



LA RECONTEXTUALIZACIÓN DE SABERES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS; EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA DE LAS TRANSFORMACIONES.

Autores: 1. Jessyca Susana Sánchez Forigua; 2. Yessica Martín Bautista 1. Docente secretaria de educación, Bogotá-Colombia. Magister en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. sanchez_jessyca@hotmail.com 2. Docente secretaria de educación, Bogotá-Colombia. Magister en la Enseñanza De Las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia. ymartinb@unal.edu.co

Tema. Eje temático 4.

Modalidad. 1. Nivel educativo bachillerato.

Resumen

Este artículo quiere resaltar la importancia de la recontextualización de saberes en la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela, particularmente en el principio de equivalencia de las transformaciones y las problemáticas que lo configuraron, en relación al mejoramiento de la eficiencia de la máquina térmica, desde los planteamientos de Carnot, Clapeyron, Thomson, Joule, Mayer y Clausius, que permitan al maestro de ciencias ampliar su conocimiento acerca de dicho principio, con el fin de proveer elementos para la enseñanza significativa de las ciencias.

Palabras claves: Enseñanza De Las Ciencias Entropía, Máquina Térmica, Motivación, Principio De Equivalencia, Recontextualización De Saberes, Termodinámica.

Resumo. O presente artigo pretende sinalar a importância da re-contextualização de saberes no ensino das ciências naturais na escola, especialmente o princípio da equivalência das transformações e as problemáticas que configura-lo, em relação ao melhoramento da eficiência da máquina térmica, desde os propostos de Carnot, Clapeyron, Thomson, Joule, Mayer y Clausius, fornecendo ao maestro de ciências ampliar seu conhecimento enquanto tal princípio, assim como ferramentas significativas para o ensino de ciências.

Palavras chaves: Ensino de Ciências da Entropia, Máquina Térmica, Motivação, Princípio da Equivalência, Recontextualização do Conhecimento, Termodinâmica.

Introducción.

Cada día que pasa es un reto para los maestros de ciencias la enseñanza de esta es por esto, que el trabajo de investigación que realiza el maestro toma un papel protagónico en esta labor. La investigación se debe tomar como un tarea juiciosa y responsable, es ahí donde los textos originales, los objetos de estudio y las problemáticas que los científicos abordan para el análisis de situaciones particulares de la ciencia son relevantes, no solo por los razonamientos mismos de sus teorías sino por los contextos en los cuales se desarrolla, es decir, que la ciencia se plantea como una actividad cultural. Entonces, se asume la ciencia como la actividad misma de producción de conocimiento y de explicaciones sobre el mundo natural; actividad que es realizada por las comunidades científicas (Khun, 1994), así la actividad científica está instalada en contextos determinados, aspecto que implica que ésta esté mediada por intereses, intenciones, ideologías, cosmovisiones y problemas de conocimiento, entre otros elementos, con lo cual la ciencia es una actividad que está en constante tensión y transformación, siendo las teorías, leyes, conceptos y experimentos síntesis o sistematizaciones no definitivas de tal actividad. Asumida así la ciencia como una actividad de producción de explicaciones a hechos que ocurren en la naturaleza, social y culturalmente

situada, se entiende la historia de las ciencias también como una actividad, igualmente situada social y culturalmente, que interpreta el pasado bajo unas intenciones y hechos singulares del presente, con el fin de comprenderlo.

Si el maestro en ciencias asume esta imagen de ciencia estaría haciendo parte de la actividad científica y construyendo su propio conocimiento para luego ser llevado al aula de clases de manera más significativa, lo que logra ser significativo para el maestro se evidencia en la motivación del estudiante por aprender. Una herramienta útil para que el maestro pueda encontrar una forma de llevar este saber al salón de clases es la recontextualización de saberes, ya que como lo menciona Ayala M.M (2006) es una actividad dialógica entre texto original y el maestro, como resultado de dicho dialogo se genera un nuevo saber para el maestro que debe recontextualizarlo según las necesidades propias del educando.

Ahora bien, los problemas sobre el aprendizaje de las ciencias, se ven reflejadas cuando se ponen en evidencia algunas de las expresiones de los profesores frente a las percepciones que tienen los estudiantes para en dicha área del conocimiento. Expresiones como “no quieren aprender”, “nada les interesa”, “no saben nada” o “sólo estudian para la prueba”, son juicios valorativos muy comunes y generalizados emitidos desde algunos profesores hacia sus estudiantes. Dichas expresiones están relacionadas con las actitudes de los estudiantes hacia el estudio de las ciencias. Las actitudes hacia las ciencias están estrechamente ligadas con los logros académicos, y el desarrollo de actitudes positivas en los estudiantes hacia las disciplinas científicas constituye una de las grandes responsabilidades de cada profesor de ciencias. Además, las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia constituyen un factor importante que ejerce influencia sobre la motivación (Molina, Carriazo, & Farias, 2011)

En este texto, se abordará el trabajo de Rudolf Clausius al cual la historia lo reconoce como el insustituible fundador de la termodinámica (Vega Martín, 2008), particularmente, el principio de equivalencia de las transformaciones, ya que esta problemática da paso a la constitución del segundo principio de la termodinámica. Actualmente este principio se aborda en todos los campos fenomenológicos de la ciencia; biología, física y química.

Situación Problema

El problema de esta investigación es la enseñanza del concepto de entropía en la secundaria. Usualmente, en los libros de física el concepto de entropía se muestra de diversas formas (ver figura 1), por tanto, resulta complejo entenderlo ya que todas estas formas dependen de una manera específica de interpretar el fenómeno, esto implica que el profesor, si se basa en estos libros, aborde todas estas, generando para el estudiante un espectro muy amplio y variado de entender el concepto de entropía, corriendo el riesgo que esto no sea significativo. Es necesario para el profesor de ciencias buscar alternativas que le permitan que el estudiante pueda comprender el problema de estudio para que posteriormente pueda construir una explicación.

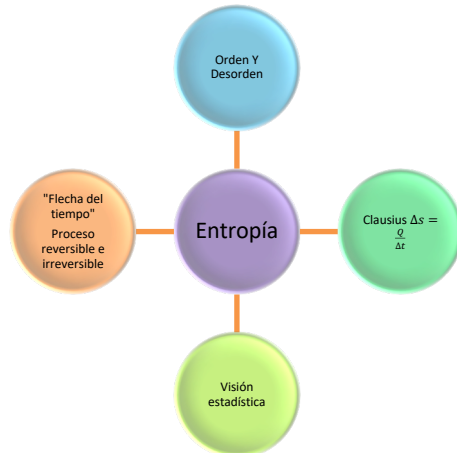


Figura 1. Formas de enseñar el concepto de entropía, según textos escolares.

Objetivos

- Identificar y estudiar los textos originales que tratan los objetos de estudio de donde emerge el concepto de entropía, principalmente, Carnot y Clausius.
- Realizar una actividad dialógica con los textos originales para poder establecer los aspectos relevantes que contribuyen a la construcción de una explicación.
- Generar una propuesta de aula a partir de la recontextualización de saberes y teniendo en cuenta una estructura de la termodinámica basada en variables de estado, cambio y transformación.

Metodología

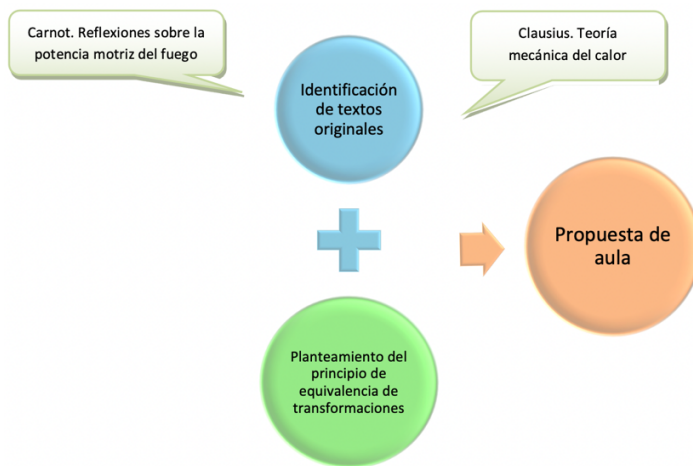


Figura 2. Metodología



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Contexto Histórico En El Cual Se Desarrolla El Principio De Equivalencia De Las Transformaciones.

La ciencia, la industria y la tecnología han sido grandes aliadas para el desarrollo económico y político de las naciones. Por ejemplo, en el siglo XIX en Europa y América Anglosajona el desarrollo de la *fuera motriz del fuego*¹ en pro del mejoramiento de la eficiencia de la maquina térmica es decisiva para la expansión de la revolución industrial, ya que mejora el transporte de carga, personas y minería (Ceibal, 2020).

Los contextos particulares en los que se desarrolla un conocimiento favorecen de una manera a construirlo, ya que se establecen responsabilidades no solo de tipo científico y/o técnico sino también social, económico y político. La problemática que se trata en este artículo se instaura en la época de la revolución industrial, que buscaba transformar las antiguas sociedades agrarias, caracterizadas por una baja productividad típica de las relaciones feudales, dadas por el autoconsumo, lo que produce la necesidad capitalista de una revolución agrícola provocando el aumento de la producción y la población, consecuencia de: los nuevos cultivos, la intensificación de los mercados y el aumento de la mano de obra, lo anterior implica pensar en cuáles son las mejores formas de comercializar todos aquellos productos que se están elaborando, lo que dirige la mirada a los canales de distribución, es decir, el transporte de mercancía (Sánchez, 2016).

En este sentido, se comienza creando industrias agrícolas que requieren de expansión, tal expansión ocurre en dos etapas, la primera, a mediados del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX, que se basa en la utilización de materias primas como el carbón, fuente de "energía" de las maquinas a vapor utilizadas en industrias textiles y metalúrgicas; la segunda, desde mediados del siglo XIX hasta mediados del siglo XX, que se basa en la utilización de materias primas como el petróleo, que dio paso a la tecnicidad de la maquina con motores de mayor tecnología. La electricidad, como nuevo campo de conocimiento y tecnológico útil, en industrias como la química y siderúrgica (Sánchez, 2016).

La necesidad imperante de acelerar la producción de mercancía a un bajo costo produjo que se dejara de pensar en el hombre como mano de obra principal y se reemplazara por máquinas que logran hacer su labor en mayor volumen y en menor tiempo, es bajo esa premisa que se crean las primeras máquinas. Los primeros diseños eran engranajes mecánicos que dependían, para moverse, de la fuerza motriz generada por los animales, la idea de algunos ingenieros que inventaron como utilizar la fuerza expansiva del vapor que dio paso al estudio de las maquinas a vapor. Dichas máquinas aumentaban la producción en masa y se podía utilizar solo un operario que la manipulara, así la efectividad y usos de estos aparatos se ampliarán; sin embargo, la búsqueda por mejorar técnicamente estos instrumentos convirtió estas acciones en problemas de conocimiento, ya que los científicos de la época se vieron llamados a colaborar con este hecho técnico, con el análisis de las reflexiones de la potencia motriz del fuego, de Carnot, llamando a la atención sobre las modificaciones técnicas de la máquina de vapor que hizo Watt, permitiéndole a este joven oficial de la armada *sentar las bases de lo que serán las leyes fundamentales que gobiernan los procesos de la naturaleza en los que están involucradas las transformaciones de calor en trabajo* (Pérez Cruz, 2007).

Principio De Equivalencia De Las Transformaciones, Actualmente; Entropía

La entropía, es una variable térmica que se establece en el segundo principio de la termodinámica, sin embargo, al acudir a los textos escolares para explicarla y entenderla se convierte en una tarea ardua, ya que se tiende a hablar de diversas formas, por ejemplo; de transformación, direccionalidad del sistema, procesos reversibles e irreversibles, y es allí donde radia el

¹ Problemática abordada por Carnot

problema al mezclar estas diversas formas de hablar. La solución que se propone es este texto es mostrar la problemática, enriquecida por un contexto, en la cual se instaura esta magnitud, es precisamente el principio de equivalencia en las transformaciones desarrolla por R. Clausius, quien toma como base lo realizado por Carnot, Clapeyron, Thomson y Joule.

Clausius, retoma algunos aportes que realiza Carnot, tales como: que, en un proceso reversible, las transformaciones deben compensarse, es decir, que el calor transformado en trabajo debe compensarse con el trabajo transformado en calor, si observamos la Figura. 1, la fase del proceso cíclico ab-bc corresponde al calor transformado en trabajo; y la fase del proceso cíclico cd-da corresponde al trabajo transformado en calor, siendo los procesos isotérmicos los que toman mayor relevancia ya que están presentes las acciones térmicas, las cuales fueron transformadas, por lo tanto, se tiene que para la curva ab corresponde un calor Q_1 que se transformó en trabajo y otra curva cd que corresponde al proceso inverso donde un trabajo se transforma en calor Q_2 , si bien ocurrieron dos procesos inversos que deben ser compensados esto no pasa, si solo se tiene en cuenta las acciones térmicas, ya que $Q_1 > Q_2$, lo que implica que se debe incluir otro aspecto donde se pueda obtener esa compensación.

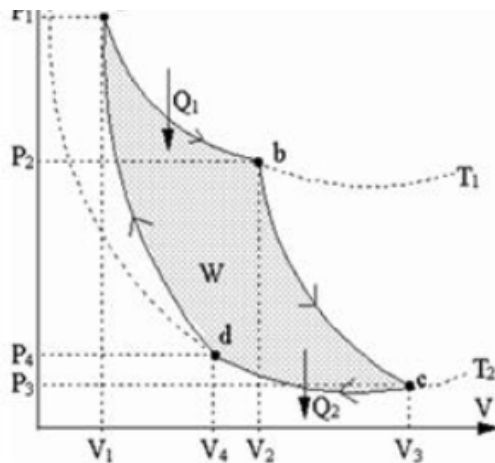


Figura 3 Grafica de los procesos térmicos en un ciclo de un maquina térmica, donde las curvas ab y cd corresponde a procesos isotérmicos y las curvas bc y da corresponden a procesos adiabáticos.

Ahora bien, según Clausius "Por la forma de estas dos variaciones nosotros hemos empleado la palabra "transformación", en la medida en que dijimos, cuando el trabajo se gastó y el calor de este modo se produjo, o a la inversa cuando el calor se gastó y el trabajo de este modo se produjo, que el uno se había "transformado en el otro". Se utiliza la palabra "transformación" también a la segunda expresión de variación (la cual consiste en el paso de calor desde un cuerpo a otro, el cual puede estar más frío o caliente que el primero), en la medida en que se puede decir que el calor a una temperatura se "transforma" en si mismo en calor a otra temperatura." (Clausius, 1879, pág. 91). Lo que nos permite deducir que el otro aspecto que se puede tener en cuenta son las temperaturas de las fuentes de calor. Se encontró que entre la cantidad de calor transformado en trabajo y la cantidad de calor transferido, debe haber una relación definida, la cual es independiente de la naturaleza del cuerpo variable, y por lo tanto solo puede depender de la temperatura de los dos cuerpos que sirven como fuentes de calor (Clausius, 1879, pág. 91). Es importante resaltar que al no tener relevancia el cuerpo variable en la medida de las transformaciones lo que cobra importancia, y debe ser tenido en cuenta en dicha medida, es el proceso, como

las transformaciones de calor en trabajo y viceversa en el ciclo de Carnot se dan en los procesos isotérmicos la variable que se toma en cuenta para la medida no solamente es el calor o trabajo que se transforma si no las temperaturas a las cuales se dan dichas transformaciones.

En ese sentido, Q_1 se toma de un cuerpo que está a una temperatura T_1 y Q_2 se da a una T_2 , siendo $T_1 > T_2$, por tanto, se puede realizar la siguiente igualdad a razón de las acciones y las temperaturas de las fuentes de calor.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Donde,

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$$

Con esta igualdad se supone la compensación de la transformación de la primera fase con la transformación de la segunda fase para un proceso reversible, que cumple,

$$\frac{Q_1}{T_1} - \frac{Q_2}{T_2} = 0$$

Sin embargo, en el caso que esta diferencia no diera igual a cero supone que el proceso es irreversible, $Q_1 T_1 - Q_2 T_2 \neq 0$. A lo que se puede concluir que, según lo que en algún momento también dijo Carnot, las acciones son independientes al tipo de sustancia utilizada en la transformación, sino que las acciones dependen de los procesos. Por otro lado, este principio de la equivalencia de las transformaciones a la larga no centra su estudio en cuanto fue el calor transformado en trabajo o cuanto trabajo se transformó en calor sino cuanto fue la transformación total en todo el ciclo, a lo cual Clausius llamo entropía y lo definió como $QT = S$, donde S es la letra que corresponde a la entropía que por las características del proceso y lo que mide es una variable de estado.

Resultado; propuesta de aula.

Como resultado de esta investigación se elabora una propuesta de aula para que posteriormente se pueda desarrollar, sistematizar y reconstruir de acuerdo con las necesidades que se evidencien en la aplicación de esta.

La propuesta esta diseñada para ejecutarse en tres sesiones², de la siguiente manera:

- Es mostrar unos videos donde se pueda llegar a realizar analogías entre lo que ocurre en el video y las categorías de las variables de estado proceso-acción y transformación
- Realizar una actividad experimental con los estudiantes donde ellos puedan identificar el estado, el proceso-acción y la transformación en cada sistema

² La ampliación de la propuesta esta consignada en el siguiente trabajo: Sánchez Forigua, J. S. (2016). *Reflexión Sobre El Principio De Equivalencia De Las Transformaciones Para La Enseñanza De La Termodinámica*. (Maestría). Universidad Pedagógica Nacional .

- Una discusión frente a un modelo de la máquina de Carnot con el fin de identificar el tipo de proceso (reversible o irreversible), reconociendo donde hay una transformación y donde no.

Conclusiones

Como consideraciones finales, de este artículo, se deja expuesto la importancia de la historia en la ciencia y la recontextualización de saberes. En la actualidad, desde el ministerio de educación y las pruebas saber, reconocen la ciencia como un todo que está compuesto por diferentes partes, clasificadas de acuerdo al campo fenomenológico y formas de abordaje teórico, sin embargo a la hora de que los estudiantes presenten las pruebas externas, se presenta la ciencia como un todo sin hacer diferencia en esas campos fenomenológicos, y es ahí, cuando se evidencia una problemática ya que el estudiante se acostumbra a ver la ciencia como partes desligadas donde una asignatura no tiene que ver con la otra y no pueden llegar hacer un análisis global de una situación. Se busca ver y enseñar la ciencia como un todo, en un solo modulo, sin separarlo por partes, en la práctica de la labor docente en cambio sí se evidencia esta separación y en definitiva el docente en ciencias se especializa en un área, lo que provoca que dirija sus explicaciones en el aula a ese campo fenomenológico e ignore los puntos de encuentro teóricos con los otros campos, tal cual como se ve en los colegios (biología, química, física). Históricamente, cuando se acude a los trabajos originales de los científicos, muchas veces, no se hace dicha distinción entre los campos fenomenológicos de la ciencia sino más bien en las necesidades propias de configurar una investigación en pro de subsanar una necesidad de la época.

Los científicos que construyeron los hechos científicos, problemáticas y conceptos fueron personas inmersas en un momento cultural y social diferente al que vivimos actualmente guiados por intereses diversos que hacen que su actividad varíe en sus análisis, según, las necesidades del momento y los intereses subyacentes de la política, economía o sociedad (Sánchez, 2016). Por lo anterior, si la ciencia es vista como actividad que ejercer personas envueltas en contextos históricos referentes a una época específica de la historia eliminaría que en muchas ocasiones esta es solo usada como relato cronológico de situaciones o eventos relevantes, y por el contrario, ofrece herramientas de análisis al maestro. En consecuencia, este trabajo se evidencia que, la historia es más útil cuando esta nos proporciona información contextual de las situaciones e intereses que llevan a los científicos a elaborar su actividad investigativa, por ejemplo, es claro que el principio de equivalencia de las transformaciones no fue un simple accidente si una necesidad que provienen de la posibilidad de mejorar el funcionamiento de las maquinas térmicas.

La historia de las ciencias afecta directamente a la visión de ciencia del profesor, deja de ver la ciencia como un cúmulo de conceptos y ecuaciones que se deben dictar y que los estudiantes deben recitar, para convertirse en una actividad en la cual estas inmersos personas que pertenecen a un contexto particular de intereses por los cuales están regidas sus actuaciones y sus resultados, por tanto dialogar con la historia de un hecho científico es poder reconstruirlo, transformarlo, verlo desde los ojos del profesor, en otras palabras, es poder escrudiñar la problemática que hay detrás de un concepto y poder realizar la actividad misma del científico pero con intereses propios dirigidos a plantear criterios de enseñanza para que sus estudiantes en lugar de recitar comprendan los fenómenos.

Estas formas de ver y actuar frente a la ciencia y su enseñanza, provee de condiciones para que las personas *desarrollen procesos de recontextualización de saberes científicos* que permite que se hagan representaciones del mundo natural, social



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

y científico, los cuales son útiles para ampliar, reorganizar su experiencia y establecer *criterios de acción*. (Ayala M., 2006, pág. 27)

Referencias bibliográficas

Ayala M., M. M. (2006). Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades. *Pro-Posições*, Vol 1 (49), 19-37.

Ceibal, B. (29 de febrero de 2020). *La revolución industrial*. Obtenido de La ciencia y la Industria:
http://contenidos.ceibal.edu.uy/fichas_educativas/_pdf/historia/mundo/011-la-ciencia-y-la-industria.pdf

Clausius, R. (1879). The mechanical theory of heat. En M. A. Translated By Walter R. Browne, *The mechanical theory of heat* (pág. 428). London: MacMillan and CO.

Khun, T. (1994). *¿Qué son las revoluciones científicas?* Barcelona, España: Atalaya.

Molina, M. F., Carriazo, J. G., & Farias, D. M. (2011). Actitudes hacia la química de estudiantes de diferentes carreras universitarias en Colombia. *Química para un mundo Mejor*, 1672-1677.

Pérez Cruz, J. (2007). La Termodinámica de Carnot a Clausius. *La Ciencia de Europea antes de la Gran Guerra* (pág. 21). La Orotava (Tenerife) y Las Palmas de Gran Canaria, respectivamente.: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

Sánchez Forigua, J. S. (2016). *Reflexión Sobre El Principio De Equivalencia De Las Transformaciones Para La Enseñanza De La Termodinámica*. (Maestría). Universidad Pedagógica Nacional.

Vega Martín, L. (2008). Rudolph Clausius El Nacimiento De La Termodinámica. *Diario de Avisos*, 10.