

Orientaciones para el estudio

1. Estudiar los ppt correspondiente a los temas titulados Ecuación de Estado y Leyes de la Termodinámica. El contenido del tema de Ecuación de Estado y Capacidades caloríficas estará presente a lo largo del estudio de la Termodinámica.

Puntualizando con la ayuda del libro de texto los siguientes elementos.

- Visión de la 1era Ley de la Termodinámica como la expresión de la ley de conservación de la energía en los sistemas termodinámicos.
 - El carácter de función de estado de la Energía Interna y la dependencia de del calor intercambiado y el trabajo, del tipo de proceso ejecutado por o sobre el sistema.
 - El trabajo termodinámico por cambio de volumen.
2. Estudiar la Estrategia para resolver problemas de 1era Ley de la Termodinámica de la p. 541 y el Resumen de Ecuaciones y términos de la p. 551.
 3. Realizar los problemas orientados siguiendo las indicaciones que aparecen a continuación.

Los problemas son 17-29, 17-43, 17-28 y 17-48.

Problema 17-29

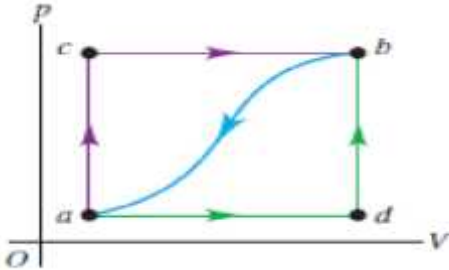


Figura 1

Este problema tiene el objetivo de utilizar la propiedad de función de estado de la Energía Interna U . Además utilizar la 1era. Ley y el trabajo termodinámico por cambio de volumen.

1. Es importante antes de comenzar a resolver el problema analizar los datos que nos da el mismo para lo cual les damos algunas ayudas
 - a) $Q_{acb} = + 90.0 \text{ J}$ por lo tanto ¿es absorbido o cedido?
 - b) El dato es que W_{acb} es igual a 70.0 J . Analice el diagrama pV y a partir del concepto de trabajo por cambio de volumen, diga si el trabajo realizado es positivo o negativo.
 - c) Analice a partir de los criterios anteriores y sabiendo que:
 $W_{acb} = W_{ac} + W_{cb}$ ¿cuánto vale W_{cb} ?
 - d) Haga un análisis similar para obtener W_{ad} .
 - e) Y finalmente vuelva a analizar el diagrama pV y a partir del concepto de trabajo por cambio de volumen, diga si el trabajo W_{ba} es positivo o negativo.

YA ESTÁ LISTO PARA RESOLVER EL PROBLEMA: ADELANTE!!!!

2. Para resolver el inciso a) utilice la condición de función de estado de U , luego analice la relación entre ¿ U_{acb} y U_{adb} ? y después aplique la 1era Ley todas las veces que necesite.
3. Para el inciso b) haga el mismo análisis que realizó antes y llegue a conclusiones acerca de la relación entre U_{ba} y U_{acb} y diga si Q_{ba} es absorbido o cedido.
4. Para el inciso c) busque U_b y resuélvalo.

Problema 17-43

1. Para hacer el esquema de los procesos en el plano pV les hacemos las siguientes recomendaciones que deben utilizar siempre:
 - Dibuje las dos isotermas entre las cuales ocurren los procesos

- Tenga en cuenta que la curva del proceso adiabático tiene mayor pendiente que las isotermas entre las cuales este proceso ocurre
- Póngale un números o letras a los estados inicial y final de cada proceso

2. Haga una tabla en la cual coloque los valores p, V y T en cada estado

| Estado | P (Pa) | V (m ³) | T (K) |
|--------|--------|---------------------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Esto ayuda siempre a resolver los problemas de Termodinámica.

3. Busque los valores de C_v y C_p en la Tabla 17-1 página 547

YA PUEDE RESOLVER EL PROBLEMA CON LAS EXPRESIONES QUE ESTUDIÓ DE LOS ISOPROCESOS. NO SE DESESPERE, VAYA DESPACIO Y SEA MUY CUIDADOSO CUANDO ESCRIBA LAS ECUACIONES PUES DE ESO DEPENDE LA OBTENCIÓN DE UN RESULTADO SATISFACTORIO.

Anexo 2

MAS en el sistema cuerpo resorte

Aplicando la 2da Ley de Newton

$$\sum F_x = F_e = ma$$

$$F_e = -kX$$

$$a = -(k/m) X$$

$$m \frac{d^2 X}{dt^2} + k X = 0$$

Figura. 2 Una pantalla de la presentación del tema de Oscilaciones Mecánicas

Proceso isobárico

Un **proceso isobárico** se efectúa a *presión constante*. En general, ninguna de las tres cantidades: ΔU , Q y W es cero en un proceso isobárico, pero aun así es fácil calcular

$$W = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad \text{y} \quad p = \frac{nRT}{V}$$

$$W = p (V_2 - V_1) \quad \text{y}$$

$$W = n R (T_2 - T_1)$$

$$Q = n C_p (T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = n C_v (T_2 - T_1)$$

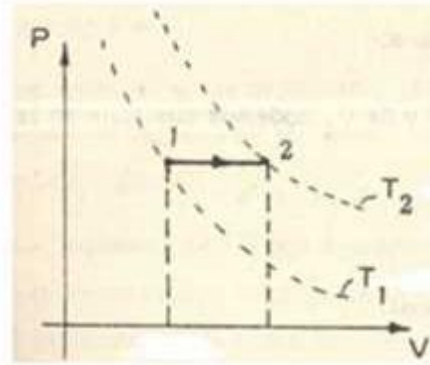


Figura. 3 Una pantalla de la presentación del tema de 1era Ley de la Termodinámica

Anexo 3

Ejemplos de trabajos revisado y corregido por la profesora y enviados a los estudiantes

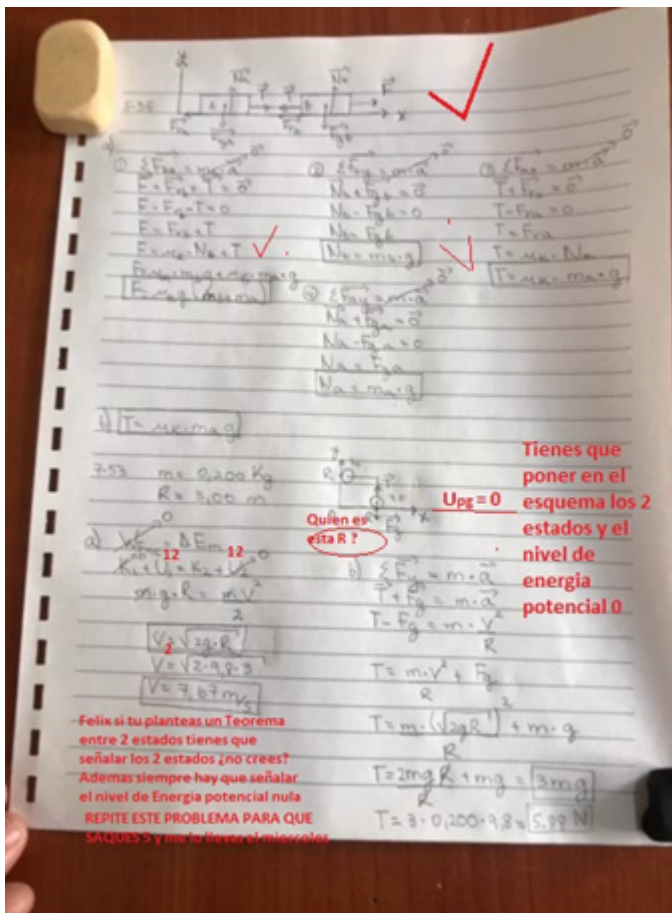


Fig. 4 Trabajo corregido del estudiante Félix Rivero Graverán

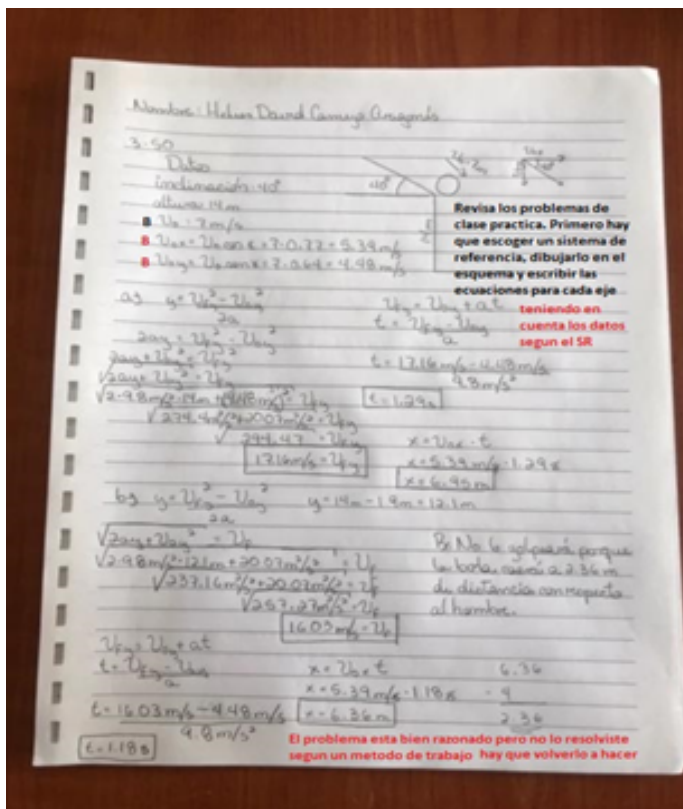


Figura. 5 Trabajo corregido del estudiante Helier Camejo Aragón

Contribución de autoría

La concepción del trabajo científico fue realizada por la autora, Gilda María Vega Cruz. La recolección, interpretación y análisis de datos así como la redacción del manuscrito estuvo a cargo de la propia autora.

Conflicto de intereses

La autora declara que no existen conflictos de intereses con otros investigadores u otras organizaciones académicas o científicas

Autor

Gilda María Vega Cruz. Doctor en Ciencias Pedagógicas; Profesor Titular. Dirección de formación de pregrado: Metodóloga. Universidad Tecnológica de La Habana, José Antonio Echeverría, Cuba

