



Identificación del Trabajo	
Área:	Tecnología educativa y enseñanza de la ingeniería
Categoría:	Alumno
Regional:	Rafaela

## **Diseño de una propuesta didáctica multidisciplinar de laboratorio para el estudio de termodinámica.**

---

**Paula CINAT, Antonela FISSORE**

*Facultad Regional Rafaela, UTN, (Acuña 49, Rafaela)*

*E-mail de autores: paula.cinat@gmail.com, anto\_fissore97@hotmail.com*

*Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Mag. Ing. Cecilia Culzoni y la Lic. Laura Alegre, en el marco del proyecto "Integración de contenidos de ciencias básicas a través de experiencias de laboratorio". (2018 – 2019)*

### **Resumen**

---

En el trabajo se presenta un análisis de los resultados obtenidos al evaluar una propuesta multidisciplinar desarrollada en la cátedra de Física II de la Facultad Regional Rafaela. La misma consiste en un trabajo práctico de laboratorio para el estudio de las leyes de los gases y el primer principio de la termodinámica permitiéndole a los alumnos integrar conocimientos de química, física y matemática mejorando el aprendizaje. Se utilizaron dos instrumentos de investigación que se describen en el trabajo. Los resultados obtenidos demuestran que se lograron algunos de los objetivos planteados, pero surge la necesidad de implementar mejoras al diseño realizado en el año 2018. Se compone un rediseño de la guía de actividades para el presente año con la incorporación de mayor cantidad de herramientas y experiencias reales.

**Palabras Claves:** Termodinámica, Laboratorio, Física, Propuesta didáctica.

---

### **1. Introducción**

El presente trabajo se enmarca dentro del Programa Tecnología Educativa y Enseñanza de la Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, como parte de las actividades del grupo TEEC, Tecnología Educativa para la Enseñanza de las Ciencias. Se ubica dentro del proyecto Integración de Contenidos de Ciencias Básicas a Través de Experiencias de Laboratorio que surge como consecuencia de los resultados obtenidos en dos proyectos que se desarrollaron en la Facultad Regional Rafaela: "Enseñar y Aprender Física en el Laboratorio" y "Diseño y Evaluación de Materiales Didácticos en Formato Digital para la Enseñanza de Física y Química en Carreras de Ingeniería" (2015).

Esta propuesta didáctica está basada en un enfoque multidisciplinar de la termodinámica, dentro de Física II, con utilización de tecnologías y buscando integrar contenidos de las distintas asignaturas de las carreras de ingeniería de la Facultad Regional Rafaela. Resulta esencial relacionar conceptos de las diferentes asignaturas en función de cada especialidad con el fin de orientar el estudio mediante problemas y actividades de laboratorio. Se busca reforzar el desarrollo del aprendizaje autónomo, creativo e innovador, eficiente y eficaz, permitiendo plantear y resolver nuevos interrogantes cercanos a la realidad y a la actividad profesional.

## 1.1. Marco Teórico

Dentro de las carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional, el estudio de la termodinámica se realiza en forma general dentro de la asignatura Física II y de manera específica para algunas especialidades en la asignatura Termodinámica Técnica. Es reconocido por diversos autores (Levrini et al, 2014; Mulop et al, 2012; Velazco, 2016) que esta rama de la Física, que comparte contenidos con Química, presenta para los estudiantes dificultades en su comprensión. A través de los años el enfoque pedagógico ha ido incorporando diversas actividades y herramientas como la tecnología, que en muchas ocasiones se presenta con simulaciones computacionales de los fenómenos estudiados. Sin embargo, esto no ha alcanzado para mejorar la comprensión por parte de los estudiantes. Los análisis realizados desde la cátedra Física II en la Facultad Regional Rafaela, a partir de las notas obtenidas por los alumnos en los últimos tres años, sugieren la necesidad de realizar cambios destinados a mejorar los niveles de comprensión.

Mulop (2012) plantea una serie de problemas que los estudiantes encuentran a la hora de estudiar la materia:

- La termodinámica es un tema de difícil comprensión, incluso luego de repasarlo varias veces.
- Los estudiantes de ingeniería la consideran una materia difícil.
- Los conceptos más difíciles de comprender son trabajo, energía, energía interna, entalpía, primer principio de la termodinámica.
- Con el enfoque educativo tradicional, a los estudiantes se les dificulta transferir los conocimientos teóricos a las situaciones reales.

Se buscan formas prácticas de resolver estos problemas y varios autores proponen métodos centrados en el alumno. Una respuesta es involucrar a los estudiantes en actividades de aprendizaje activas, intencionales, complejas y reflexivas. Mulop et al (2012).

Se considera que las prácticas de laboratorio permiten que el alumno visualice y experimente los conceptos desarrollados en teoría. Algunos autores como Hodson (2000) las avalan y aseguran su valor en cuanto al afianzamiento de conceptos promoviendo el razonamiento y el pensamiento crítico. Coincidimos con Bigliani et al (2014) que “con la introducción de las TICs en el ámbito científico y en el ámbito educativo se produce una revolución en las técnicas y en los procesos de medición, básicamente por el aumento de la precisión y la facilidad de adquisición, almacenamiento, procesamiento y presentación de los datos.”

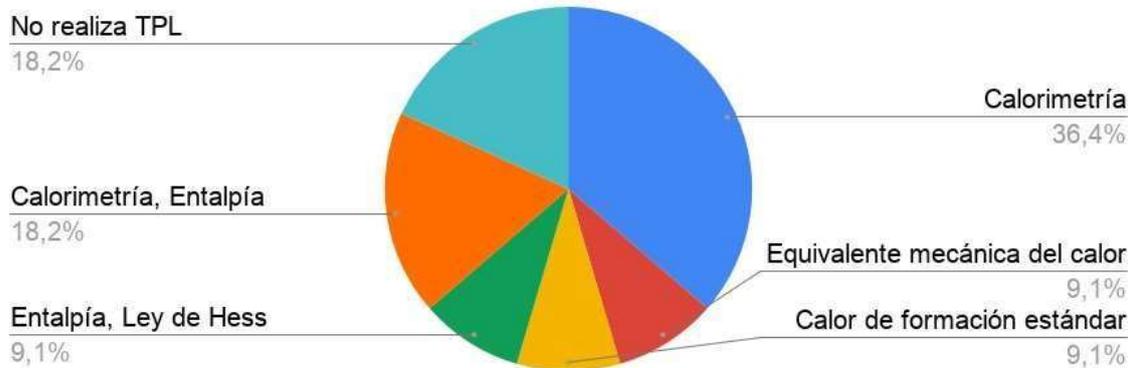
Desde esta concepción es que este trabajo de investigación se centra en el diseño de una práctica de laboratorio destinada al estudio de procesos termodinámicos desde un enfoque interdisciplinario que promueva un aprendizaje centrado en el alumno, participativo, constructivista y que incorpore tecnologías de última generación.

# 1. Metodología

En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica acerca de trabajos prácticos de laboratorio en diferentes universidades con la finalidad de conocer el estado actual de la incorporación de sistemas de adquisición de datos en prácticas experimentales para la enseñanza de la física, sus limitaciones y ventajas. Los resultados de esta investigación se pueden consultar en “Revisión de trabajos prácticos de laboratorio de termodinámica y uso de sensores en Argentina” Bircher, Lagrutta (2018) e “Incorporación de sistemas de adquisición de datos en prácticas de laboratorio: una revisión” Alegre et al (2018). Según lo investigado “La mayoría de los artículos publicados sobre el uso de sensores en trabajos de laboratorio corresponden a temas de cinemática, solamente un 18,8% de los artículos se refiere exclusiva o parcialmente a los trabajos prácticos de termodinámica” Bircher, Lagrutta (2018). Los mismos autores encontraron que dentro de los trabajos de investigación que consisten en propuestas didácticas que abordan la enseñanza de la termodinámica el 67% se dedican al estudio de calorimetría y el resto al comportamiento de los gases.

Cuando se consultaron las páginas web de una serie de universidades nacionales: UTN, UBA, UNR, UNSL, UNSAM, UNCu, UNQ y UNLP se observó que casi el 82% realiza trabajos prácticos de laboratorio de termodinámica y que dentro de estos los temas abordados se dividen según se muestra en el siguiente gráfico:

## Tema abordado



**Figura 1:** temas de física según las páginas web de universidades consultadas.

No se encontraron experiencias de laboratorio que tengan que ver con ciclos termodinámicos de gases.

Al investigar acerca de la utilización de sensores para este tipo de prácticas, se encontró que la mayoría usa termocuplas y termistores, pero no se observa utilización de sensores de presión. Bircher, Lagrutta (2018).

Como segunda etapa, se rediseñó una práctica de laboratorio en la cátedra de Física II de las carreras de ingeniería de la Facultad Regional Rafaela. El tema abordado fue el estudio de las leyes de los gases en condiciones casi ideales y el primer principio de la termodinámica. Para ello se utilizó un equipo comercial con sistema de adquisición de datos con sensores Pasco conectados al software Capstone. Fissore, Quiroga

(2018). En este diseño se tuvo en cuenta un tratamiento interdisciplinario del tema, abordando conocimientos de Química, Matemática e Informática. Se incorporó el estudio experimental del proceso Isocórico, cálculos termodinámicos y mayor utilización del Software Capstone para encontrar los modelos físico-matemáticos asociados.

Los objetivos de aprendizaje se detallan en la rúbrica de evaluación que se utilizó como instrumento de investigación. La evaluación de los trabajos prácticos de laboratorio se realiza mediante la entrega de un informe grupal que es corregido por el docente y devuelto con una retroalimentación a los alumnos para que realicen las mejoras en caso de ser necesarias. Esto se constituye en una evaluación formativa que permite al estudiante aprender de sus propios errores y avanzar en un aprendizaje continuo.

Se realizaron pruebas en el laboratorio de este nuevo diseño y una prueba piloto con alumnos que cursaron Física II en el año 2018. A partir del análisis que realizó el docente de los informes presentados por los alumnos divididos en 9 grupos de laboratorio y de una encuesta a los propios estudiantes se mejoró la guía del TP del laboratorio.

### 1.1 Instrumentos de investigación:

#### 1.1.1 Rúbrica de evaluación de los informes de laboratorio

**Tabla I:** Informe de TPL de Procesos Termodinámicos

ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN INTEGRANDO CONTENIDOS TEÓRICOS					
	100%	75%	50%	20%	0%
Identificar y diferenciar los diferentes procesos físico-químicos en condiciones ideales					
Graficar a partir de los datos obtenidos de manera experimental					
Realizar los cálculos solicitados en cada caso					
Encontrar un modelo matemático que represente el proceso estudiado					
Extraer conclusiones					
COMUNICACIÓN ESCRITA					
Contenido de la información					
Presentación de la información					
TRABAJO EN EQUIPO					
Entregar el informe solicitado en tiempo y forma cumpliendo con las consignas					

### 1.1.2 Encuesta a los estudiantes:

- A. ¿Tenías claro al realizar el informe cuáles iban a ser los aspectos a evaluar?
- B. ¿Consideras que el profesor debería darlos a conocer previamente?
- C. ¿Tenías claro cómo armar el equipo para realizar las mediciones cuándo fuiste al laboratorio?
- D. En relación a la pregunta anterior, ¿Te podría ayudar un video demostrativo?
- E. ¿Lees la guía de laboratorio antes de asistir al TP?
- F. En todos los informes se observó que los alumnos tuvieron dificultad para encontrar el modelo matemático que represente los datos obtenidos experimentalmente. ¿Por qué crees que ocurre esto?

## 3. Resultados

### 3.1 Resultados obtenidos a partir de la aplicación del primer instrumento para el análisis de los informes de laboratorio.

- Ítem 1: Análisis y síntesis de la información integrando contenidos teóricos.

La totalidad de los alumnos pudo identificar y diferenciar los procesos fisicoquímicos estudiados en un porcentaje mayor al 75%. O sea todos los grupos aprobaron este objetivo.

El 44% de los grupos (4 de 9) pudo aprobar el objetivo número 2 en la primera entrega del informe. Se detecta una dificultad para graficar correctamente a partir de los datos experimentales. El 89% de los grupos (8 de 9) pudo realizar correctamente los cálculos solicitados. De esto se desprende que los alumnos están mejor preparados para resolver cálculos aplicando ecuaciones que para graficar. Ningún grupo pudo encontrar el modelo matemático adecuado para cada proceso estudiado en la primera entrega. A pesar de haber sido explicado en el laboratorio en forma teórica, y de disponer del software para realizarlo, este objetivo no ha sido aprobado por ningún grupo. Sólo dos grupos de 9 pudieron aprobar el último objetivo, que es extraer conclusiones adecuadamente y en base a lo experimentado.

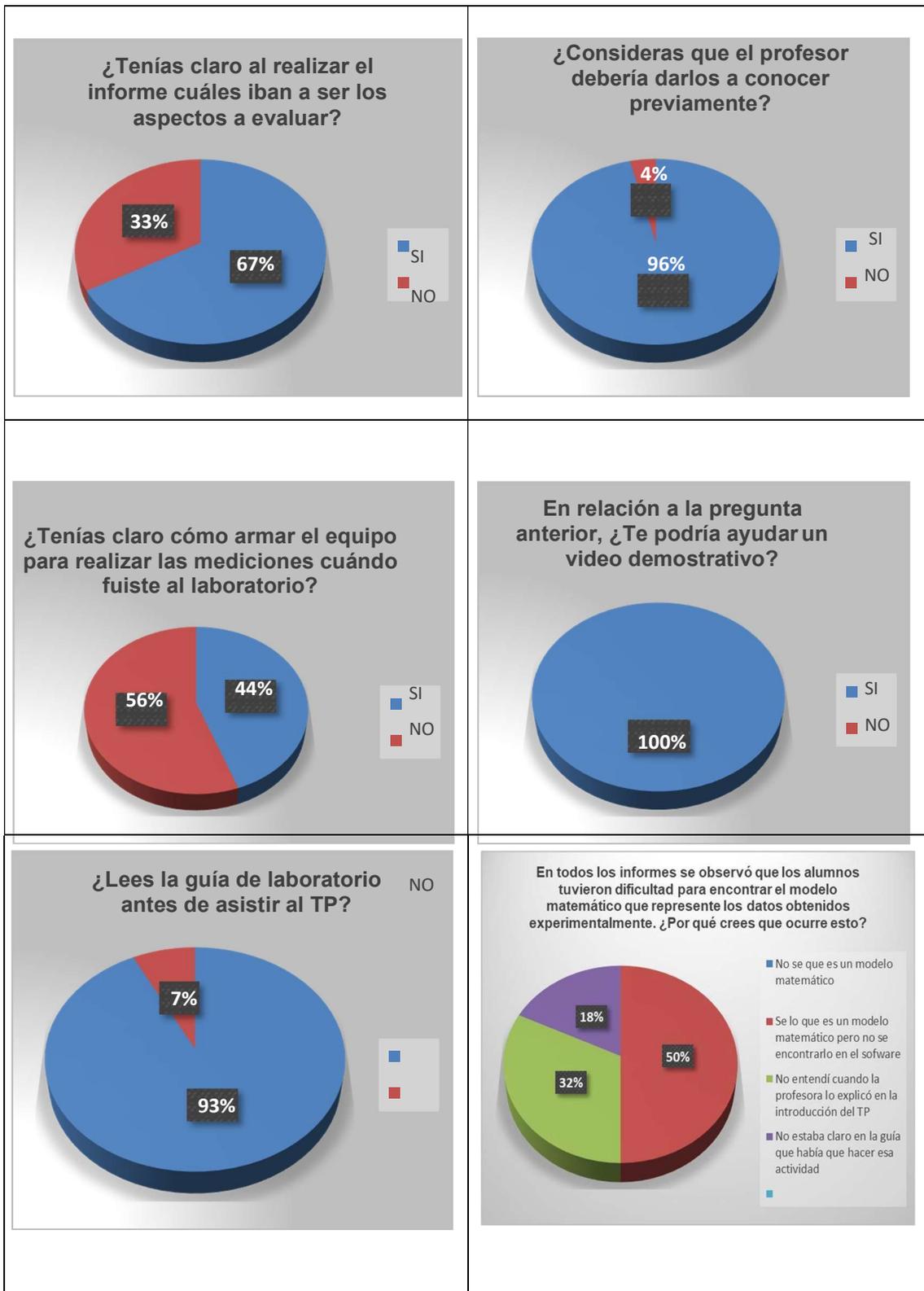
- Ítem 2: Comunicación escrita

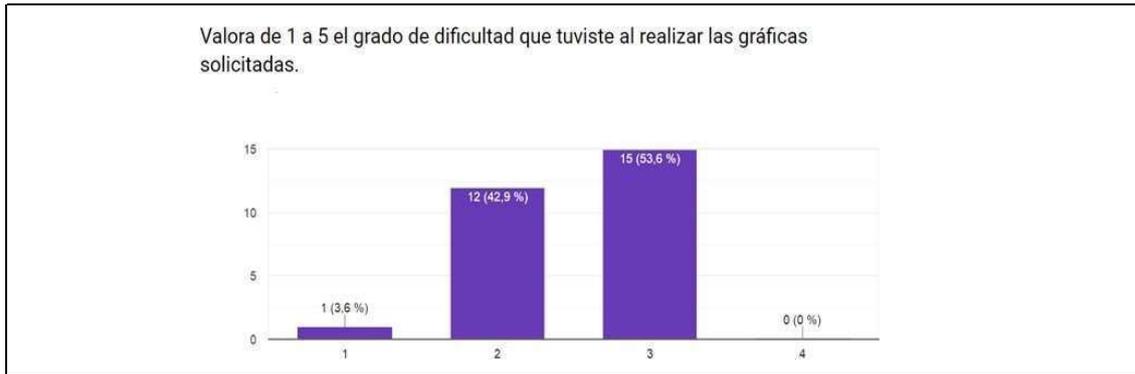
Sólo 4 de 9 grupos pudieron aprobar este objetivo en la primera entrega. Tanto en lo referente al contenido como a la presentación de la información. Se destaca la relación con el ítem anterior. Ya que, si no es posible realizar determinadas actividades como encontrar un modelo matemático para la gráfica, o graficar correctamente, o extraer conclusiones, no será posible entregar la información de manera completa.

- Ítem 3: Trabajo en equipo

Hubo 6 grupos que entregaron el informe completo, cumpliendo con los requisitos dados y en el tiempo requerido.

### 3.2 resultados de la encuesta





**Figura 2:** resultados de la encuesta realizada a los alumnos.

## 4. Discusión

A partir de los resultados obtenidos, se realizaron mejoras a implementar en el año 2019 como ser videos demostrativos de la experiencia haciendo mención a los pasos a seguir para el armado del equipo de laboratorio, incorporándolo en el aula virtual de la cátedra y en la guía de laboratorio bajo un código QR para un mejor acceso.

- 4.1 Videos confeccionados por becarios que tienen como finalidad mostrar los pasos que deben seguir los alumnos para realizar los distintos procesos en el estudio de la termodinámica.



**Figura 3:** Código QR correspondiente al video del Proceso Isocórico



**Figura 4:** Código QR correspondiente al video del Proceso Isobárico



**Figura 5:** Código QR correspondiente al video del Proceso Isotérmico

4.2 Imagen ilustrativa del equipo utilizado para la realización del práctico ya explicado.



**Figura 6:** Equipo utilizado para el desarrollo del práctico de laboratorio.

La realización de las gráficas y la obtención del modelo matemático se hará en la hora de laboratorio bajo la tutoría del docente y de alumnos avanzados.

Los docentes asistieron a cursos de capacitación dictados en la facultad sobre el tema evaluación por competencias y diseño de rúbricas para implementarlos en futuros diseños didácticos.

Para el año 2019 se propone una guía con todas estas modificaciones y se incorporan mayor cantidad de experiencias en paralelo con equipamiento disponible en el laboratorio. De esta manera dos grupos podrán realizar el mismo experimento en simultaneo con la asistencia de los becarios del laboratorio.

## 5. Conclusiones

Se puede observar que la mayoría de los grupos logró cumplir con los objetivos propuestos por el docente desempeñando su rol de aprendizaje activo e incorporando terminología que incentiva su capacidad de interpretación de los resultados obtenidos. De esta manera se pretende que el estudiante imite a los científicos realizando mediciones, haciendo gráficas y discutiendo métodos. Sin embargo, hubo que realizar cambios a partir del análisis de los informes y los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes. A partir de estas mejoras se diseñó para el presente año una guía de laboratorio que integra realidad aumentada, mayor cantidad de experiencias, mayor uso del software específico y un protagonismo más importante de los alumnos según

destacan los autores consultados. Se incluye en el presente año la tutoría de estudiantes avanzados dentro de la clase para apoyar la realización de gráficas y la obtención del modelo matemático que son los aspectos que generan mayor dificultad.

Las experiencias de gases relacionadas con la termodinámica y posteriormente incluidas en las actividades a desarrollar en la asignatura de Física, constituyen una integración horizontal de contenidos dentro de los dos primeros años de las carreras de ingeniería.

Se destaca que la investigación educativa es un proceso espiralado, de investigación-acción que se retroalimenta de los resultados obtenidos y avanza proponiendo soluciones que tendrán que volver a ser evaluadas y mejoradas según los requerimientos y los resultados que estas ofrezcan.

## **Bibliografía**

Alegre, L; Culzoni, C; Bircher, G; Fissore, A; Quiroga, M; Lagrutta, J (2018). "Incorporación de sistemas de adquisición de datos en prácticas de laboratorio: una revisión". Revista de la Enseñanza de la Física.

Bigliani, J., Capuano, V., Martín, J., Bordone, E., y Ruderman, A. (2014). Reflexiones sobre las nuevas tecnologías, la medida de los tiempos y las incertezas asociadas. Enseñanza de la Física. 26(extra),333-345.

Bircher, Gabriel; Lagrutta Juan (2018) "Revisión de trabajos prácticos de laboratorio de termodinámica y uso de sensores en Argentina"

Fissore, Antonela; Quiroga, Manuel (2018) "Experiencia de laboratorio multidisciplinar para estudio termodinámico del comportamiento de los gases."

Hodson, D. (2000). "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". Enseñanza de las Ciencias, No. 3, Vol. 12, (págs. 299-313).

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. Formación Universitaria, 6, 3-12.

Levrini, O., Fantini, P., Pecori, B., Tasquier, G. (2013). Forms of productive complexity as criteria for educational reconstruction: the design of a teaching proposal on thermodynamics. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 116, 1483-1490

Mulop, N., Yusof, K., Tasir, Z. (2012). A Review on Enhancing the Teaching and Learning of Thermodynamics, Educational Technology & Society, 17(2), 307-320