



# La argumentación paradigmática en ciencias físicas. La equivalencia entre el calor y el trabajo

## The paradigmatic argumentation in physical sciences The equivalence between the heat and the work

Fecha de Recepción: Abril 13 de 2009  
Fecha de Aprobación: Mayo 29 de 2009

FRANCIA M. CABRERA C. MgT\*

### Resumen

*La comprensión de las ciencias físicas requiere en el contexto pedagógico el reconocimiento y búsqueda de significación lingüística desde los conceptos y los procesos de la lógica racional. Estos procesos para las ciencias han estado separados. En el presente artículo consolidamos los resultados de la investigación y categorización desde el modelo de Tulmin del concepto de equivalencia entre el calor y el trabajo en Robert Mayer y su diferencia con el pensamiento de las sociedades científicas del siglo XIX.*

**Palabras claves:** categorización lingüística, ciencias físicas, equivalencia entre el calor y el trabajo, sociedades científicas, argumentación paradigmática.

### Abstract

*The comprehension of the physical sciences needs in the pedagogic context the Recognition and search of linguistic meaning from the concepts and the processes of the rational logic. These processes for the sciences have been separated. In the present article we consolidate the results of the research and categorization from the model of Tulmin of the concept of equivalence between the heat and the work in Robert Mayer and his difference with the thought of the scientific societies of the S. XIX.*

**Key words:** Linguistic categorization, physical sciences, equivalence between the heat and the work, scientific societies, paradigmatic argumentation

\* Línea de Resolución de problemas en ciencias naturales e ingeniería. Dra Margie Jessup PhD y Dra Rosalba Pulido de Castellanos PhD, Universidad Pedagógica Nacional. Magister en Física, estudiante doctorado interinstitucional énfasis ciencias, Jefe desarrollo tecnológico aeronáutico. E-mail: doc6\_fcabrera@pedagogica.edu.co; investigación.academico@gmail.com

## Introducción

La categorización desde el modelo de Tullmin, del trabajo de Robert Mayer con relación a la equivalencia entre el calor y el trabajo y de acuerdo a este orden, demarca la diferencia con la tradición del pensamiento del siglo XIX especialmente en el dominio de las sociedades científicas y su categorización lingüística paradigmática dada a la ciencia física en el rechazo de la ingeniosa participación de la obra de Mayer hacia el inicio de la termodinámica.

La investigación propuesta es interdisciplinaria; adopta una metodología exploratoria documental y se basa en actividades que conjugan la investigación científica, la formación de recursos humanos en el campo de las ciencias en especial la física y la lingüística. Entre los resultados se encuentra la innovación en el análisis de modelos argumentativos para las ciencias y su comparación documental, desarrollando una nueva línea de investigación desde la lingüística para la comprensión de la ciencia, su pedagogía y didáctica. La elaboración de los conceptos científicos desde una perspectiva interdisciplinaria que integre los aportes de la lingüística, al análisis del discurso, a la Sociolingüística y al género paradigmático que dan el giro copernicano a los referentes.

Se puede partir de la importancia del lenguaje como herramienta semiótica fundamental para la adquisición y producción de conocimientos y se postula por ello la necesidad de su dominio en relación con los campos disciplinares.

A pesar de la cantidad de documentos de ciencia física publicada y difundida, se observa la carencia de trabajos que consideren particularmente en los géneros académicos sobre la Argumentación paradigmática una circulación para la educación superior. Estos estudios resultan necesarios, ya que, los estudiantes universitarios requieren una alta competencia en la comprensión y producción de diferentes géneros de esta discursividad y en especial en la argumentación científica, tecnológica y de la ingeniería.

Si buscamos desarrollar desde las ciencias el pensamiento crítico deberíamos enseñar a identificar y a elaborar argumentos paradigmáticos convincentes y coherentes con justificaciones y fundamentaciones relevantes, como también a comunicar decisiones usando un lenguaje apropiado de acuerdo al contexto y a las metas o intenciones que preparar una estrategia para sostener y defender un punto de vista facilitando la elaboración de textos argumentativos más completos, coherentes y con carácter persuasivo para ese dominio.

## La argumentación en las ciencias naturales

La ciencia es un sistema complejo de conocimientos en desarrollo, el cual se obtiene mediante los correspondientes métodos cognitivos y se refleja en conceptos cuya veracidad se comprueba y demuestra a través de la práctica social. Kedrov, 1971. Esta ciencia para ser analizada entra en el contexto de la filosofía de ciencia y los diversos paradigmas esenciales que posee la ciencia, nos conduce particularmente a escoger entre otros, a la cognición científica y al campo social de la ciencia, por ser los componentes de mayor articulación y dinamismo con la dimensión de la educación. Morin, 1980.

La cognición científica implica la existencia de un sistema constituido por premisas iniciales o hipótesis, leyes determinadas que agrupan los conocimientos en un único sistema donde la transformación de los conceptos en un sistema conexasiónado con base en sus principios y leyes, le dan la científicidad. Toda ciencia cumple e incluye una etapa de formación que va desde una materia determinada a investigar, a la elaboración de los conceptos correspondientes, al descubrimiento o creación de las teorías que permiten explicar el gran número de hechos en el campo en cuestión y el establecimiento en una ley Universal. Al ser dialéctica la ciencia se caracteriza por la combinación del análisis, la síntesis, separando las partes y su suma en un todo.

El camino del conocimiento de las ciencias parte del estudio de los fenómenos directos al descubrimiento de su esencia que bajo un método experimental en el que la observación se realiza directamente sobre los fenómenos en: condiciones naturales; en la reproducción del fenómeno artificial en el experimento de laboratorio; en la comparación; en la medición que constituye un caso particular y en la deducción e inducción, en la generalización de la lógica empírica de los datos hasta establecer las leyes universales.

Para el reconocimiento, validez y función cognitiva la ciencia se materializa necesariamente en un sistema: el lenguaje.

En el libro *el lenguaje y el entendimiento* Chomsky se afirma la existencia de reflexiones anteriores sobre la existencia de un sistema abstracto propio de la mente humana, manifiesto en la filosofía cartesiana del siglo XVII donde se vislumbraba una conciencia de la existencia divergente entre el sistema de conceptos que somos capaces de comprender de un modo suficientemente claro, de un lado, y la naturaleza de la inteligencia humana, del otro” Chomsky.1971.

El aporte teórico central se podría resumir en la constitución del lenguaje de una nueva ciencia (terminología propia de una comunidad científica), hecho que evidencia la existencia de un sistema de constructos teóricos propios. A esto le correspondió también la identificación y consolidación de una metodología específica para el estudio de su objeto de estudio central: el lenguaje como facultad esencialmente humana. Santos.2000.

El trabajo empírico propio del enfoque positivista que consolidó la lingüística como ciencia ha cumplido ya su finalidad; especialmente en una época entre el siglo XIX y primera mitad del siglo XX en la que el paradigma del trabajo científico era el único reconocido en las ciencias humanas y sociales. Sin embargo, habría que explorar, desde este paradigma la posibilidad de ampliar nuestro conocimiento sobre el lenguaje humano como sistema y el paradigma de la investigación científica en los modelos autónomos que puedan coexistir en la lingüística con otros paradigmas y otro tipo de modelos no-autónomos. Kuhn. 1971.



En lo que respecta a la práctica social de la ciencia, es el espacio de aplicación y difusión de los conocimientos y a la vez la transición paulatina del pensamiento científico a un desarrollo de la producción en la sociedad desde lo económico, político, educativo y cultural. El pensamiento científico como proceso cognoscitivo se encuentra indisolublemente articulado al lenguaje y desarrollado a través de la lingüística en un sistema de conexión entre la actividad mental y la funcionalidad del mismo

como forma material de expresión del pensamiento. Leone1996.

Las ciencias naturales presentan una doble naturaleza, la de proceso y la de producto en sus logros intelectuales materializados en el qué sabemos y cómo lo sabemos Duschl, 1998 y por qué la actividad científica está a menudo caracterizada por la controversia, el disenso y la necesidad de elección entre elementos teóricos en pugna. Adúriz-Bravo et al 2005.

La argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten. Para argumentar hace falta elegir entre diferentes opciones o explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluar como sea más adecuada la opción elegida. Sanmartí, 2003. Adúriz-Bravo et al 2005. La argumentación es vista, desde la lingüística y la epistemología actuales, como una herramienta central de la ciencia para construir relaciones sustantivas entre modelos y evidencias Martín y Veel, 1998. Al argumentar se encuentran semejanzas entre el modelo teórico, abstracto, 'epitómico', y su contraparte concreta, que es la reconstrucción teórica del hecho. Adúriz-Bravo et al 2005.

En una argumentación científica, Adúriz-Bravo et al 2005, reconocen cuatro componentes:

1. La componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico (en el sentido de Giere, 1988) que sirva como referencia al proceso explicativo;
2. La componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser 'formalizada' en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transductivos...;
3. La componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor.
4. La componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido.

Sin embargo, observamos que de acuerdo a la particularidad de la ciencia se pueden presentar diferentes visiones sobre la estructura de los componentes de la argumentación estableciendo variación en los géneros textuales, en el diseño de la evidencia y en la existencia contenidos científicos apropiados para la validez de la argumentación. Silvestre, 2002

Incursionar en el análisis de las diversas formas en que la argumentación científica se torna en los diversos autores, en textos escritos científicos conduce el campo de la educación científica. Contribuyendo en los procesos de estudiantes y profesores en sus competencias para identificar qué tipologías textuales solo aportan datos, definen convencionalmente o narran una historia, y cuáles de ellas pretenden poner en marcha un modelo teórico de la ciencia intentando, al mismo tiempo, persuadir de su potencia explicativa y generando las habilidades que pueden llevarlos a escritos y prácticas orales más versadas.

## La argumentación paradigmática de la ciencia

### Física del siglo XIX equivalencia entre el calor y el trabajo

Las ciencias Físicas del siglo XIX en las naciones europeas presentaron un gran avance en el dominio de la enseñanza y de la investigación científica, debido a la indiscutible supremacía política y económica ejercida por Europa en el curso de este período. La evolución de la ciencia durante el siglo XIX se convirtió en un fenómeno social que, por sus diversas repercusiones, preocupó a los diferentes estamentos. Las obvias implicaciones que tienen, en el plano industrial, los progresos realizados en los diversos sectores de las ciencias físicas, conllevó a una creciente influencia del progreso científico en las condiciones de vida de la humanidad. Muchas ramas de la física experimentaron una profunda transformación en este siglo XIX pero básicamente la termodinámica y la teoría electromagnética presentaron mayor importancia e influencia. La ciencia física en procura de la validez de sus teorías daba a conocer sus presupuestos teóricos en papers o ensayos escritos ante las sociedades de ciencias y sustentados ante la comunidad de científicos para ser aceptadas o rechazadas. Estas sociedades siempre dirigidas por los científicos o sabios más versados de la época, destacándose la Academia dei Lincei, la Academia francesa y la Royal Society de Londres.

El método establecido para los análisis y validaciones de las teorías físicas presentaba gran variabilidad, pero lo fundamental se centraba en el método experimental, en el modelo matemático y en la formulación de una ley. Parte de esa herencia la vivenciamos hoy siglo XXI en nuestros grandes centros de gestión y administración de la ciencia, la tecnología e innovación que para validar trabajos de investigación y artículos deben contener una misma estructura.

Al tomar el modelo de Tulmin para establecer el sistema de validez en los argumentos de las sociedades de ciencias para papers o informes de investigación o teorías de innovación, encontraríamos un esquema como el siguiente:

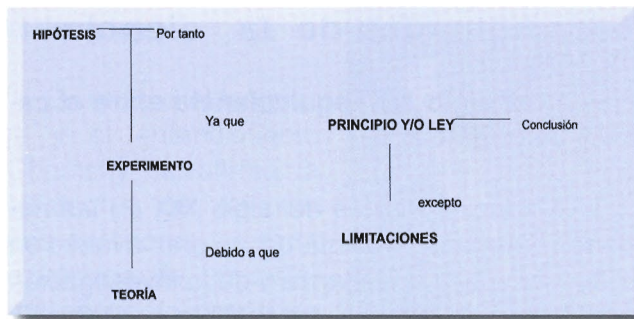


Fig. 1 Esquema del Modelo de Tulmin para la ciencia física del siglo XIX

**Hipótesis:** sistemática de hechos o afirmaciones

**Experimento:** comprobación de los hechos

**Teoría:** fundamentos que universalmente justifican u direcciona sistemática de eventos validados.

**Principio y/o Ley:** proposición confirmada que establece la relación entre variables representada en la propiedad de los sistemas.

**Limitaciones:** son las restricciones que se presentan en algunas leyes por comportamiento de variables.

Según este modelo, para que una teoría presente una validez argumental paradigmática, se parte de una Hipótesis obtenida de hechos observados o datos, justificados experimentalmente de forma relevante en función de razones del conocimiento científico aceptado- teoría -,estableciendo propiedades o leyes con sus correspondientes limitaciones.

Un argumento paradigmático es un fragmento discursivo compuesto de una serie de afirmaciones expresadas en oraciones del lenguaje científico o natural, las cuales juegan unas el papel de premisas y otra el de conclusión. Barceló. 2003. Estos presupuestos teóricos nos presentan racionalmente la validez de la conclusión para ser aceptada, es decir, de tomarla como verdadera, con base en las razones expresadas en la conclusión. A lo que Bruner, nos afirma que: la aplicación imaginativa de la modalidad paradigmática da como resultado una teoría sólida, un análisis preciso, una prueba lógica, argumentaciones firmes y descubrimientos empíricos guiados por una hipótesis razonada.

El papel de los diversos tipos textuales y géneros discursivos en la cognición no involucra sólo el contenido de los enunciados, a la información que estos vehiculisan y con la cual operan los procesos de conocimiento, sino también a la forma de las operaciones requeridas para realizar una tarea mental. Así, diversas formas del pensamiento verbal se llevan a cabo y se comunican mediante formas específicas del discurso.

En Bruner.1988 se distinguen dos modalidades básicas del pensamiento que requieren diferentes tipos de operaciones: la paradigmática y la narrativa. La primera modalidad, característica de los dominios que son objeto de conocimiento de las ciencias físico-matemáticas y naturales, constituye un sistema formal de descripción y explicación. Sus enunciados son verificables y la secuencia de razonamiento se encuentra regulada por requisitos de coherencia y no contradicción. Esta modalidad de pensamiento se aplica a entidades observables o a mundos posibles que pueden generarse lógicamente por las reglas del mismo sistema. Cada modalidad se desarro-

lla discursivamente por medio de géneros tales como, por ejemplo, la demostración y la explicación lógica en el pensamiento paradigmático.

La argumentación razonada comparte operaciones de pensamiento con ambas modalidades y tiene características propias que la constituyen como una tercera modalidad. Se aproxima al pensamiento paradigmático en tanto exige un desarrollo discursivo asentado sobre una secuencia lógica, que en la argumentación no se asienta sobre principios de coherencia y no contradicción, sino en criterios de pertinencia y compatibilidad. Perelman y Olbrechts-Tyteca, 1989. La demostración, la explicación lógica y la argumentación pueden concebirse como polarizantes en un continuó.

Historiadores recientes han mostrado cómo cierta, la idea de que es sólo una media verdad: siendo más importantes las confrontaciones sobre la metodología abstracta frente a la constructiva, que habían empezado, ya en el S. XIX. Pero, en todo caso, las paradojas intervienen en el estudio de los fundamentos de la lógica racional y de las teorías de las ciencias. Sin embargo esta innovación de análisis estructural desde el lenguaje en la ciencia física posibilita una reflexión sobre las características de una argumentación científica, profundizando sobre cómo se establecen las coordinaciones y las subordinaciones en los diferentes tipos de estructuras y su funcionalidad.

## Rechazo a los escritos sobre la equivalencia entre el calor y el trabajo en Julius Robert Mayer<sup>1</sup>



Fig2. Portada del Libro de Mayer sobre el equivalente mecánico del calor

<sup>1</sup> Julius Robert Von Mayer, En 1840 durante un viaje a Java empezó a interesarse en física cuando notó la diferencia de color entre la sangre arterial y la sangre venosa era menor en climas tropicales cuando se les comparaba con climas templados. Reflexiona sobre el hecho de que a temperaturas elevadas el cuerpo humano cede menos energía por combustión y esto lo conduce a la hipótesis de la equivalencia entre el trabajo mecánico y el calor. En 1842 obtiene un estimado para el equivalente mecánico del calor basado en un experimento donde la acción de un caballo permitía que un mecanismo moviera pulpa de papel dentro de una gran caldera y donde se compara el trabajo realizado por el caballo con el incremento de temperatura en la pulpa. Estos experimentos no resultaron ser de la misma calidad que aquellos reportados en 1845 por James Joule (1818-1889), pero pudo hacer interesantes interpretaciones y llegar a la conclusión de que la energía total debe conservarse antes de que lo hicieran Joule ó Helmholtz. Inicialmente enfrenta dificultades para publicar sus resultados y finalmente Liebig lo acepta para la revista que edita. Mayer publica sus pensamientos sobre el tema en 1842 bajo el título "The Forces of Inorganic Nature" ("Annalen" de Liebig, Bd. 42, 1842) y en esta publicación formula la ley general de la conservación de la energía y calcula el equivalente mecánico del calor. El no haber obtenido el crédito por todo lo anterior lo afecta severamente y En 1851 es internado en una institución para enfermos mentales y allí es olvidado hasta que a principios de la década de 1860 es Tyndall quien emprende una campaña para rescatarlo y lograr su reconocimiento. Como consecuencia de ello se le otorga a Mayer el derecho de añadir el "Von" a su nombre y recibe la Medalla Copley

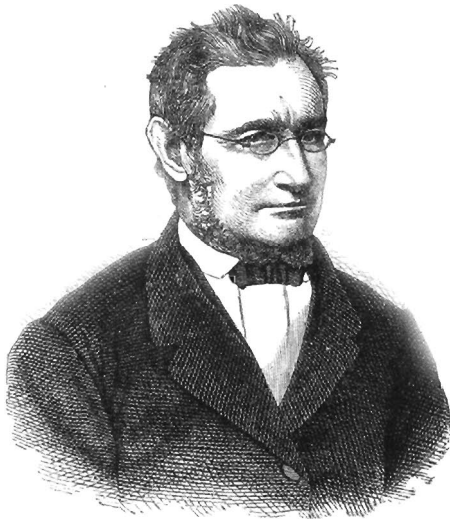


Foto 1. Julius Robert Mayer (1814-1878)

Las ciencias físicas por su complejidad presentan problemas en su conocimiento y en su solución. El entender de una manera sistémica los fenómenos, nos guía hacia la preocupación deliberada y reflejada, de examinar las teorías e hipótesis implicadas, y a la vez realizar la búsqueda controlada y crítica de las relaciones entre dichos fenómenos. Por lo tanto, se presentan diversos caminos para llegar al conocimiento de un problema y su solución.

El problema que se ha elegido para esta investigación corresponde a un análisis estructural y funcional del escrito de Robert Mayer sobre la equivalencia mecánica del calor aplicando el modelo de categorización de Tulmin para la argumentación. Esta experiencia es innovadora y nos permite observar la diferencia entre modelos argumentales paradigmáticos en las diferentes teorías de las ciencias demarcando aquellos cambios o limitaciones que no conducen a una conclusión válida y universal. Mayer parte de la revisión de la obra de Gay-Lussac, y se

encuentra con un experimento, el cual se había olvidado, por no existir una teoría que diera la explicación válida y confiable; explicación que Mayer presentará, aportando nuevos conceptos que dieron inicios a la termodinámica, transformando el modelo mecanicista vigente como única alternativa para la comprensión de los diversos fenómenos en los siglos XVIII y XIX y sin embargo fue rechazado en las grandes sociedades científicas. Esta teoría posteriormente será retomada y comprobada experimentalmente por Joule, quien aportará las bases para el desarrollo de una nueva técnica del calor para ser aprovechada en la naciente era industrial y en la ciencia física por la termodinámica y el electromagnetismo. Cabrera.2007

## Experimento crítico sobre calor

En el año de 1807 un célebre físico y químico, Gay-Lussac,<sup>2</sup> propuso un experimento devastador para la teoría del calórico, comparable al experimento de Thomas Young sobre la interferencia de la luz. Mientras que Young con el

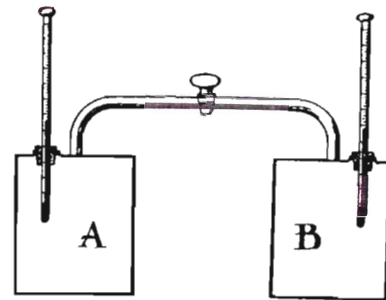


Fig.3 Experimento de Gay-Lussac

experimento de la doble rendija producía un patrón de interferencia que no podía ser explicado dentro del contexto de la teoría corpuscular de la luz, decidiendo de esta manera la discusión

2. Louis Joseph Gay Lussac (1778-1850) Nació en St.Léonard, Francia. Alumno de la École Polytechnique, École Nationale des Ponts et Chaussée, discípulo de Berthollet, profesor de química en la Polytechnique y en el Muséum National d'Histoire Naturelle, profesor de física en la facultad de Ciencias de París, miembro de la sección de física del Institut de Francia y de prestigiosas sociedades sabias, como la de Arcueil y la Philomatique. Sus investigaciones se centran en la expansión térmica de los gases, en la que empezó a trabajar animado por Berthollet y Laplace a finales de 1801. Tras diversas experiencias, concluyó que "volúmenes iguales de gases sometidos a incrementos iguales de temperatura experimentan una misma expansión". En 1807, investigó experimentalmente la relación existente entre los calores específicos de los gases y sus densidades. Muere en París, el 9 de mayo.

entre los partidarios de la teoría corpuscular y la teoría ondulatoria, Gay-Lussac proponía un experimento cuyo resultado, él, ni ninguno de sus contemporáneos pudo explicar.

El experimento de Gay Lussac sobre la expansión libre de un gas, presentaba dos recipientes iguales A Y B, aislados térmicamente y conectados por un tubo, en cuyo centro se coloca una válvula de paso. A, se llena con aire y el otro B, al vacío. Los termómetros se han colocado en cada recipiente para observar los cambios, en cada termómetro. Se realiza una primera lectura del termómetro como parámetro y en el momento que se abre la válvula, el gas pasa rápidamente de A al recinto B, presentándose una variación en el volumen del gas, de  $V$  pasa a  $2V$ . Las temperaturas registradas por el termómetro no cambiaron.

Cómo explica Gay -Lussac, la situación de que los termómetros no registren cambio en la temperatura?

Según la teoría del calórico la temperatura debe disminuir por que se incrementa el volumen. Al observar en el instante los termómetros encontraron que el termómetro en A presentaba un leve cambio y el de B lo mismo, retornando posteriormente ambos a su lectura inicial, por lo tanto no hubo cambio en la temperatura. Gay-Lussac y sus colegas nunca dieron explicación a lo sucedido en el experimento, manifestando una contradicción con la teoría del momento (calórico). Por lo tanto fue olvidado. Cabrera.2007

Un médico, aprendiz de físico, a la edad de 28 años y un médico alemán participó en una expedición de sanidad a las islas de Java. Un hecho, en apariencias insignificante, le llamó la atención, según cuentan sus biógrafos. El color de la sangre de los nativos era más brillante que el de los pacientes alemanes. ¿Por qué? Mayer había leído el pequeño tratado de Lavoisier sobre la respiración. En los pulmones se llevaba a cabo una combustión lenta entre la sangre y el oxígeno contenido en el aire inhalado. Los habitantes de Java, por estar en tierras más cálidas pierden menos calor por irradiación y en consecuencia necesitan menos oxígeno. La hipótesis, demasiado simple y primitiva, dio lugar a una serie de reflexiones y de investigaciones de



Foto 2. Gay-Lussac (1778-1850)

innegable importancia en la historia, no solo de la moderna teoría del calor, sino del principio de conservación de la energía.

Lavoisier había demostrado que la fuerza, la energía de los seres vivos, dependía de ese fuego interior, de esa combustión lenta que tenía lugar en los pulmones. Afortunadamente, Mayer desconocía la teoría del calórico o al menos no le prestaba ninguna importancia. Para él, sólo había una proposición innegable: Sin el calor suministrado por la oxidación de la sangre, que a su vez porta los nutrientes adquiridos en la digestión, no es posible la actividad de los organismos vivos. Hasta aquí no habría nada especialmente innovador, pero Mayer va más allá, lo que se pierde en calor se gana en trabajo exterior, de lo contrario no se explicaría por qué hay que renovar continuamente el alimento y el calor suministrado por la combustión interna.

Mayer estaba viviendo en plena revolución industrial debida a la máquina de vapor inventada medio siglo antes por Newcomen y mejorada técnicamente por J. Watt. Que el calor se necesita para realizar trabajo, nadie lo niega, pero que parte del calor se pierda cuando se realiza trabajo era una afirmación que pocos se hubieran atrevido a sostener después del breve y admirable tratado del ingeniero francés Sadi Carnot publicado en 1824. Para Carnot, el trabajo realizado por las máquinas se debía a la caída



del calórico del foco caliente al foco frío, de una manera semejante a como el agua al descender de un nivel superior a un nivel inferior realiza trabajo, moviendo las aspas de un molino. Mayer no era un ingeniero, mucho menos un físico, era afortunadamente en este caso, un médico. Decimos afortunadamente, porque su paradigma no era un fenómeno mecánico, sino un fenómeno orgánico. El alimento no cae de un nivel a otro, el alimento se consume al realizar trabajo.

Cuando el gas encerrado en un cilindro se expande a presión constante, desplaza el émbolo en contra de la presión atmosférica realizando un trabajo que se puede calcular fácilmente si se tienen en cuenta las investigaciones hechas por Boyle y otros investigadores. La temperatura desciende, no porque el calor sensible se transforme en calor latente como piensa la mayoría de los sabios, sino porque parte del calor contenido en el gas se transforma en trabajo, de una manera semejante a como el alimento se transforma en energía vital. ¿Por qué en el experimento de Gay-Lussac no hay descenso de temperatura? Ni los físicos ni los químicos lograron dar una respuesta convincente. Mayer tiene el atrevimiento de intervenir donde los demás han fracasado. En el experimento de Gay-Lussac la expansión se lleva a cabo en un espacio vacío por consiguiente el gas no realiza trabajo exterior, al no realizar trabajo exterior, la cantidad de calor permanece constante, al permanecer constante no hay disminución de temperatura. Se trata de una simple hipótesis, sencilla, pero con un inmenso poder explicativo, que habrá que someter a experimentación y cálculo.

La explicación de Mayer, se fundamenta en que ordinariamente un gas se expande en oposición a la presión, por lo cual realiza trabajo. La temperatura disminuye no porque que se incrementa el calor específico del gas, el descenso en el calor contenido, es debido a que se convierte en trabajo. Cuando el gas se expande en el vacío, no tiene oposición de la presión, por lo que no realiza trabajo, no hay pérdida de calor por conversión en trabajo, no baja la temperatura. El calor específico del gas no cambia con este volumen.

Por lo tanto debe existir una relación de equivalencia entre el calor y el trabajo. Mayer .1842.

Al integrar el modelo de categorización de Tulmin, al trabajo de Mayer podemos diseñar y analizar la siguiente estructura argumental paradigmática:

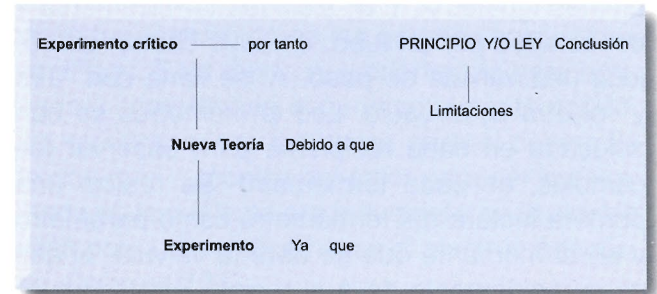


Fig.4 Modelo de Tulmin aplicado a la obra de Robert Mayer.

**Experimento Crítico:** Situación experimental que presenta limitaciones en la explicación de los eventos que ocurren. Experimento de Gay Lussac y la imposibilidad de explicar lo sucedido.

**Nueva Teoría:** El nuevo sistema de conceptos y relaciones que se deben establecer para dar explicación a los eventos que ocurren experimentalmente. La asociación de experiencia medica con relación al color de la sangre en pacientes que habitaban a nivel del mar y zonas montañosas. Influencia de la presión atmosférica .

**Experimento:** la práctica científica que permite comprobar los eventos susceptibles de estudio en relación con el fenómeno estudiado en un universal. Consideración ideal de un experimento en condiciones especiales de presión y temperatura y observar el trabajo y el calor en las dos situaciones y enunciar la respuesta al experimento de Gay Lussac,

**Principios y/o Leyes:** proposición confirmada que establece la relación entre variables representada en la propiedad de los sistemas. La equivalencia entre el calor y el trabajo.

**Limitaciones:** son las restricciones que se presentan en algunas leyes por comportamiento de variables. Los modelos matemáticos utilizados por el Dr. Mayer al ser un médico y la forma de expresar los conceptos físicos.

Según este modelo, la teoría para la validez argumental paradigmática en Mayer, parte de un experimento crítico obtenido de datos directos, justificados en una nueva teoría cuyos principios integran experiencias en otro campo de forma relevante en función de experimentos teóricos analizados desde el conocimiento científico y estableciendo propiedades o leyes con sus correspondientes limitaciones.

Por la dificultad en la estructura del análisis y por la variabilidad de la notación y modelo lógico abordado por Mayer, su trabajo es rechazado en las grandes sociedades por no mantener la estructura argumental, el mismo orden y no ser comprendido, sin embargo se presenta un método inductivo que permite una mayor correlación e integración entre los hechos físicos, biológicos y naturales.

El abordaje matemático de demostración es muy sencillo y limitado y por lo tanto su análisis y cuantificación no está en los campos de la lógica abstracta tradicional presentada por los modelos de la ciencia física, como los de un Laplace o Fourier.

Esto nos permite desde el modelo argumental paradigmático demarcar las diferencias en la organización para la comprensión de la lógica de la ciencia física y el observar con mayor detalle, el por qué del rechazo a la obra de Mayer y el establecer una evolución de los referentes argumentales para las ciencias en los diferentes períodos de la historia, además de servir de ejemplo didáctico para el análisis estructural y argumentativo de la ciencia física.

La posibilidad de observar una sistemática de la argumentación paradigmática y su comparación para cada una de las épocas, aporta a una nueva visión argumental de la ciencia y establece patrones de comprensión y crítica para la misma. Para la educación en ciencias, es el capital cognoscitivo más valioso por el orden y validez de cada uno de los elementos científicos establecidos desde los criterios lógicos hacia una funcionalidad - estructural científico.

## Conclusiones

Para la educación en ciencias, especialmente la ciencia física en relación con las teorías del calor, trabajo, su equivalencia y conservación; se presenta un aprendizaje reflexivo en el profesor y en el estudiante una comprensión superior en la teoría, en la formulación de los fenómenos físicos y de situaciones prácticas para la tecnociencia.

El determinar las diferencias entre las formulaciones teóricas argumentales paradigmáticas y sus ordenes bajo intuiciones geniales de un médico y las estructuras argumentales paradigmáticas de los físicos con relación a la formulación, planteamientos, teorías y la experimentación como comprobación, enriquecen las experiencias novedadas tanto de los campos de la ciencia física como los de la pedagogía y lingüística.

De innovación para los textos guías de física tanto de secundaria como universitarios, por que en los actuales, no se contemplan profundizaciones en cuanto a la elaboración de los Argumentos, conceptos, formulaciones teorías, experimentos estos son consideradas bajo un método algorítmico y escasamente comprensivo; resaltando los enunciados, descripciones dejando de lado lo valioso para el aprendizaje y dominio del saber de la física.

Se revalorizan la visión dinámica del contexto a la hora de analizar el discurso del cual toman sentido las justificaciones, siendo la finalidad de la argumentación el convencer a otra persona, poniendo énfasis así en el carácter dialógico y persuasivo del discurso argumentativo. El esquema de Tulmin presenta la efectividad reque-

rida la planificación de la escritura además de posibilitar un análisis y comprensión muy rigurosa. Posibilita el encuentro y la delimitación de una aserción, eje del proceso de generación de un conocimiento nuevo.

Los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia podrán hacerlo especialmente desde la argumentación paradigmática siendo efectivos por la estructura y funcionalidad que la misma presenta.

La enseñanza a partir de la resolución de problemas desde la perspectiva de investigación fundamentada en los conceptos científicos y su categorización desde una argumentación paradigmática, logran mayor significación con problemas científicos que se transforman en investigables, con diseños experimentales contrastables, supera la transmisión verbal y permite desarrollo de pensamiento científico del estudiante con calidad de vida.

## Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO ET al 2005. Estudios sobre enseñanza de la Argumentación científica escolar, Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, Centro de Formación e investigación enseñanza de las ciencias, 2. Número extra. VII congreso.
- BARCELÓ, A. 2003. Los alcances de la argumentación lógica, Conferencia Conferencia Magistral, Encuentro Nacional de Didáctica de la Lógica
- BAJTÍN, M. (1982). El problema de los géneros discursivos. En: Estética de la creación verbal. México : Siglo XXI.
- BRUNER, J. 1988. Realidad mental y mundos posibles. Barcelona, GEDISA.
- CABRERA, F. 2007. Investigación indiscutible de la naturaleza a un experimento genial olvidado la equivalencia mecánica del calor. TECNOESUFA, Vol. 7. Bogotá
- CAMPANER, G Enseñar a Argumentar, un aporte a la didáctica de las ciencias Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
- CHOMSKY, N., 1971. El lenguaje y el entendimiento. 3ª edición. Barcelona: Editorial Seix Barral.
- DUSCHL, R. 1998. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 16 (1), pp. 3-2
- GAY-LUSSAC. 1802. The Expansion of Gases by Heat Annales de Chimie 43, 137. [reprinted in William Francis Magie, ed., A Source Book in Physics (New York: McGraw-Hill, 1935) .
- KUHN, T. 1971. La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica.
- MAYER, R. 1842. The Forces of Inorganic Nature, a paper, Liebig's Annalen,
- PATIÑO ROSELLI, C. 1999. Un repaso lingüístico al siglo XIX. En Forma y Función. No. 12 Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Pp. 15-32.
- PERELMAN, Ch. y OLBRECHTS-TYTECA .L 1989. Tratado de la argumentación. La nueva retórica. Madrid: Gredos.
- SILVESTRI Adriana, 2006. La formulación de preguntas para la comprensión de textos: estudio experimental, Revista signos: estudios de lingüística, ISSN 0035-0451, N°. 62, Págs. 493-51.
- SILVESTRI Adriana, Dificultades en la producción de la argumentación razonada en el adolescente: las falacias del aprendizaje, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- TYNDALL, J. 1863, Heat Considered as a Mode of Motion. New York: D. Appleton and Co.
- TOULMIN, S. 1993. Les usages de l'argumentation. Paris: PUF. 1ª. ed. The uses of Argument. 1958.
- VAN DIJK, T. 1997. Estructuras y funciones del discurso. 11.ª ed. México: Siglo XXI Editores.
- VIGOTSKY, L. 1963. Pensamiento y lenguaje. La Pléyade.
- VIGNAUX, G. 1986. La argumentación. Ensayo de lógica discursiva. Hachette.