



**Universidad de Panamá**  
**Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología**  
**Escuela de Física**

*“Recomendación didáctica con enfoque en la Historia de las Ideas y su contribución en la enseñanza de la Física, basada en diagramas lógicos y procesos de argumentación”*

Por:  
***JOSÉ AGUSTÍN CONCEPCIÓN ANDRADE***

Trabajo de Graduación para  
optar por el Título de  
Licenciado en Física

**Panamá**  
Septiembre 2021



**Universidad de Panamá**  
**Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología**  
**Escuela de Física**

*“Recomendación didáctica con enfoque en la Historia de las Ideas y su contribución en la enseñanza de la Física, basada en diagramas lógicos y procesos de argumentación”*

Por:  
***JOSÉ AGUSTÍN CONCEPCIÓN ANDRADE***

Trabajo de Graduación para  
optar por el Título de  
Licenciado en Física

**Panamá**  
Septiembre 2021

PROFESORA ASESORA:  
**DRA. OMAIRA PÉREZ**

## Dedicatoria

---

*A mi madre, mis hijos, mi esposa, mi sobrino ...*

*Fuente de inspiración y fortaleza de todos mis logros.*

# Agradecimientos

---

Este trabajo o meta no se hubiese podido terminar sin elementos indispensables en mi vida personal y profesional.

Empezando con la confianza en un ser supremo que permite que las cosas pasen en los momentos correctos y en las cantidades adecuadas, gracias, Dios.

Mi familia, la de casa, que siempre han estado en las buenas y las no tan buenas, brindándome ese apoyo que no se puede cuantificar, sobre todo a mi madre Martina, gracias.

Mi esposa, que desde que llegó a mi vida me empujó a terminar y darme los ánimos y consejos cuando más los necesitaba. Gracias Edi.

Mis hijos, por ser más importantes que el aire para respirar y la potencia que me lleva a levantarme todos los días. Las gracias porque mi vida empezó nuevamente con el nacimiento de ustedes Thalía Alisée, Thiago Agustín y José Agustín.

Por su paciencia, por sus atinadas recomendaciones y sobre todo por la confianza en que podía terminar y seguir desarrollando este tipo de trabajos; Dra. Omayra, que junto al Dr. Bernardo y el colega y amigo Mgtr. Julio Aris me han guiado desde el origen hasta las conclusiones de este proyecto. Un agradecimiento incluso en nombre de todos los que se benefician de los aportes que ustedes han hecho a la enseñanza de la Física en Panamá. Muchas Gracias.

*José A. Concepción A.*

# ÍNDICE GENERAL

---

|  |     |
|--|-----|
| <b>RESUMEN.</b>  | I   |
| <b>INTRODUCCIÓN.</b>   | III |
| <b>CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA.</b>                                    | 1   |
| 1.1. Conocimiento y cultura.   | 1   |
| 1.1. Conocimiento y modelo.  | 1   |
| 1.2. Historia de las Ideas y propuesta didáctica.                          | 2   |
| 1.3. Las sugerencias para actividades en el aula.                          | 4   |
| <b>CAPITULO 2. UN PANORAMA GENERAL</b>                                     | 7   |
| 2.2. La religión y su influencia en el desarrollo del conocimiento.        | 7   |
| 2.3. El misticismo y su influencia en el desarrollo del conocimiento.      | 7   |
| 2.4. Influencia de la tecnología en el desarrollo del conocimiento.        | 8   |
| 2.5. Las artes y la religión, su efecto en el desarrollo del conocimiento. | 9   |
| 2.6. Aportes de la filosofía.  | 10  |
| 2.7. Las revoluciones sociales en el desarrollo del conocimiento.          | 12  |
| 2.8. Concepto de Historia de las Ideas.                                    | 15  |
| <b>CAPÍTULO 3. LA CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA</b>                           | 17  |
| 3.1. Desde el enfoque de la Historia de las Ideas.                         | 17  |
| 3.2. El agua y los elementos primarios.                                    | 18  |
| 3.3. Zigzag entre el continuismo y atomismo.                               | 19  |
| 3.4. La mecánica y la estructura de la materia.                            | 20  |
| 3.5. Influencia del cálculo.   | 21  |
| 3.6. La química y los modelos del átomo.                                   | 21  |
| 3.7. La termodinámica y la materia.  | 22  |
| 3.8. El determinismo.  | 23  |
| 3.9. El proyecto de Dalton.  | 23  |

|   |    |
|---|----|
| 3.10. Influencia de las sociedades cambiantes.  | 24 |
| <b>CAPÍTULO 4. EL MUNDO DE SOFÍA</b>  | 26 |
| 4.1. El misticismo y la Ciencia.  | 26 |
| 4.2. La motivación y la educación.  | 28 |
| 4.3. La materia prima.  | 30 |
| 4.4. Un nuevo método.   | 32 |
| <b>CAPÍTULO 5. MODELO DE ARGUMENTACIÓN DE STEPHEN TOULMIN</b>                                 | 34 |
| 5.1. La argumentación como herramienta de valorización de las ideas de los individuos.        | 34 |
| 5.2. Modelo de Stephen Toulmin.   | 36 |
| 5.3. Un aporte a la culturización.  | 37 |
| 5.4. Elementos del Modelo de Stephen Toulmin.   | 39 |
| <b>CAPÍTULO 6. SUGERENCIA METODOLÓGICA.</b>   | 43 |
| 6.1. Competencias básicas.  | 45 |
| 6.2. Diagramas de Venn.   | 45 |
| 6.3. Secuencia didáctica.   | 48 |
| 6.4. Momentos de la secuencia didáctica.  | 49 |
| <b>CAPÍTULO 7. RESULTADOS DE LA SECUENCIA.</b>  | 51 |
| 7.1. Descripción y análisis de los resultados encontrados al trabajar la secuencia por fases. | 51 |
| 7.1.1. Fase de inicio.  | 51 |
| 7.1.2. Fase de desarrollo.  | 56 |
| 7.1.3. Fase de cierre.  | 58 |
| <b>CONCLUSIONES</b>   | 68 |
| <b>RECOMENDACIONES</b>  | 74 |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   | 76 |
| <b>ANEXOS</b>   | 82 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1. Modelo argumentativo de Stephen Toulmin.</b>   | <b>42</b> |
| <b>Figura 2. Ejemplo de aplicación de Diagrama de Venn.</b> | <b>47</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Cuadro 1. Elementos del Modelo de Stephen Toulmin.</b>                                   | <b>40</b> |
| <b>Cuadro 2. Traducción al español de los términos del modelo argumentativo de Toulmin.</b> | <b>42</b> |
| <b>Cuadro 3. Fase de Inicio de secuencia didáctica.</b>                                     | <b>49</b> |
| <b>Cuadro 4. Fase de Desarrollo de secuencia didáctica.</b>                                 | <b>50</b> |
| <b>Cuadro 5. Fase de Cierre de secuencia didáctica.</b>                                     | <b>50</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabla 1. Identificación de elementos del Modelo de Toulmin en la primera actividad.</b> | <b>53</b> |
| <b>Tabla 2. Identificación de elementos del Modelo de Toulmin en la segunda actividad.</b> | <b>54</b> |
| <b>Tabla 3. Resumen de los resultados de la secuencia didáctica propuesta.</b>             | <b>59</b> |

# RESUMEN

---

En la didáctica surgen cada día, y para cada tema que deseamos introducir en las clases de Física, alternativas que podemos adecuar según el tipo de estudiante, su entorno, manejo de información, y competencias. Por esto, el tener cada vez más herramientas disponibles, aumentamos la probabilidad de atraer a estos estudiantes al maravilloso mundo del conocimiento.

El presente trabajo de graduación trata de dar o hacer recomendaciones didácticas basadas en el enfoque llamado Historia de las Ideas (HI). Este concepto consiste en llevar al estudiante a analizar, desde todos los puntos de vista, el desarrollo de la Ciencia y, en particular, de la Física.

Al estar el hombre de ciencia sumergido en la sociedad, éste tiene que responder a ella y, a lo largo del tiempo, esta sociedad ha dirigido en cierto modo el quehacer científico, por lo que es importante que consideremos este enfoque.

La labor docente, así como la entendemos hoy día, exige que el conocimiento sea expuesto por los estudiantes, para así valorar mejor su desempeño. La forma tradicional de evaluar se queda en la mera repetición de ejercicios matemáticos, de fórmulas, de definiciones de conceptos, y no nos muestra si un individuo puede discernir sobre un tema de ciencia, principalmente su desarrollo y evolución, así como la incidencia de esta labor en la sociedad.

La sociedad requiere que los estudiantes que salen de las escuelas, incluso de universidades, manejen competencias que incluyen hasta la forma de expresarse en torno a un problema determinado. En este sentido los recursos visuales, específicamente los diagramas lógicos, son una alternativa que obliga a que se analice en un determinado contexto una información para que la misma pueda ser expuesta con fundamentos, con argumentos que no sean solo basados en la repetición memorística de contenidos.

Por lo anterior, en este trabajo se describe el aporte que puede dar el uso de los Diagramas de Venn que, junto a los elementos tomados del modelo de argumentación de Stephen Toulmin, servirían como un marco metodológico de referencia para incluir el enfoque HI en algunas estrategias didácticas.

# INTRODUCCIÓN

---

Este este trabajo consideramos algunos aspectos que debemos introducir con los temas en las clases de Física. Se tratan de elementos históricos. Son recomendaciones orientadas a mostrar cómo el concepto de Historia de las Ideas (HI) debe ser introducido para orientar al estudiante a la comprensión del entorno en que se da el desarrollo de la ciencia, particularmente de la Física. De esta forma se puede lograr que el estudiante discierna (perciba y declare) cómo el hombre común, el científico, el filósofo, el religioso y hasta el artista, recibe e influye uno en el otro.

El término HISTORIA DE LAS IDEAS, surge precisamente de la búsqueda por justificar ¿cómo los diferentes escenarios sociales afectan el saber de una época y a las épocas subsiguientes? Este saber debe aparecer en cualquier área del conocimiento.

El presentar la ciencia solamente como ecuaciones, leyes, teorías o principios y que nacen de forma espontánea, puede que incluso generen en el estudiante la idea incorrecta de que se puede aprender de forma instantánea y memorística, ya que no entiende la ciencia como un proceso, donde tanto la observación controlada como la inducción-deducción, son elementos claves.

En cada uno de los temas que se abordarán en este trabajo nos apoyaremos en la Historia, pero no solo en la historiografía, sino en las ideas previas, en las formas de pensamiento, en las creencias religiosas, en las técnicas del momento, etc. Este enfoque puede proveernos de muchas herramientas con las cuales se lleva al individuo

al análisis crítico y, mediante los procesos de argumentación, métodos modernos en la didáctica de las ciencias, podemos hacer una propuesta para evaluar a los estudiantes con alternativas que los lleven a suplir aspectos del perfil que se requiere ahora y con la tendencia social de lograr adquirir competencias.

Un ejemplo para enmarcar este trabajo es “la constitución de la materia”, tema obligado en todas las esferas de la enseñanza de la Física. Los modelos asociados al átomo son a veces presentados solo con representaciones geométricas, y en su evaluación no se piden las justificaciones de las diferencias entre unos y otros. Son muchos los trabajos que han estudiado las concepciones previas que llevaron a los modelos atómicos, pero no incluyen un análisis de las razones sociales, religiosas, filosóficas, artísticas, científicas que motivaron esos modelos, los cambios hechos a los anteriores y su aceptación. Razón por la cual proponemos en este tema abordar el enfoque de la “Historia de las Ideas”.

Toda propuesta didáctica incluye explicitar los recursos y fuentes de información, por ello señalamos que nos basamos en el uso del libro: “El Mundo de Sofía” de Jostein Gaarder. <sup>1</sup>

Con este trabajo pretendemos dar ideas de cómo podemos incluir en nuestra programación: clases y evaluaciones, enfoques que propicien el debate de ideas argumentadas y así aspirar a que nuestros estudiantes valoren la historia de las ideas

---

<sup>1</sup> Referencia 11

y su incidencia en la realidad en la que les toca convivir y, por lo tanto, estar preparados para la toma correcta de decisiones.

Por otro lado, en los procesos de argumentación es menester tener herramientas que permitan compilar información; en este sentido, si se quiere debatir ideas, hay que expresarlas de tal forma que puedan ser fácilmente apreciadas.

Los diagramas de Venn son invaluableles en las exposiciones tipo charlas y también pueden ser utilizados para generar temas propios de un debate, por ello se explica su uso como alternativa para verificar las conexiones entre los aportes de los estudiantes en el contexto HI.

# Capítulo 1. MARCO DE REFERENCIA

---

## 1.1. Conocimiento y cultura

La forma de ver la Naturaleza, o “comprenderla” está muy relacionada con las posiciones culturales, religiosas, filosóficas y sociales del individuo. Hay que recordar que la ciencia es producto del pensamiento humano y nace después de los diferentes ensayos de comprender la naturaleza; primero el ensayo religioso, después el filosófico y posteriormente el científico. También es producto de la acción humana que primero se expresa resolviendo la subsistencia, después buscando mejorar las condiciones de vida a través del descubrimiento de las máquinas simples, e incluso satisfaciendo necesidades de expresión estéticas que llevaron a las artesanías. La Ciencia potencializa esa acción en la Tecnología, la cual, ahora es dependiente del mismo desarrollo de la ciencia.

Todo ese aprendizaje del hombre en su pensamiento y accionar se refleja en la cultura. Esta necesita una memoria colectiva que se expresa de manera consciente y escrita en la Historia de las Ideas. Pero, además, el hombre hace una teoría de su manera de conocer, de transmitir ese saber, de esa cultura, hace metacognición. En ese sentido son importantes los modelos que fabrica.

## 1.2. Conocimiento y Modelo

Mucho se ha escrito sobre las representaciones mentales, modelos mentales y modelos didácticos. El término MODELO es clave en ciencias y en su enseñanza.

“Los modelos mentales son análogos estructurales de estados de cosas, eventos u objetos, del mundo. Las personas operan cognitivamente con modelos mentales.

Entender un sistema físico o un fenómeno natural, por ejemplo, implica tener un modelo mental del sistema que le permite a la persona que lo construye, explicarlo y hacer previsiones con respecto a él. Los modelos conceptuales, por otro lado, son modelos proyectados por científicos, ingenieros, profesores, para facilitar la comprensión y la enseñanza de sistemas físicos o de fenómenos naturales. Es decir, profesores y alumnos trabajan con modelos mentales, pero intentan enseñar y aprender modelos conceptuales. Los científicos, en general, diseñan modelos conceptuales, pero lo hacen a través de sus modelos mentales.” (Moreira et Al., 2001)

2

Al tener un modelo de un hecho, objeto, etc., en cualquiera de los contextos posibles, hay que tener presente que este es susceptible de modificaciones, incluso de forma repentina. En las ciencias y la historia de la ciencia, tal vez el ejemplo más conocido es el MODELO DEL ÁTOMO o de CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA.

### **1.3. Historia de las Ideas y propuesta didáctica.**

Nos proponemos mostrar algunos de los aspectos históricos (en el enfoque historia de las ideas) que pudieron dirigir o ilustrar dentro su contexto social (y por lo

---

<sup>2</sup> Referencia 18

tanto unido a una recomendación didáctica) el concepto de átomo, o CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA.

Hoy día los aportes novedosos de la didáctica son obviados por la mayoría de los docentes en cualquier área y nivel de enseñanza. Esto puede ser generado por la poca información que se maneja y la poca, o ninguna preocupación, de las instituciones rectoras de la educación, en considerarla como elemento importante en la educación nacional.

Es fácil, en educación, tomar las alternativas de seguir en un sistema o modelo, que lleva al docente a ser solo un administrador de “saberes” en cada escuela (cumpliendo con papelerías), y no un verdadero regente del aula y de todos los involucrados. Es más, si buscamos temas sobre ¿cómo la didáctica puede apoyar la labor docente? encontraremos una gran cantidad de posibilidades, ya que muchas veces los principales problemas de la enseñanza se deben a que no hacemos investigación en el aula. Investigaciones sencillas, pero con mucha seriedad. El contrastarlas todos los años, con otros docentes o trabajos publicados nos deberían pulir la labor diaria.

Además, el conocimiento científico debe circular del docente a sus alumnos de forma agradable, dinámica y formal. Esto se podría lograr teniendo la libertad de elegir entre métodos y actividades de aprendizaje, cada una validada por los resultados de las investigaciones realizadas o estudiadas.

#### **1.4. Las sugerencias para actividades en el aula.**

Las estrategias en el aula deben permitir abrir los espacios a un sinnúmero de experiencias que lleven a construir un esquema o modelo mental, que al final, puede hacer que un estudiante adquiera conocimientos concretos y formales sobre un concepto en particular.

Estas estrategias se tienen que planificar de tal manera que permitan explorar preconceptos, aplicar actividades, evaluarlas y reflexionar sobre ellas.

Entre los temas que se sugieren, en las ciencias naturales, y específicamente en la Física, está la introducción de la Historia de las Ciencias, primordialmente, la Historia de las Ideas y Evolución de los Modelos utilizados para explicar la naturaleza.

Esta sugerencia permite tomar inclusive un marco de referencia a la hora de contrastar los preconceptos de los alumnos y generar debates que lleven, guiados adecuadamente, a crear modelos mentales mucho más cercanos a los modelos de los científicos y entonces aplicar modelos didácticos en la resolución de cuestiones dentro de un programa de estudio.

Lo anterior tiene su motivación en la observación de situaciones como la siguiente: muchas personas (estudiantes o personas de la sociedad en general), cuando se les dice que la Tierra es plana, muestran caras de asombro por semejante aseveración. Ellos aprendieron que es redonda (magister dixit). Pero, si a su vez le pedimos que digan y den evidencias de cómo es la forma de la Tierra, entonces entrarán en un conflicto, que va desde lo cognitivo, posiciones socioculturales y

religiosas, hasta la incomodidad de una postura espacial en su entorno. La concepción que tienen sobre la verdad científica y la naturaleza de la ciencia es primitiva.

Este es uno de los muchos ejemplos en los que podemos, o debemos, recurrir a las estrategias didácticas para contribuir en una mejor formación de la sociedad, en especial de nuestros estudiantes y en particular sobre la naturaleza de la Ciencia, es decir cómo procede, su criterio de verdad, su método de trabajo, etc.

En muchos estudios se han encontrado evidencias de que hasta los docentes presentan problemas a la hora de responder preguntas en las que los preconceptos que tienen son muy semejantes al de los estudiantes.

En este trabajo se sugiere el utilizar la Historia o Evolución de las Ideas como marco de referencia para guiar en ¿cómo encarar los preconceptos que traen nuestros estudiantes sobre la constitución de la materia?; planificar las evaluaciones diagnósticas y valorar los motivos que llevaron a tener ciertas posturas conceptuales y, sobre todo, reflexionar sobre la necesidad de estar preparados para eventuales cambios que nosotros mismos podamos vivir.

Unido a los elementos históricos asociados al concepto de átomo-se propone abrir el espacio para actividades con el diseño de **Diagramas de Venn**, cuyo empleo en las clases de Física no se ha hecho formalmente. Estos diagramas se deben considerar como un respaldo en la exposición de contenidos, adicionalmente se hará la sugerencia y justificación de utilizar el libro y la película: “El Mundo de Sofía” para complementar el enfoque de las ideas.

A estas actividades se sugerirá y sustentará el uso del criterio de argumentación dentro del modelo de Stephen Toulmin. Este modelo servirá de guía para darle sentido epistémico a una actividad de aprendizaje sobre los modelos del átomo y, con esto, evaluar su aplicabilidad en otros contenidos del programa de estudios del bachillerato en nuestro sistema de enseñanza nacional.

## Capítulo 2. UN PANORAMA GENERAL.

---

### **2.1. La religión y su influencia en el desarrollo del conocimiento.**

De los aspectos sociales, la religión ha marcado y hasta dirigido el desarrollo de la ciencia. Quizás por la necesidad de entender lo grandioso (o casi infinito de nuestro mundo), en las diferentes cosmogonías antiguas, era un común denominador la necesidad de darle una justificación sobrenatural a todo lo creado y, por ende, a todos los fenómenos de la naturaleza. En cada una de ellas, tenía que haber un Dios o Dioses creadores.

De una u otra manera esto incidió en la búsqueda de respuestas a preguntas que tal vez, a pesar del tiempo, no han cambiado y que en la ciencia siguen siendo objeto de estudio.

### **2.2. El misticismo y su influencia en el desarrollo del conocimiento.**

El misticismo que, según la ciencia, resulta de todo lo divino, influye en la psicología de los individuos y ha provocado que el conocimiento científico, en diferentes épocas, se haya estancado; pero posiblemente también pudo crear las inquietudes intelectuales que llevaron al nacimiento de la ontología y la epistemología mismas.

Para el hombre común, las soluciones que da la religión a muchos de los problemas sobre el Ser (ontología) son satisfactorias, pero la misma evolución del

hombre, principalmente en la sociedad, lo ha llevado a buscar (saber o epistemología) respuestas a otros aspectos de su entorno, como la tecnología.

### **2.3. Influencia de la tecnología en el desarrollo del conocimiento.**

La tecnología inmediatamente le crea una cadena de necesidades y, a la vez, se contrapone con los mismos principios religiosos.

En la búsqueda de esa tecnología, el hombre empezó a modificar la naturaleza, pero tal vez sin percatarse que iba encontrando relaciones entre diferentes variables físicas.

“En el pasado, la tecnología se originó en la experiencia personal, con las propiedades de las cosas y con las técnicas para manipularlas, fuera del saber práctico, transmitido de expertos a aprendices durante muchas generaciones” (Ciencia: Conocimiento para todos, Cap. 3. Proyecto 2061)<sup>3</sup>

Además, no sabemos, por ejemplo, en qué momento se empieza a razonar sobre si la rueda era eficiente, o si era la máquina más eficiente o si simplemente era una máquina. En todo caso, el hecho de conocer que muchos aspectos de la naturaleza ya eran conocidos nos brinda evidencia de que un cierto conocimiento se iba desarrollando, y se estaba utilizando desde el inicio de la humanidad.

Las civilizaciones antiguas y sus religiones utilizan este conocimiento, si se quiere llamar así, para la construcción de sus grandes monumentos, sugiriendo esto

---

<sup>3</sup> Referencia 2

que debieron existir presiones para que el hombre generara más información que permitiera realizar todas esas edificaciones como las pirámides de Egipto, el Monumento a Poseidón, el Partenón, etc.

#### **2.4. Las artes y la religión, su efecto en el desarrollo del conocimiento.**

Queda también abierta la posibilidad de que las artes comiencen a alimentarse de todo ese conocimiento; surgen y se especializan las técnicas para crear esculturas, pinturas; se perfecciona la industria textil, la orfebrería, etc. Todo esto vinculado con las posturas religiosas y donde la ciencia iba creciendo con las necesidades de estas sociedades creyentes.

En un inicio las ideas del hombre están muy vinculadas con la religión; y no solo en la cultura occidental se percibe la influencia que tenemos de los griegos, sino también en todas y cada una de las distintas sociedades del planeta.

La evolución de las sociedades llevó consigo incluso a rupturas internas en las religiones como en la judeocristiana. Esto también generó transformaciones en los pródromos de la ciencia. Lo más sobresaliente fue que las ideas sobre la posición del hombre en el Universo permitieron el debate que abrió las puertas a nuevas formas de concebir a la naturaleza, principalmente en su método de cómo estudiarla.

Aunque las creencias de un Universo antropocéntrico se han superado, la religión y sus nuevas formas siguen marcando líneas fuertes en el quehacer científico.

A inicios del siglo pasado las posiciones religiosas fueron cruciales en el desarrollo de la ciencia. Ejemplo de esto lo da el mismo Einstein cuando intentó forzar

un tipo de Universo diferente al que resultaba de sus ecuaciones. Lo que salvó a Einstein fue que el método de la ciencia no permitía este tipo de situaciones. Dentro del mismo método hay formas de autocorrección.

Como hacemos ciencia hoy día puede que sea diferente a cómo se hacía hace unos dos milenios. Pero hay una realidad, los problemas que se estudian tal vez son similares.

En la Filosofía antigua, dominada por las creencias religiosas, había conformismo en la visión de la naturaleza ya que el misticismo dominaba o no permitía que otras ideas surgieran.

Cuando se pasa del politeísmo, donde cada fenómeno de la naturaleza es asociado a un Dios particular, y se entra a un monoteísmo (según los griegos), se fija la atención en otros asuntos, y es por eso que poco a poco el hombre se interesa por buscar métodos para adquirir conocimiento, principalmente porque se interesa por algo fundamental: controlar y entender la realidad. Realidad a la que él pertenece.

## **2.5. Aportes de la filosofía**

Estos cambios de paradigma, no se dan del todo, y menos de forma abrupta. La Historia de la Filosofía muestra personajes y corrientes de pensamiento variadas, pero la mayoría buscaban ya algo más que la simple convicción de lo divino, más bien, apostaban por la razón.

“Hacia el siglo VI antes de nuestra era, en la Antigua Grecia, en lo que es hoy Asia Menor, surge una pléyade de pensadores que fueron capaces de dar un salto

cualitativo de primer orden, al buscar respuestas de índole natural – racional a los interrogantes que, por centurias, los diversos grupos humanos los habían contestado por medio de entidades sobrenaturales en el contexto del pensamiento mítico – religioso.” (Historia de la Ciencia, Rodríguez R., R.)<sup>4</sup>

En este sentido, el razonamiento tiene sus diferentes vertientes, entre las más significativas están el Idealismo y el Materialismo en la Filosofía Antigua.

Estas corrientes llevaron a que la imagen del Cosmos, el estudio del movimiento de los objetos, el calor, la estructura de la materia, por ejemplo, fuera tomando el carácter de lo que entendemos por teoría.

El conocimiento científico progresa en el sentido de que incluso se trata de vincular las ciencias abstractas en la explicación de los fenómenos naturales. Los modelos cosmogónicos, por ejemplo, se vinculan con las formas geométricas, como la esfera (Pitágoras, 582 a. C. - 507 a. C.). Más adelante se ampliará lo referente a la estructura de la materia como propósito de este trabajo, donde se muestran los enfoques filosóficos que hicieron que el modelo del átomo, o bien partícula, evolucionara, y cómo lo hicieron.

La Filosofía incluso toma un camino que permite que la observación sea parte del razonamiento y, en este sentido, los planteamientos de Aristóteles son los que dirigen por mucho tiempo el quehacer de la ciencia. En el medievo fue la postura que

---

<sup>4</sup> Referencia 20

dominaba la intelectualidad, pero con un alto precio que pagar, el estancamiento de la ciencia.

Este estancamiento se debe a que se regresa a las ideas sobrenaturales, donde el criterio de la Autoridad (la Iglesia) controlaba cómo, cuándo y quiénes tenían acceso al conocimiento y, sobre todo, quiénes lo podían promulgar. La búsqueda de una explicación de Dios por medio de la razón era ahora la tarea común.

Esto trae la búsqueda de la “perfección” en todo, en el hombre como imagen de Dios que tiene que ser presentado, sin “imperfecciones”.

Un ejemplo es que en la Edad Media las personas que tenían comportamientos inadecuados eran llamados errantes, término asociado a los planetas. Era así porque los planetas no seguían los movimientos uniformes de los demás astros (el movimiento retrógrado).

## **2.6. Las revoluciones sociales en el desarrollo del conocimiento.**

En las sociedades, la cultura, la religión y las artes se ven influenciadas recíprocamente unas con otras. Es así como se dan cambios en cada una, en el perpetuo movimiento de ideas, no necesariamente de ideologías, más que todo de paradigmas.

El surgimiento de conflictos entre los mismos líderes religiosos, la decadencia de la sociedad y la necesidad de mejor calidad de vida va dando lugar a que se genere una revolución que afectaría todas las esferas de la cultura humana.

Esta revolución se da lugar en lo que conocemos como el Renacimiento. Este evento social dio inicio a la Época de la Ilustración, donde los pensadores deciden sacar al hombre de ese dogma autoritario que lo tenía en las tinieblas del conocimiento.

La ciencia se aprovecha de esta coyuntura, ya que los mismos promulgadores de la “Ilustración” eran quienes ya apostaban por cambios en la metodología de hacer ciencia.

El racionalismo de Descartes (Discurso del Método), y la propuesta de otros, como Galileo y el mismo Newton, marcan el inicio de una nueva ciencia, la Física.

A pesar de que todavía se tenía que sustentar el triángulo Dios-Mundo-Yo, que tenía sus bases en las ideas Platónicas, se recurre, o hay preocupación nuevamente, a los problemas de la naturaleza (Física y Filosofía, W. Heisenberg, 1959)<sup>5</sup>. Aunque con esto, y de momento, la Filosofía y la Ciencia se desvinculan ya que el método científico, según su propuesta inicial, no tendría que recurrir a las suposiciones o interminables cuestiones sobre un fenómeno en particular.

Es más, el desarrollo de muchos planteamientos científicos parecía mostrar a la ciencia autónoma de cualquier posición filosófica.

Se puede pensar que la Filosofía y la ciencia se separan, se divorcian. Pero como muchos divorcios modernos, al cabo del tiempo, sienten la necesidad de empezar, y la Ciencia con la Filosofía, al desarrollarse la teoría cuántica, vuelven a encontrarse. El problema de cómo funciona la materia a su nivel más simple (esta

---

<sup>5</sup> Referencia 16

materia que se supone está pero que no se ve como en el caso de las partículas fundamentales), y que no se ve (materia oscura) está el origen de todo. ¿Cómo surgió la cosmología?, ¿qué es el tiempo?, el problema de la relación entre el espacio y el tiempo, la constitución de la materia, etc.; todo esto, bajo el enfoque de los nuevos descubrimientos y propuestas teóricas, hacen que la Filosofía y la Ciencia tengan que estar juntas nuevamente.

En el caso de la didáctica de las ciencias, esta revolución ocurrida a inicios del siglo pasado provocó una serie de corrientes de todo tipo que precisamente hacen ver que la Filosofía de la Ciencia no ha dejado de ser parte de la naturaleza misma de la ciencia y de su importancia en el proceso de aprender a pensar de un estudiante de nuestra época.

A pesar de que en la Edad Media se forman las primeras escuelas y Universidades, y que en el Renacimiento se inventa la Imprenta, es la ilustración la que motiva la preocupación por la pedagogía. El pueblo debe aprender.

La ciencia en general y la Física en particular se ven motivadas en su quehacer por las diferentes revoluciones sociales y religiosas.

Los racionalistas y los empiristas generan una separación de la ciencia y la religión. Por un lado, la naturaleza podía comprenderse desde la lógica racional, lo que era evidente. Por el otro lado está lo que se podía captar por los sentidos. Sistematización del Método.

## **2.7. Concepto de Historia de las Ideas**

Los argumentos fundamentados en el hecho que la Historia de las Ideas, como disciplina, que considera no los hechos por personas o ciencia particular o fechas, sino como la interdisciplinariedad de conocimientos, permite ver de una manera más amplia los debates que podemos tener en la introducción de los temas de Física. Cada concepto en ciencia tiene un “background” al cual debe recurrir el docente.

Si el estudiante vive en un ambiente tecnológico, llevarlo a los hechos que motivaron esa tecnología puede incitarlo a tratar de aplicar la ciencia y crear tecnología. Si el estudiante muestra una tendencia a la espiritualidad, la relación de la ciencia con la religión le puede abrir la puerta para que busque las justificaciones del conocimiento y estructure un criterio objetivo al analizar su entorno. Si son las artes, el diferenciar entre las técnicas en diferentes sociedades, o cómo se desarrollaron estas y las diferentes conceptualizaciones sobre la naturaleza le permitirían explorar técnicas y ampliar su visión sobre el entorno. Se podría analizar la obra de artistas como Leonardo Da Vinci, o cualquier representante del Renacimiento, Barroco o la misma Ilustración desde la perspectiva de la ciencia. Con las técnicas y la filosofía del científicismo, el modo de captar la naturaleza es tan útil que le puede retribuir al hombre común, como el hombre de ciencia, imágenes que en definitiva serían de gran ayuda para mejorar e incrementar la culturización científica.

Tenemos que destacar que las “ideas” han llevado a que las diferentes áreas del saber evolucionen, de forma positiva o negativa (según se analice, lo que no se puede negar es que inciden). En el siglo pasado, cuando el determinismo es

relativamente puesto en tela de duda, las sociedades entran seguidamente en una serie de revoluciones y el progreso científico sirve, desde nuestro punto de vista, al uso no controlado de ese conocimiento.

El siglo pasado tiene la característica de que los aspectos sociales, económicos y ecológicos ponen en el debate si el progreso científico es correcto o no. El descubrimiento de las propiedades de la materia y lo que de eso se genera, hace que la filosofía confluya con la Ética para generar una serie de corrientes modernas en el quehacer científico.

Incluso los organismos internacionales invitan a que los temas científicos y sus progresos sean sometidos a debates públicos, y que incluso, que los financiamientos para proyectos no queden en manos de los menos conocedores o los que carezcan de valores éticos. La política de los países determina la tecnología de sus pueblos y el acervo científico de los mismos.

Siguiendo este enfoque se pretende atender ahora cómo la historia de las ideas, la Filosofía de la Ciencia y la Epistemología misma, pueden ser útiles dentro del currículo escolar para fomentar el buen uso de los procesos de argumentación y para acrecentar el acervo de nuestros estudiantes, y de la sociedad en general. En este caso tomando como base la evolución de las ideas sobre la Constitución de la Materia y haciendo una sugerencia metodológica.

## Capítulo 3. LA CONSTITUCIÓN DE LA MATERIA

---

### 3.1. Desde el enfoque de la Historia de las Ideas

Cuando se investiga sobre la constitución de la materia o teoría del átomo, tendríamos que iniciar con pensadores como Leucipo y Demócrito, pasando por Aristóteles para llegar a teorías más científicas a finales de la Edad Media y seguir desde allí.

En la Antigüedad, comprender la naturaleza era una necesidad intelectual, principalmente para responder las preguntas fundamentales, ¿quiénes somos?, ¿de dónde venimos?, ¿de dónde viene el mundo?, etc.

El concepto de Nosotros y del Mundo, vistos desde un punto más allá del Ser, tenía que caer en una de las primeras formas de materialismo, que, a su vez, propiciaría las ideas sobre la constitución de la materia.

El idealismo y el materialismo, en sus pugnas, fueron permitiendo que las discusiones crearan en el hombre la inquietud por buscar formas o maneras de explicar que los elementos primarios, que eran diferentes según diferentes corrientes filosóficas, podían convertirse, transformarse o hasta “crearse”.

Esto abrió el camino para el desarrollo de la cerámica y el tratamiento de los metales como el oro; es decir las preguntas básicas sobre la naturaleza de la materia permiten avances significativos en el desarrollo de técnicas. Desde el inicio de la humanidad ha sido así.

Las posiciones de Leucipo, seguidor de Zenón, muestran que el atomismo empieza a marcar fuerte en el pensamiento de las mentes de la época. Es más, la Paradoja de Zenón demuestra el interés por analizar y definir la particularidad de la materia y el concepto de vacío; además, se discute la posibilidad de que el espacio fuera divisible indefinidamente o que tuviera un fin. Demócrito sigue estas ideas en su Teoría Atomista.

### **3.2. El agua y los elementos primarios.**

En las diferentes civilizaciones podemos encontrar que el atomismo, o las teorías de la materia, tenían como común denominador el agua, «el agua fría creadora de todos los seres y de la que proceden todas las cosas, así como el aire que llena el espacio y se halla en todas partes», teoría de los egipcios.

En la India Antigua los cuatro elementos primarios eran agua, tierra, aire y fuego, semejantes a las propuestas de Aristóteles, pero las fueron modificando hasta llegar a una teoría atomista que incluía partículas indivisibles contenidas en un material (éter).

Los chinos propusieron la existencia de una sustancia “qi” pero además diferenciaban la terrenal a la no terrenal.

### **3.3. Zigzag entre el continuismo y atomismo.**

En Grecia, el materialismo de Aristóteles era semejante a lo expuesto sobre los chinos, ya que éste considera diferentes las sustancias que componen los cuerpos en la Tierra y las de los cuerpos celestes.

Aristóteles considera, a diferencia de sus antecesores, la noción de causa de los movimientos, pero teniendo la noción de reposo absoluto, propuesta que sugiere que la materia estaba en continuo cambio y que esto a su vez generaba sus transformaciones y posicionamiento en la naturaleza.

Después de Aristóteles se incitó a que se volviera la mirada a las explicaciones de tipo divinas, como el misticismo, por lo que en la Edad Media hay un oscurecimiento de la ciencia, y el atomismo no fue la excepción.

La idea del continuismo en la materia fue tomada con fuerza en la edad media, pero tenía sus justificaciones. El hombre de ciencia solo tenía que preocuparse por satisfacer las necesidades de los Reyes. Pseudociencias como la astrología eran las que más ocupaban a los hombres.

Las transformaciones en la materia eran consideradas prácticas de la herejía. Pero la decadencia de las sociedades forzó a que el hombre buscara nuevas formas de pensar sobre la naturaleza siempre y cuando la parte divina estuviera presente. Tomas de Aquino es el principal representante de esto, cuando dice: Dios se muestra a los hombres por medio de la razón y la biblia.

Es en el Renacimiento donde se dan los mejores debates filosóficos y científicos sobre el atomismo. Empezando con el modelo del continuismo de la materia, idea que venía del mismo Aristóteles.

En la ciencia que se estaba desarrollando, el concepto de continuidad era lo que estaba en boga. Las teorías del fluido eléctrico y del calórico indicaban que en la constitución de la materia no debería ser diferente.

Los modelos de átomo (partículas) de la antigüedad eran difíciles de probar por lo que lo continuo de la materia era inevitable, de modo que los enfoques se dirigieron hacia los planteamientos matemáticos y experimentales.

#### **3.4. La mecánica y la estructura de la materia.**

El materialismo se encuentra frente a las ideas mecanicistas donde a la estructura de la materia se le asocia también los conceptos de las fuerzas. Muchos Físicos y filósofos se encuentran con el problema de explicar el atomismo sin dejar por fuera el teísmo propio de la época. Newton planteaba que: “la teoría (del átomo) era erróneamente interpretada como atea”. Su genial intuición le hablaba, pero siendo este el “Guardián del Tesoro”, profesor en Cambridge y presidente de la Royal Society no podía apoyar públicamente el atomismo. “Sin embargo, Newton, siguiendo el camino de sus predecesores inmediatos, adoptó una filosofía natural mecánica que se parecía al atomismo clásico en muchos de sus aspectos. Como Descartes y Robert Boyle, aceptó el concepto de que toda sustancia era en última instancia la misma, al existir

como partículas o corpúsculos, cuya variedad de tamaños, formas y movimientos eran las causas operativas de los fenómenos físicos.” (Robert Schofield)<sup>6</sup>

### **3.5. Influencia del cálculo**

El desarrollo del cálculo infinitesimal dio mayor apoyo al continuismo en la materia. En lo referente a las interacciones, los efectos de atracción y la repulsión de los cuerpos (caso de la electricidad y el magnetismo), se insistía en que se podía suponer la particularidad de la materia y estudiar las interacciones a nivel microscópico. El hecho de que el espacio y el tiempo no fueran discontinuos fue la clave para la duda de este atomismo newtoniano. Había dos modelos en la teoría de Newton, ambos racionales, sobre la constitución de la materia.

Hay una lista larga de científicos y filósofos que trataron de explicar el atomismo, y problemas conceptuales como el vacío, generando cada vez con mayor ímpetu la necesidad de estudiar las interacciones en el modelo y que se ajustaran al principio de causalidad. El mismo con el cual Newton proponía la relación más simple entre la causa y el efecto para la explicación de los fenómenos de la naturaleza.

### **3.6. La química y los modelos del átomo.**

El atomismo de Newton resultaba atractivo para los químicos, quienes se preocuparon por determinar fuerzas y tamaños entre partículas. Fue la labor de muchos, y con ello surgieron importantes aportes, principalmente en la Química, pero, no era posible medir el tamaño de las partículas ni las fuerzas. Es más, para algunos

---

<sup>6</sup> Referencia 22

químicos, el uso de la relación  $1/R^2$  era clave y pensaban que era la ley universal de atracción en Química. Esto pudo terminar con Claude-Louis Berthollet, quien decía que esta relación era muy sencilla para explicar las complejas reacciones químicas (materialismo dialéctico)

De los aportes de los químicos surgen efectos positivos, pues la búsqueda de las sustancias primarias, se proponen las teorías de conservación de la energía y la materia.

La conservación de la energía abrió paso a la mecánica estadística, que tiene fuertes tendencias atomistas. Por un lado el atomismo newtoniano de los cuerpos puntuales, sin estructura, con los cuales se podía resolver cualquier problema, suponiéndolos solo como partícula (la masa puntual) y, por el otro lado, el átomo que explica la formación de los cuerpos según el estado en que se encontraran.

### **3.7. La termodinámica y la materia.**

La otra corriente que surge de las leyes de conservación son las que se resumen en la termodinámica. Esta muestra la tendencia hacia el continuismo en la materia, ya que indica que los sistemas se pueden estudiar tomándolos solo en base a sus variables macroscópicas. Las variables de estado eran suficientes para determinar un sistema. Es decir, que no era necesario buscar en los objetos materiales pequeños, en sus movimientos y en sus interacciones el continuo de los cambios de estado porque las variables de estado eran fáciles de medir (presión, temperatura, volumen). El desarrollo de la termodinámica, por medio del estudio de la constitución de la materia, trajo también el desarrollo de las máquinas en la Revolución Industrial que

marcó todo el quehacer de la sociedad de finales del siglo XVIII e inicios del XIX, ya que es con esto que se conciben los aspectos térmicos y la respectiva conversión de energía en trabajo y viceversa. Se crean las máquinas, y estas reemplazan parte de la mano de obra. La sociedad entra en una situación que lleva a suponer que las máquinas eran producto del “*mal*”.

### **3.8. El determinismo.**

La generación de máquinas evidentemente propone cambios y hace ver a la ciencia práctica, pero a su vez genera actitudes del hombre hacia la naturaleza un poco atrevidas, como suponer que el Universo y toda la naturaleza era enteramente predictiva, una manera equivocada del determinismo proveniente de las leyes de Newton.

Este determinismo llevó incluso a pensar que en las ciencias estaba todo resuelto. En las leyes de Newton y las de conservación se necesitaban solo afinar variables para lograr predecir cualquier estado del universo.

### **3.9. El proyecto de Dalton.**

Las ideas del mecanicismo newtoniano instaron a que Dalton continuara con su proyecto del átomo (atomismo de Epicuro). Pero la necesidad de que los materiales estaban siendo clasificados, por ejemplo, los metales (según su brillantez, conductividad térmica y eléctrica, etc.), sugería que deberían tener una estructura interna. El hecho de que los átomos de Dalton no se podían ver era la principal causa de la incredulidad de la comunidad a su teoría.

Esa inquietud de que la materia debería, a su nivel atómico, tener estructuras genera que se planteen los experimentos que llevaron a los modelos didácticos de los átomos. La relación de la ciencia con tecnología antes de 1900, donde se hacen casi dependientes una de la otra, colabora para que se puedan crear y sustentar los diferentes modelos sobre la estructura de la materia.

Cada uno de estos modelos, que progresan según los experimentos, se va modificando. Desde nuestro particular punto de vista esta competencia social intelectual y política genera que el desarrollo de los modelos atómicos se de a cierta velocidad, lo que permitió, en menos de dos décadas, adentrarse a los confines de la materia.

### **3.10. Influencia de las sociedades cambiantes.**

El problema que presentan los físicos estaba, como se mencionó páginas atrás, en las tantas especulaciones y cambios en los modelos atómicos, por lo que el hombre de ciencia entra en el dilema de convencer al hombre común y corriente sobre si el conocimiento es correcto o no.

Una manera de ganar credibilidad está en plantear todas las posibilidades de aplicaciones, principalmente aquellas que muestren poder.

La política, como nunca, se inmiscuye en el quehacer del científico y los aspectos de la moral y la ética regresan, y tal vez con mayor fuerza que antes de la Revolución Cristiana.

Hacer ciencia significa también justificar los posibles resultados o consecuencias de ese conocimiento. Las sociedades cuestionan y se apartan, tal vez más que antes, del trabajo del científico, sobre todo por el lenguaje que se hace más complicado. La tarea de llegar al hombre común es tomada por muchos eminentes físicos y dirigido a lo que debería ser el norte: culturizar científica y tecnológicamente.

Los modelos sobre la constitución de la materia han seguido, tras la Historia de las Ideas, la misma trama que los demás conceptos en ciencias. Lo que queda es esperar cómo las futuras generaciones concebirán la estructura de la materia, y cómo nuestros comportamientos en la sociedad, la religión, la filosofía, etc. habrán de influir.

## Capítulo 4. EL MUNDO DE SOFIA

---

Como complemento a este trabajo se muestra la importancia de los recursos relacionados con el concepto de Historia de las Ideas.

En este sentido se cuenta con el libro sobre historia de la Filosofía titulado: EL MUNDO DE SOFÍA de Jostein Gaarder. Fue escrito en 1991 y el autor narra en forma de novela aportes sobresalientes en la historia de la filosofía. Estos aportes se pueden tomar como base para la introducción de muchos de los temas de nuestros programas de estudio en Física ya que estamos convencidos de que esta ciencia fue en sus inicios, y sigue siendo, Filosofía de la Naturaleza. Podemos extraer de este libro muchas ideas importantes e interesantes, incluso recomendaciones pedagógicas. A continuación, se extraen 4 cuatro temas-conceptos que muestran cómo el texto, en la línea de la Historia de las Ideas, pueden utilizarse para fomentar discusiones, a modo de introducción, en cada uno de los temas que desarrollamos en nuestros cursos.

### 4.1. EL MISTICISMO Y LA CIENCIA

El autor parte del hecho de definir cómo el hombre, desde el inicio de las civilizaciones, trata de comprender los fenómenos de la Naturaleza, por ejemplo, la necesidad de predecir el clima impulsa a establecer mentalmente un concepto sumamente importante en Física, que es la periodicidad de los eventos y, a su vez, lo lleva al concepto de tiempo.

*“Seguramente habrás oído hablar de Tor y su martillo. Antes de que el cristianismo*

*llegara a Noruega, la gente creía que Tor viajaba por el cielo en un carro tirado por dos machos cabríos. Cuando agitaba su martillo, había truenos y rayos. La palabra noruega «torden» (truenos) significa precisamente eso, «ruidos de Tor». Cuando hay rayos y truenos, también suele llover. La lluvia tenía una importancia vital para los agricultores en la época vikinga; por eso Tor fue adorado como el dios de la fertilidad. Es decir: la respuesta mítica a por qué llueve, era que Tor agitaba su martillo; y, cuando llovía, todo crecía bien en el campo.”*

El tema del misticismo es tocado de una forma que plantea a su vez la inquietud del hombre por salir de él. El pensar en todo el Universo, el cómo se propone interpretarlo por los grandes filósofos siendo estos filósofos de la naturaleza o no, puede servir de base para las clases de introducción de las ciencias. Es ese sentir del hombre de buscar el entendimiento puro de las cosas que están a su alrededor lo que motiva las razones por salir del oscurantismo que sentía. Las sociedades, desde la antigüedad, también mostraban resistencias a estos cambios, y en el texto y la película se describe la vida de Sócrates, como ejemplo.

Se explica en el texto la parábola del Hombre en las Cavernas, de Platón. Esta parábola puede generar el debate de cómo cualquier persona, cuando carece del conocimiento que le permite comprender todo lo que le rodea, se debe sentir. La mayoría de las personas conocen sobre los fenómenos de la naturaleza, muchos hacen Física semejante a los antiguos, pero son pocos los que comprenden lo necesario para no ser como cavernícolas intelectuales. El no querer, a veces puede estar asociado con la actitud de los estudiantes frente a los retos de materias como la Física. Es menester que partamos de esta reflexión para motivar a nuestros jóvenes a

adentrarse en el mundo de las ciencias naturales, en particular la Física. Hay que incitarlos a que salgan de la Cueva.

#### **4.2. LA MOTIVACIÓN Y LA EDUCACIÓN**

Actualmente algunos docentes pueden cometer el gravísimo error de suponer que cuando un niño entra a la escuela es una caja vacía que hay que llenar. Esta suposición, pedagógicamente es tan absurda si consideramos todo lo que un niño aprende desde que nace hasta que llega a la edad de la escolaridad, cuando entra al salón de clases. Y todo ese aprendizaje lo lleva con él.

En tan poco tiempo aprende tanto de la naturaleza como tal vez no lo haga en los siguientes 12 o 14 años. Ese conocimiento es adquirido por su interacción con el medio, por la curiosidad y, sobre todo, por la motivación que le da el asombro de ver como se da todo a su alrededor.

Parece trivial este planteamiento, pero la mayoría de las veces no lo consideramos en nuestro quehacer pedagógico, aun cuando por medio de la Física se tienen las herramientas justas para crear ese asombro y, por consiguiente, la motivación hacia su estudio.

Cuando los maestros toman a un niño, y no le proponen las actividades adecuadas para que ese deseo de seguir conociendo sobre su medio continúe y aumente, genera un fenómeno que ya se está analizando por los didactas. Sobre todo, porque cada vez vemos más la actitud negativa de los adolescentes hacia temas de la ciencia,

*“Algunos estudios realizados en varios países sugieren que durante los años de educación primaria los estudiantes tienen bastante entusiasmo e interés por las actividades de aprendizaje en la clase de ciencias, y que este interés disminuye durante la educación secundaria, y especialmente en algunas materias, como física y química (Osborne, Driver, y Simon, 1998; Parkinson, Hendley, Tanner, y Stables, 1998; Ramsden, 1998; Simpson y Oliver, 1990; Weinburg, 1995). Algunos trabajos puntualizan específicamente que esta erosión de las actitudes hacia la ciencia, admitida y confirmada en secundaria, incluso podría empezar al final de la educación primaria (Pell y Jarvis, 2001; Murphy y Beggs, 2003)” citado por A. Vásquez y M.A. Manassero, 2008*

Este concepto de motivación y asombro es planteado por Jostein Gaarder, primero cuando su principal protagonista, Sofía es una adolescente que tiene curiosidad por preguntas que le hacen reflexionar sobre ella misma y sobre su entorno. Luego expresa las diferencias que hay entre los niños y adultos cuando de asombro y curiosidad se trata. Expone el hecho de que cuando se es adulto, el mundo es tan rutinario, sin considerar que ocurren infinidad de cambios a nuestro alrededor que merecieran nuestra atención y que de allí se pudiera generar conocimiento. En los niños es todo lo contrario. Cada minúsculo evento requiere atención, experimentación y aprendizaje.

### 4.3. LA MATERIA PRIMA

El problema sobre la constitución de la materia tal vez ha sido uno de los primeros que le ha preocupado al hombre desde que empieza a razonar sobre la naturaleza. Esto requiere en el libro de Gaarder una sección especial. Si tomamos las posiciones de los filósofos de la naturaleza, en la antigua Grecia, como punto de partida para introducir el concepto de átomo, pudiéramos generar debates interesantes; ya que como se ha querido dejar manifestado en este trabajo, no son los nombres, ni las fechas, sino las ideas que han motivado la generación de conocimiento en las diferentes ciencias que estudia el hombre.

Los planteamientos sobre la materia llevaron a conceptos básicos de la Física, y por consiguiente deberíamos utilizarlos en nuestros análisis e introducción de los temas. El primero, cuál es la materia prima, de qué está hecho todo originalmente; el segundo, el concepto de cambio. Todo lo que observamos a nuestro alrededor está en continuo cambio. Si el agua era la materia prima, cómo podía transformarse en vino o en una rana. Si estaba hecha de agua, fuego, aire y/o Tierra, cómo se formaban todas las sustancias y objetos que vemos. ¿No pudieron estas preguntas ser la base para los químicos, y no será esta la base de toda la teoría atómica que conocemos en la actualidad?

Como lo presenta el autor, son las preguntas claves en el momento justo lo que puede motivar y dar un puntillazo positivo al estudiante hacia el “querer” aprender, y querer hacer.

*“Parece que una pregunta bien hecha, en el sentido de ser pertinente y del sentido que involucra la estructura gramatical, genera un desequilibrio en quien la recibe. Buscar la respuesta consiste básicamente en aceptar inmediatamente que “no se sabe la respuesta”, que es en definitiva, lo que genera ese desequilibrio, y que al final resulta siendo una condición necesaria para el aprendizaje”. F. Vizcaya Carrillo<sup>7</sup>*

En las reflexiones sobre la constitución de la materia, se expone algo muy interesante y que puede servir de ayuda como estrategia didáctica para exponer el tema de las partículas fundamentales. Se trata de lo que Gaarder llama: el juguete más Genial del Mundo, el lego.

Cuando a un estudiante le decimos que las mismas estructuras que forman una piedra, son las que forman su corazón o cerebro, puede que generemos inicialmente un conflicto, pero, con la explicación del Lego, podemos lograr alguna motivación interesante. Más si los ponemos a jugar sin siquiera mencionarles el tema haciéndoles preguntas de inducción y abiertas.

Las características de las piezas de lego, y que estas se puedan utilizar para crear y transformar una cosa a otra, es en principio lo que podemos utilizar en la discusión argumentativa.

---

<sup>7</sup> Referencia 27

#### 4.4. UN NUEVO MÉTODO

Como siguiente elemento, que motiva la sugerencia del libro de Jostein Gaarder como soporte a la inclusión de la Historia de las Ideas, está la explicación de cómo surge el Método Científico en el quehacer del hombre intelectual.

Si en los cursos introductorios de Física, tenemos que incluir como tema “el método científico”, deberíamos considerar los aspectos sociales, culturales y filosóficos para darle valor a las ideas que los promulgaron.

En el texto, Gaarder expone que Sofía interpreta el fin de la Edad Media como la época en la que el hombre siente la tentación de interpretar a la naturaleza partiendo de lo que sus sentidos le indican. Es decir, buscar como fuente de información los sentidos. Esto casi nunca lo mencionamos en clase, y es base para comprender que es la fuente del método experimental, el inicio del empirismo científico. Hay que diferenciar entre el empirismo de Aristóteles y el empirismo sistemático de las postrimerías de la Edad Media.

*“Mide lo que se puede medir y lo que no se pueda medir, hazlo medible” Consigna de*

*Galileo*

Producto de ese desarrollo del Método Científico surgen técnicas, por lo tanto, las fábricas y, en el contexto social, se generan problemas de desempleo, por lo que paulatinamente se agravan las relaciones sociales entre los individuos provocando que la ciencia tenga que emerger con mayor incidencia en la sociedad.

Estos son puntos por discutir cuando queremos generar el debate entre los estudiantes sobre la relación ciencia, sociedad y tecnología (hasta religión) expuestos en este texto. Importante resaltar que conceptos como la Guerra contra las Máquinas se genera en estas sociedades.

Actualmente, ese método, como se menciona párrafos arriba, es mucho más riguroso, ya que las estructuras matemáticas y las técnicas experimentales son más sofisticadas obligando que los filtros, para determinar que una “verdad” en ciencias, no solo sea cuestión de actitud.

---

## Capítulo 5. MODELO DE ARGUMENTACIÓN DE STEPHEN TOULMIN

---

### 5.1. La argumentación como herramienta de valorización de las ideas de los individuos.

La experiencia en la enseñanza de la Física en la escuela secundaria de nuestro país nos ha hecho reflexionar sobre la necesidad de evolucionar en los procesos de validación de la obtención de la información que se comparte con nuestros estudiantes.

Un tema en la enseñanza, para quienes se preocupan por realizar un trabajo con responsabilidad o que sea de utilidad, radica en garantizar que el docente realmente nos pueda mostrar el uso del conocimiento de la información y cómo lo gestiona o gestionaría en la solución de problemas de su entorno, es decir, situaciones del mundo real como ciudadanos o administradores de empresas públicas o privadas.

Las generaciones de muchachos que tenemos en las aulas de clases de la escuela secundaria, incluso a nivel superior, tienen la característica de tener acceso a la información. Este acceso es rápido incluso para una clase tradicional (basada en explicar conceptos y resolver “problemas” solamente), donde el docente pasa a un plano secundario ya que los textos en general tienen sus solucionarios disponibles en internet. En la web hay tutoriales de cada uno de los temas que vemos en un programa de estudio, lo que indica que con estos jóvenes las estrategias deben modificarse o ser mucho más creativas a la hora de evaluar. Si una información está siendo

procesada será de real utilidad para ellos ya que las estrategias matemáticas pueden llegar al estudiante de forma directa y hasta ser repetidas en pruebas o exámenes formales.

En nuestro sistema hay que evaluar y para ello hay que presentar diversas propuestas a los estudiantes. Si se insiste en las propuestas tradicionales, no se logrará avances, pues ya hay condicionamiento con el que se puede seguir en la misma línea de incredulidad sobre la capacidad de los estudiantes. De aplicar una alternativa nueva, o modificar alguna tradicional, debe considerar el acceso a mucha información por diferentes fuentes y que deben incluir el uso de tecnologías. Con esta información y con tecnología se deben tener en cuenta que las situaciones sociales, por lo que la ciencia debe responder, requieren personas con pensamiento crítico; que no olviden la historia, que la valoren por las formas de razonar de los hombres y mujeres que la construyeron; que la tecnología y los eventos políticos sirvan también como marco de referencia para el análisis las decisiones que hay que tomar en el presente y hacia el futuro.

La ciencia y la enseñanza de la física están llamadas a ser parte de los elementos que pueden colaborar en la preparación de mejores ciudadanos y profesionales de nuestra sociedad. En este sentido es importante el uso de las estrategias que a la ciencia le han servido para construir su edificio y hacerlo cada vez más fuerte. El método científico es una de estas estrategias. Otra tal vez, igual de importante, es el debate de ideas, el convencer con argumentos. La buena oratoria puede confundirse con argumentos de convencimiento, pero en ciencia los criterios de justificación se basan

en los hechos objetivos producto de una experiencia o teorías ya sintetizadas de forma matemática.

Por todo lo anterior, este trabajo tiene como marco el concepto de Historia de las Ideas, pero como centro el hecho de promover alternativas didácticas que integren el discurso argumentativo.

## **5.2. Modelo de Stephen Toulmin.**

La base epistemológica para introducir el concepto de argumentación es la propuesta de filósofo Stephen Toulmin. Este filósofo de la ciencia, crítico de la lógica tradicional, plantea un modelo que no fue aceptado inmediatamente por sus contemporáneos, pero que ha servido de motivaciones para la escritura y publicaciones de libros y artículos, primero, en lo concerniente a la comunicación, y posteriormente al campo de las ciencias, ya que pone de manifiesto la importancia del lenguaje en la enseñanza de las ciencias (Driver, 2000).

Siguiendo la línea anterior, Driver (1999) expone: “Si el objetivo central de la educación en ciencias es persuadir a los alumnos a buscar evidencias y razones para las ideas que tenemos y considerarlas seriamente como guías para la certidumbre y la acción, entonces al basarnos en la autoridad tradicional no solo caricaturizamos las normas de la argumentación científica, sino que también distorsionamos la naturaleza de las ciencias”

Incentivado por conceptos como Historia de las Ideas, el modelo de Toulmin contrasta con los argumentos silogísticos, o sea aquellos que tienen como patrón el

planteamiento de dos premisas (menor y mayor) y una conclusión. Este planteamiento tiene su mejor exponente al mismo Aristóteles en el esquema deductivo, utilizado como herramienta de convencimiento en temas políticos, por ejemplo.

Toulmin en su consigna *explicar el mundo*, propone una serie de elementos que deben conformar un argumento. Uno de los aspectos de mayor trascendencia para la ciencia, como aporte del enfoque de Toulmin, es la relevancia al lenguaje. El científico, el físico, requiere expresar sus descubrimientos a la sociedad, convencer para que pueda ser financiado con recursos de los estados, y en este sentido el rol del argumento es también fundamental.

Dentro de la misma comunidad científica se dan los debates y se generan cada cierto tiempo reformulaciones de conceptos incrementando los términos que se deben enseñar en las escuelas.

### **5.3. Un aporte a la culturización.**

La trascendencia de estos conceptos va creando y modificando sociedades, por lo que en la enseñanza de las ciencias tenemos que incluir actividades que permitan que el acervo científico, al igual que el que corresponde a las humanidades o reglas de urbanidad, se amplíe.

Es sabido que la alfabetización actualmente no solo consiste en lo cultural, sino que hay que considerar la científica y por lo menos la tecnológica. Las actividades alrededor de las estrategias de argumentación, planteadas en diferentes estudios o

artículos, han mostrado que fortalecen las competencias de comunicación que tienen su espacio en los programas de formación de los estudiantes de bachiller.

Es importante lo concerniente al lenguaje y la comunicación, pero hay un factor que según este trabajo es igual de influyente y es el que tiene que ver con el desarrollo de un sentido de criticidad en el individuo. Los estudiantes que salen de las aulas de las escuelas secundarias requieren, para realizar sus mejores y positivos aportes, tener un pensamiento crítico. "...la calidad de los procesos de enseñanza de las ciencias debe estar dirigida, no tanto a la exactitud con que se manejan los conceptos específicos, sino a las estructuras críticas con las que los estudiantes aprenden a juzgar aun los conceptos expuestos por profesores" (Toulmin, 1979).

Entre líneas el texto anterior deja entrever que la argumentación soslaya los esquemas tradicionales basados en evaluaciones de tipo algorítmicas. Incluso, pone en evidencia un aspecto importante de la naturaleza de la ciencia, y es que los conocimientos si bien pueden originarse a nivel personal, su importancia radica en la trazabilidad a lo cultural o social.

En muchos casos de la historia de la ciencia, no se discute sobre personajes, más bien lo que se hace es analizar las implicaciones de las ideas que generaron los debates. En todos los momentos de la física, si la dividimos en contemporánea, moderna, y en la pre física, han sido los argumentos y contrargumentos los que han permitido que las nuevas teorías que se desarrollan sean acogidas con la autoridad que requiere un esquema tan riguroso como es el de la ciencia, actualmente.

En la enseñanza de la física, para cada tema nuevo que introducimos, lo debemos hacer por medio de los argumentos que llevaron al desarrollo de dichos conceptos. El solo definirlos, sin ver estos prepuestos históricos, puede llevar a los estudiantes a considerar el desarrollo de esta disciplina poco importante.

La propuesta de Toulmin consiste en diferenciarse de la lógica tradicional, donde de dos premisas se podría hacer una conclusión sin tomar en cuenta cómo se pueden justificar esas conexiones y generalizaciones (que es lo más delicado).

#### **5.4. Elementos del Modelo de Toulmin.**

En el cuadro 1 se muestran los elementos del modelo de Stephen Toulmin con sus explicaciones, los mismos que serán parte del fondo de este trabajo en su propuesta para que sirva de referencia en alguna fase de aplicación. Algunos conceptos (definiciones incluso) han sido tomados del artículo de Sarda y SanMartí (ENSEÑAR A ARGUMENTAR CIENTÍFICAMENTE: UN RETO DE LAS CLASES DE CIENCIAS, 2000) los cuales recibirán las adecuaciones particulares de este trabajo a efectos de explicarlas más claramente.

**Cuadro 1. Elementos del Modelo de argumentación de S. Toulmin (Sardà y Sanmartí, 2000)**

| <b>Elemento</b>       | <b>Símbolo que se utilizará</b> | <b>Definición</b>   |
|-----------------------|---------------------------------|---|
| Datos                 | D                               | Hechos o informaciones factuales, que se invocan para justificar y validar la afirmación.   |
| Conclusiones          | C                               | La tesis que se establece   |
| Justificación         | J                               | Son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión                      |
| Fundamentos           | F                               | Es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.  |
| Calificadores Modales | Q                               | Aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.          |
| Refutadores           | R                               | También aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas. |

Dentro de la revisión bibliográfica para este trabajo, se encontró la necesidad de ver las diferentes versiones o traducciones de los elementos para evitar confusiones. El cuadro 2 explica esto.

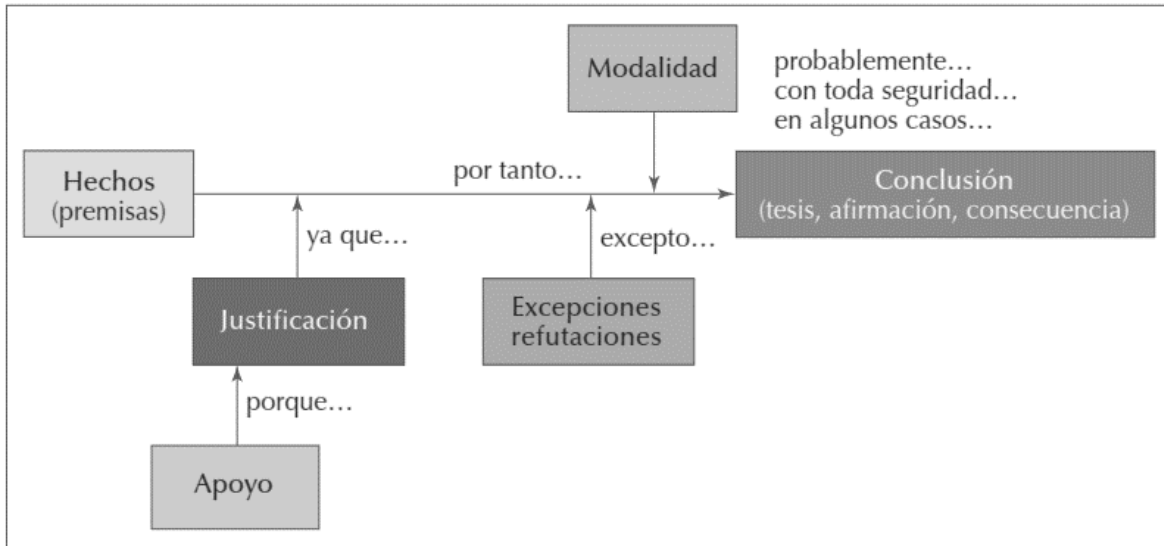
**Cuadro 2. Traducción al español de los términos del modelo argumentativo de Toulmin. (Autora Luisa Rodríguez Bello, 2004).**

| Toulmin  | Traducción de Gutiérrez  | Traducción de Rodríguez Bello | Términos afines  |
|--|--------------------------|-------------------------------|--|
| Claim  | Pretensión               | Aserción                      | Conclusión.<br>Tesis.<br>Aseveración.<br>Proposición.<br>Asunto.<br>Causa.<br>Demanda.<br>Hipótesis. |
| Data (Toulmin, 1958).<br>Grounds (Toulmin,<br>Rieke & Janik, 1984) | Bases                    | Datos                         | Fundamento.<br>Argumento.<br>Evidencia.<br>Soporte.<br>Base.   |
| warrants   | Justificación            | Garantía                      |  |
| Backing  | Respaldo                 | Respaldo                      | Apoyo  |
| Modal qualifiers   | Modalidad                | Cualificadores<br>Modales     | Modalidad.<br>Matización   |
| Rebuttals  | Posibles<br>Refutaciones | Reserva                       | Refutaciones.<br>Reserva.<br>Objeciones.<br>Excepciones.<br>Salvedad.<br>Limitaciones.               |

Cada uno de estos elementos, dentro de un texto argumentativo puede estar colocado en diferentes posiciones. Con esto se quiere decir que crear un argumento no implica hacerlo como una receta. En las primeras etapas puede resultar necesario guiarse de resúmenes en cuadros que permitan identificarlos, pero en la redacción del texto en sí debe mostrarse fluido.

La figura 1 resume la estructura del modelo de argumentación de S. Toulmin y que sirvió de base para organizar la información propuesta en la secuencia didáctica que se ha sugerido como aplicación de este trabajo.

**Figura 1. Modelo argumentativo de Toulmin (autores: Buitrago, Mejía y Hernández 2013)**



En la sección sobre la propuesta de una secuencia didáctica se explicará y ampliará el uso de estos conceptos dentro del marco de la creación de un argumento que tenga la estructura aquí mostrada y que puede utilizarse en cualquier área del currículum de Física.

## Capítulo 6. SUGERENCIA METODOLÓGICA

---

El tema que se ha desarrollado en este trabajo consiste en la propuesta de utilizar la Historia de las Ideas, como material para inducir los temas en las clases de Física o ciencias en general. Este quedaría incompleto sin una sugerencia para valorar los avances de los estudiantes en la discusión y los aportes que tanto un docente como un estudiante pueden dar.

Consideramos que muchos temas de la Física, el describir el estado actual del mismo, requiere apoyarse en dar respuestas a: ¿cómo, en principio, se desarrolló?, ¿dónde pudo surgir la primera inquietud y quiénes fueron los propulsores?, ¿cuál fue el escenario social donde se desarrolló?, etc. Esto implica que se debe propiciar el debate entre los individuos (entre estudiantes y, estudiantes con docente) que forman parte del sistema de aprendizaje.

En la didáctica de las ciencias, la argumentación es el método que ha motivado muchos trabajos, principalmente por la contribución que la Naturaleza de la Ciencia está dando a la enseñanza; y en este sentido se prevé que el conocimiento científico se forma en el individuo (incluso) cuando este es capaz de discernir sobre él.

La educación tradicional en ciencias, basada en la memorización de datos, leyes y hasta procedimientos de resolución, de los mal llamados problemas, no es suficiente ni eficiente.

A. Garritz<sup>8</sup>, 2006 citando a Bell y Lederman 2003:

*“Desde una perspectiva educacional, la mayoría está de acuerdo en que enseñar a los estudiantes a repetir hechos científicos, leyes y teorías no es suficiente. Más bien, los profesores y los educadores de ciencia quieren que los estudiantes sepan por qué el conocimiento y las ideas científicas tienen méritos y debemos confiar en ellos...”*

Como se mencionaba, ese *por qué*, se tiene que verbalizar de forma oral y por escrito. Es más, en muchas ocasiones nos encontramos con estudiantes cuyos promedios son bajos en muchas materias, por ejemplo, en las ciencias sociales; pero su participación en debates abiertos y en charlas enriquecen la exposición, y en muchos casos, son los que plantean las preguntas más difíciles de responder. Mostrando características de la inteligencia lingüística.

Tal vez estos individuos, tienen “competencias” en los que el discernimiento es clave para expresar ese conocimiento específico o general que tienen. Es más, si la ciencia tiene su propio lenguaje, una competencia educativa es relacionarse o comunicarse en otra lengua además de la materna. Ese otro lenguaje, el de la ciencia, puede resultar clave para resolver los problemas de la vida cotidiana.

Con esto se quiere decir que el poder expresar el conocimiento es clave para el beneficio personal y social de cada individuo, y si tomamos como positiva la inclusión de la Naturaleza de la Ciencia y, por consiguiente, la propuesta de la Historia de las Ideas, debemos tener en nuestras estrategias para evaluar a los estudiantes, los

---

<sup>8</sup> Referencia 14

recursos con los que se pueda presentar y sintetizar la información por parte de los educandos.

### 6.1. Competencias básicas

En los Planes de estudio del Ministerio de Educación, elaborados conforme a competencias Básicas se tiene lo siguiente:

- Conocimientos, destrezas, capacidades y habilidades de lectura (***mediante el buen dominio del lenguaje, del significado y de la intención del mensaje, la interpretación de textos de documentos, reportes, libros, gráficas, diagramas y esquemas***).
- Conocimientos, destrezas, capacidades y **habilidades para expresarse en forma clara**.
- Conocimientos, destrezas, capacidades y **habilidades para comunicar sus ideas en forma clara**.

### 6.2. Diagramas de Venn.

Es aquí donde los recursos visuales vienen a jugar un papel importante, y en el caso de este trabajo se sugiere el uso de los Diagramas de Venn, aunque pueden ser cualquier diagrama con estructura lógica, como los Causa Efecto, por ejemplo

La idea del uso de este tipo de diagramas surge desde que en los cursos de 10<sup>mo</sup> grado tenemos como introducción a las Ciencias Físicas, la definición del concepto de ciencia y su relación con la Tecnología, Arte, Religión y Sociedad.

Esto lo tomamos del hecho de que la Organización de Estados Iberoamericanos (OIE) en su sección para la Educación, la Ciencia y la Cultura, sugiere las relaciones CTS como fundamentales para la alfabetización científica y como una manera de democratizar los cambios científicos – tecnológicos y sus implicaciones en la sociedad.

Los diagramas de Venn que se proponen son los más simples en los cuales se busca exponer relaciones de unión y exclusión de los elementos que forman un conjunto. Llámese conjunto a los planteamientos que forman el contexto de una teoría, evento histórico o postulados y principios de una Ley.

Como referencia principal de esta propuesta está el artículo de Adamos Beliokas<sup>9</sup>, al cual se hará mención en varias ocasiones. A pesar de estar trabajando con los diagramas de Venn por varios años, por simple lógica de las estructuras que tienen y su enfoque en las clases, con la revisión bibliográfica que se ha realizado para este trabajo, nos hemos percatado que solo los mapas conceptuales, se utilizan. en las clases de ciencias.

Un artículo de A. Beliokas empieza así:

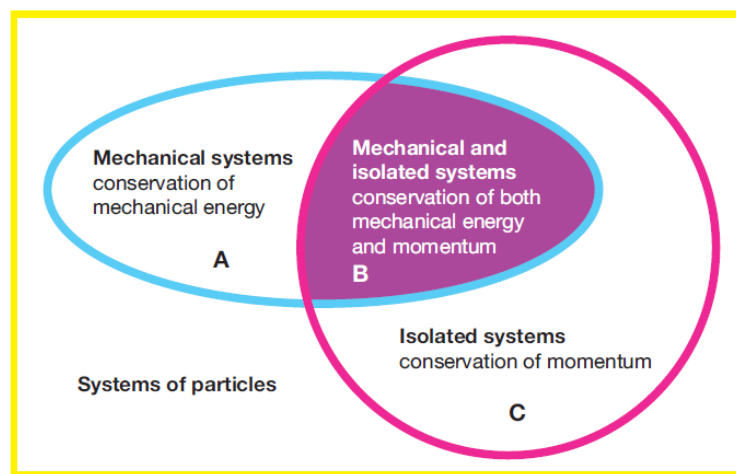
*“When we teach a law or a principle of physics, we want to ensure that students have understood all the parameters, including the limits and its validity, in combination with other laws or criteria. A good tool is the Venn diagram.”* Estas dos oraciones introductorias resumen la propuesta que se hace sobre el uso de esta herramienta (Diagramas de Venn).

---

<sup>9</sup> Referencia 4

Beliokas expone, que cuando presentamos a los estudiantes un tema, ley o principio en Física, es necesario que vean todo el contexto referente, y en esa línea se pueden exponer y discutir los vínculos que existen, los límites de aplicación y la validez de las leyes,

*“When students are taught a certain law or principle of physics, they also need to know the limits of its validity and its connection with other laws. A Venn diagram allows students to see graphically the subcategories of a system of particles or of a set of phenomena and their possible connections.”*



*Figura 2. Ejemplo de aplicación de Diagramas de Venn. Del artículo original de A. Beliokas*

En ciencias, como se ha visto o planteado en este trabajo, las teorías o un conocimiento, no surgen por generación espontánea en la mente de los científicos. Por el contrario, son siempre el producto de una recopilación de información, contrastación de ideas científicas, filosóficas y hasta religiosas, por lo que poder colocar este tipo de argumentos en una sola imagen, puede llevar al estudiante o cualquier persona a ordenar y exponer de forma clara un trabajo. Nosotros mismos, cuando tenemos que

introducir un tema “nuevo” en la clase, el marco histórico y la relación con otros contenidos, lo podemos resumir en este tipo de diagramas.

### 6.3. Secuencia didáctica.

A continuación, se presenta una secuencia utilizada en la actividad para fomentar la argumentación en la enseñanza de física en estudiantes de nivel 12 de bachiller en ciencias teniendo como fondo incitar el uso del concepto Historia de las Ideas.

**TÍTULO: NADA PUEDE SURGIR DE LA NADA.**

Nivel 12

Horas de clase 10

Grupos: 20 estudiantes  
reunidos en dos equipos

#### **Temática de la secuencia. *Estructura de la materia y su naturaleza eléctrica.***

Justificación. El estudio de la electricidad debe iniciar con una discusión de la estructura eléctrica de la materia. En ese sentido es necesario hacer una discusión de los diferentes modelos del Átomo, pero entender, por ejemplo, cómo se mantienen los protones unidos en el núcleo, la posición de los electrones y su rol en los procesos de carga es necesario comprender que en la naturaleza los fenómenos se dan gracias a las interacciones fundamentales y la existencia de partículas que transmiten la información. De similar importancia está la revisión de cómo se hace Física y cómo se gestionan los modelos. Por esto último la intervención didáctica consiste en revisar los aspectos filosóficos, tecnológicos y sociales en general que motivaron las primeras ideas y su trazabilidad a diferentes épocas impulsando incluso el posterior desarrollo de la teoría atómica.

**Metodología:** se escogieron dos grupos de 10 estudiantes. Cada uno tomó una línea a las que llamamos la Atomista y la Continuista (equipo A y equipo C). Del libro el Mundo de Sofía se le asignaron fragmentos o secciones con los cuales obtendrían la información para recabar los contenidos con los cuales elaborarían textos que

sustentarían (o argumentarían) sus posiciones con respecto a los modelos sobre la constitución de la materia.

Para la presentación de sus resultados finales construirían diagramas de Venn cuyo contenido serán los elementos que compartan en diferentes aspectos de la sociedad, la tecnología, filosofía o la religión.

#### 6.4. Momentos de la secuencia didáctica

**Cuadro 3. Fase de Inicio de secuencia didáctica.**

|                      |   |   |   |                                  |
|----------------------|---|---|---|----------------------------------|
| INICIO<br>Una semana | A | Presentación del Modelo de argumentación de Stephen Toulmin                     | Ejemplificando con dos textos concretos ya escogidos. Anexo A1  | Dos sesiones de 40 min cada una. |
|                      | B | Explicación de los pasos a considerar en la elaboración de un Diagrama de Venn. | Ejemplificando con la relación de la Física con la Religión, Tecnología y Sociedad.   | Una sesión de 40 min             |
|                      | C | Explicación del concepto Historia de las Ideas en un trabajo escolar.           | Planteamiento del enfoque, revisando los escenarios históricos en los que se ubicará el trabajo e indicar la película y libro: EL MUNDO DE SOFÍA. | Una sesión de 40 min             |

**Cuadro 4. Fase de Desarrollo de secuencia didáctica.**

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>DESARROLLO</b><br>Una semana | <p>Planteamiento del trabajo a desarrollar.<br/>           Objetivo: Crear dos textos (A y C) con los cuales se puedan sustentar (argumentar) las posiciones atomistas (A) y continuistas (C) de la materia en dos momentos importantes del desarrollo de la “Pre – Física”.</p> <p>Indicaciones:</p> <p>A. Realizar la lectura de las secciones del libro EL MUNDO DE SOFÍA referente a los filósofos de la naturaleza y la discusión sobre el origen de la materia.</p> <p>B. Resumir por similitudes de ideas o aportes en diferentes áreas del comportamiento humano. Se deben acotar a temas filosóficos, sociales y tecnológicos.</p> <p>C. Por medio de Diagramas de Venn resumir la información recopilada estableciendo las relaciones entre las propuestas o contenidos de estas.</p> <p>D. Utilizar un esquema o cuadro que resuma la investigación (modelo de ST).</p> <p>E. Confección de dos textos argumentativos siguiendo el modelo de ST, que sustenten cada posición (la atomista y la continuista de la materia).</p> |
|---------------------------------|---|

**Cuadro 5. Fase de Cierre de secuencia didáctica.**

|  |  |
|--|--|
| <b>CIERRE</b><br>Do sesiones de 40 min | <p>F. Una vez se hacen los resúmenes de los contenidos, y con los dos argumentos sobre las propuestas atomistas y continuistas se analizan las incidencias de estas ideas en el desarrollo de las teorías modernas, sobre todo del desarrollo acelerado de los diferentes modelos atómicos entre los siglos 18 y 20</p> <p><b><i>Una hipótesis de trabajo se plantea de la siguiente manera:</i></b></p> <p><i>“La creación de los argumentos y su compilación en diagramas de Venn permiten evidenciar aspectos del desarrollo de un modelo físico. En particular, para el Modelo del Átomo, la necesidad de interacciones y partículas que permitan el intercambio de la información”.</i></p> |
|--|--|

## **CAPÍTULO 7. RESULTADOS DE LA SECUENCIA.**

---

Una de las acotaciones que se deben exponer para el análisis de esta experiencia es que el propósito de la misma estaba en verificar cómo sería la aceptación de los estudiantes a una variante significativa a la hora de hacer un trabajo escolar.

No teníamos la intención, lo comprobamos a tiempo, de hacer una validación de la secuencia, del modelo de Toulmin o de los Diagramas de Venn en una actividad sumativa y que sirviera como indicador de logro de aprendizaje. Se quiso poner en contexto a los estudiantes sobre el enfoque de la Historia de las Ideas (HI) y que integraran elementos diferentes en el desarrollo en un contenido de Física dentro de la formación de bachiller en ciencias.

### **7.1. Descripción y análisis de los resultados encontrados al trabajar la secuencia por fases.**

#### **7.1.1. Fase de Inicio.**

A. Como toda actividad novedosa en los estudiantes, esta fue una de las partes más complejas para empezar. A pesar de que los estudiantes han dado clases de filosofía e introducción a la lógica, los mismos no presentaban rasgos de haber aplicado algún tipo de análisis o actividades de indagación que los ubicara en la perspectiva del conocimiento filosófico aplicado y menos de los elementos de un argumento. Salvo en la clasificación de los tipos de textos, que se estudian en español, no había una base con la cual introducir la secuencia didáctica en cuestión. Esto obligó a que se dedicara un tiempo mayor del previsto en presentar y sustentar las diferencias entre los silogismos tradicionales (en algunos casos explicarlos) y un argumento científico. Algo que sí ayudó al desarrollo de la

secuencia fue la explicación de cómo trabaja el hombre de ciencia al tener que defender sus teorías, ideas o experimentos. De por sí el estudiante a cierto nivel reconoce que hay una diferencia significativa en los criterios de verdad de las ciencias naturales y las demás ciencias (como las sociales y las exactas). Por lo menos que se debe tener una parte experimental.

Establecido el marco sobre el cual se trabajaría con respecto a la argumentación se explicó el Modelo de S. Toulmin partiendo de sus contribuciones a la filosofía de la ciencia y sus críticas a la lógica tradicional.

A partir de discusiones breves de ejemplos que comparan un silogismo y un argumento se les permitió a los estudiantes que resumieran en sus palabras lo que estaban conceptualizando sobre los elementos del modelo de Toulmin (Anexo 1). Esto permitió ampliar el vocabulario ya que los estudiantes integraron términos nuevos a sus planteamientos.

Esta fase de inicio incluyó el análisis de dos textos escogidos de trabajos realizados por Sarda y Sanmartí (2000) y Teixeira (2015) ver anexo 2, en los cuales presentan sus estudios sobre la argumentación en ciencias. Por medio de una hoja de control se les pidió a los estudiantes que identificaran las partes de los textos que representaban los elementos del modelo de ST. (Figuras 3 – 6)

Los siguientes cuadros muestran los resultados a los que llegaron los participantes de esta primera actividad.

B.1. Texto 1.

El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.

(SARDA Y SANMARTÍ, 2000)

*Nota. En el artículo mencionado los autores describen otros elementos propios de la investigación que realizaron sobre los niveles de argumentación y tipos de textos.*

**Tabla 1. Identificación de elementos del Modelo de Toulmin en la primera actividad.**

| Elemento del Modelo de ST | Grupos que participaron en esta etapa e identificaron los elementos del M de ST |     |     |     |
|---------------------------|---|-----|-----|-----|
|                           | G-1   | G-2 | G-3 | G-4 |
| Datos                     | ✓   | ✓   | ¿?  | ✓   |
| Justificación             | ✓   | ↓   | ✓   | ✓   |
| Fundamentación            | ✓   | ↓   | ✓   | ✓   |
| Refutación                | ✓   | ¿?  | ✓   | ¿?  |
| Calificadores Modales     | ¿?  | ¿?  | ¿?  | ¿?  |
| Conclusiones              | ✓   | ✓   | ✓   | ✓   |

Los ganchos indican que el elemento identificado está en concordancia con lo que los autores expusieron. Los signos de interrogación significan que no se identificaron o lo

confundieron con otros elementos. Las flechas indican que el grupo al parecer puso los elementos corridos, salvo los datos y la conclusión.

En las siguientes imágenes se muestran algunos de los textos compilados de la actividad.

|   |  |
|---|--|
| B.1. Texto 1.   |  |
| El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.<br>(SARDA Y SANMARTÍ, 2000) |  |
| Datos (D)   | El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses. ✓   |
| Justificación (J)   | Con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos mins. ✓             |
| Fundamentación (F)  | Anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder. ✓  |
| Refutación (R)  | Con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares, proteínas y carac. sensoriales y nutritivas de los al. ✓ |
| Calificadores Modales (Q)   | Cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características y tiene muy buena salida al mercado. ?  |
| Conclusiones (C)  | La esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo. ✓  |

Figura 3. Cuadro del grupo 1 para la actividad de inicio de tenían que identificar los elementos del modelo de Toulmin en el texto 1.

B.1. Texto 1.  
 El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. Por lo tanto, anulamos la <sup>CM</sup> posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. <sup>Refutación</sup> Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.  
 (SARDA Y SANMARTÍ, 2000)

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Datos (D)                 | Con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos  |
| Justificación (J)         | Ya que se calienta a temperaturas muy elevadas por pocos minutos.  |
| Fundamentación (F)        | Puede que con este método se puedan destruir parte de las vitaminas y modificar azúcares y las proteínas |
| Refutación (R)            |  |
| Calificadores Modales (Q) |  |
| Conclusiones (C)          | La esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo.                |

Figura 4. Cuadro del grupo 2 para la actividad de inicio de tenían que identificar los elementos del modelo de Toulmin en el texto 1.

B.2. Texto 2

“El Universo está regido por cuatro interacciones fundamentales y, una de estas es la gravitatoria, que se da entre cuerpos con masa, es de naturaleza mecánica. Dado que estas las fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto, hecho que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton, podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia; salvo si las fuerzas mecánicas, son de contacto como los pensaban los mecanicistas cartesianos, la interacción gravitatoria no es de acción a distancia”.

(ADAPTACIÓN DEL ARTÍCULO DE TEIXEIRA et al, 2015)

**Tabla 2. Identificación de elementos del Modelo de Toulmin en la segunda actividad.**

| Elemento del Modelo de ST | Grupos que participaron en esta etapa e identificaron los elementos del M de ST |     |     |     |
|---------------------------|---|-----|-----|-----|
|                           | G-1   | G-2 | G-3 | G-4 |
| Datos                     | ✓   | ✓   | ✓   | --- |
| Justificación             | ¿?*   | ¿?  | ✓   | --- |
| Fundamentación            | ✓   | ¿?  | ↓   | --- |
| Refutación                | ✓   | ¿?  |     | --- |
| Calificadores Modales     | No presente en el texto   |     |     |     |
| Conclusiones              | ✓   | ✓   | ✓   | --- |

Los ganchos indican que el elemento identificado está en concordancia con lo que los autores expusieron. Los signos de interrogación significan que no se identificó o lo confundieron con otros elementos. El grupo aparentemente confundió los fundamentos con la refutación. El grupo 4 no pudo presentar sus resultados en esta etapa.

B.2. Texto 2

“El Universo está regido por cuatro interacciones fundamentales y, una de estas es la gravitatoria, que se da entre cuerpos con masa, es de naturaleza mecánica. Dado que estas fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto, hecho que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton, podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia; salvo si las fuerzas mecánicas, son de contacto como lo pensaban los mecanicistas cartesianos, la interacción gravitatoria no es de acción a distancia”.

(ADAPTACIÓN DEL ARTÍCULO DE TEIXEIRA et al, 2015)

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Datos (D)                 | El Universo está regido por cuatro fuerzas fundamentales, una de estas es la gravitatoria.               |
| Justificación (J)         | Se da entre cuerpos con masa, es de naturaleza mecánica.   |
| Fundamentación (F)        | hecho que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton.                                      |
| Refutación (R)            | salvo si las fuerzas mecánicas son de contacto, la interacción gravitatoria no es de acción a distancia. |
| Calificadores Modales (Q) | Las fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto.   |
| Conclusiones (C)          | Podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia.                               |

Figura 5. Cuadro del grupo 1 para la actividad de inicio donde tenían que identificar los elementos del modelo de Toulmin en el texto 2.

| B.2. Texto 2   |   |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">(D)</p> <p>"El Universo está regido por cuatro interacciones fundamentales y, una de estas es la gravitatoria, que se da entre cuerpos con masa, es de naturaleza mecánica. Dado que estas las fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto, hecho que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton, podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia; salvo si las fuerzas mecánicas, son de contacto como lo pensaban los mecanicistas cartesianos, la interacción gravitatoria no es de acción a distancia". (R)</p> |   |
| (ADAPTACIÓN DEL ARTÍCULO DE TEIXEIRA et al, 2015)  |   |
| Datos (D)  | El universo está regido por cuatro interacciones fundamentales y, una de estas es la gravitatoria que se da entre cuerpos con masa, de naturaleza mecánica. |
| Justificación (J)  | Dado que estas las fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto  |
| Fundamentación (F)   | hechos que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton.  |
| Refutación (R)   | la interacción gravitatoria no es de acción a distancia.  |
| Calificadores Modales (Q)  | salvo si las fuerzas mecánicas, son de contacto como lo pensaban los mecanicistas cartesianos.  |
| Conclusiones (C)   | Podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia.  |

Figura 6. Cuadro del grupo 3 para la actividad de inicio donde tenían que identificar los elementos del modelo de Toulmin en el texto 2.

B. Como parte del desarrollo de la actividad didáctica se presentan los resultados de los trabajos y se resumen en un diagrama que permitiría ver de manera original los elementos propuestos en la construcción de argumentos. En este sentido se planteó la construcción de Diagramas de Venn. Esta etapa fue la más sencilla ya

que en los cursos de Física para los temas de la relación de la Física con otras ciencias, y las relaciones CTS, ya los habían aplicado.

C. Fue igual de laborioso introducir el concepto Historia de las Ideas. La razón principal fue quizás, la confusión que puede surgir entre investigar, siguiendo los procedimientos de buscar personajes y fechas y hacer una línea de tiempo y el focalizar los aspectos que se establecen en la HI. Este método que se sigue en las mayorías de las asignaturas cae en relativa trivialidad ya que incluso algunos temas ya están desarrollados en la web. Esto supuso explicar a fondo la importancia del concepto HI, que básicamente fomentó la revisión de elementos de la naturaleza de la ciencia, de cómo se ha construido el gran edificio de la Física partiendo de lo que llamamos la pre física forjada en las discusiones filosóficas sobre la naturaleza y los fenómenos que se trataban de explicar.

Como principal referencia para comprender el concepto HI se presentó el libro El Mundo de Sofía, incluso se sugirió ver la película. Esto último causó un gran revuelo positivo ya que permitió que los estudiantes empezaran a valorar más la filosofía y su incidencia en el desarrollo de la Física y de las ciencias en general.

Para la aplicación de la secuencia didáctica se tomaron fragmentos de este libro

(El Mundo de Sofía), específicamente los siguientes:

- Los filósofos de la naturaleza
- Tres filósofos de Mileto
- Nada puede surgir de la nada (título de la secuencia)
- Todo fluye
- Cuatro elementos
- Algo de todo en todo
- Demócrito
- La teoría atómica

Estos fragmentos permitieron ubicar el contenido necesario para el desarrollo de la secuencia ya que describen las posturas e ideas del hombre que abrieron el camino al futuro desarrollo de la teoría atómica (su constitución) pero resaltando que esas ideas eran producto de razonamientos influenciados por aspectos sociales y tecnológicos.

Dentro de la dinámica para la aplicación de la secuencia se seleccionó un grupo de 20 estudiantes que se dividieron en dos grupos. Un grupo se llamó Los atomistas, y el otro Los continuistas.

El propósito era que cada uno creara finalmente un argumento con el cual defender estas teorías que han sido a lo largo de la historia de la ciencia, objeto de diferentes debates, y que también ha sido parte de desarrollos de diversos conceptos físicos como la luz, la energía y la electricidad.

#### **7.1.2. Fase de desarrollo.**

- A. Una vez presentadas las sustentaciones del trabajo, los estudiantes de los dos grupos, se organizaron para realizar la lectura de los fragmentos del libro ya mencionado y establecieron sus estrategias para seleccionar los contenidos a sus textos. Cabe recalcar que no fue la única fuente a la que hicieron referencia, les motivó buscar otras que permitieran aclararles algunas dudas. Estas sesiones fueron dirigidas personalmente en un 50% y el resto vía virtual por medio de la plataforma Edmodo donde se creó un grupo para hacer discusiones específicas.
- B. Para extraer puntualmente los aspectos relacionados con las IDEAS en general, cada grupo planteó estrategias adicionales como discusiones fuera de las sesiones coordinadas con el docente, por ejemplo, crearon cuadros de resumen de los

contenidos para ir clasificándolos según los elementos del modelo de ST. Esta etapa tomó más tiempo del previsto también, por las razones que ya se mencionaron sobre la poca experiencia que tienen los estudiantes en buscar en los escritos aspectos más allá de los acontecimientos, nombres y fechas.

- C. Los resultados de los trabajos de lectura y discusión se resumieron en los cuadros facilitados por el docente (Anexo 3).
- D. A partir de ahí se pidió mostrar para la presentación final, los diagramas de Venn realizados por los estudiantes, como un elemento llamativo, más que evaluarlo como estrategia, aunque sí puede ser influyente en la motivación para exponer el trabajo realizado.

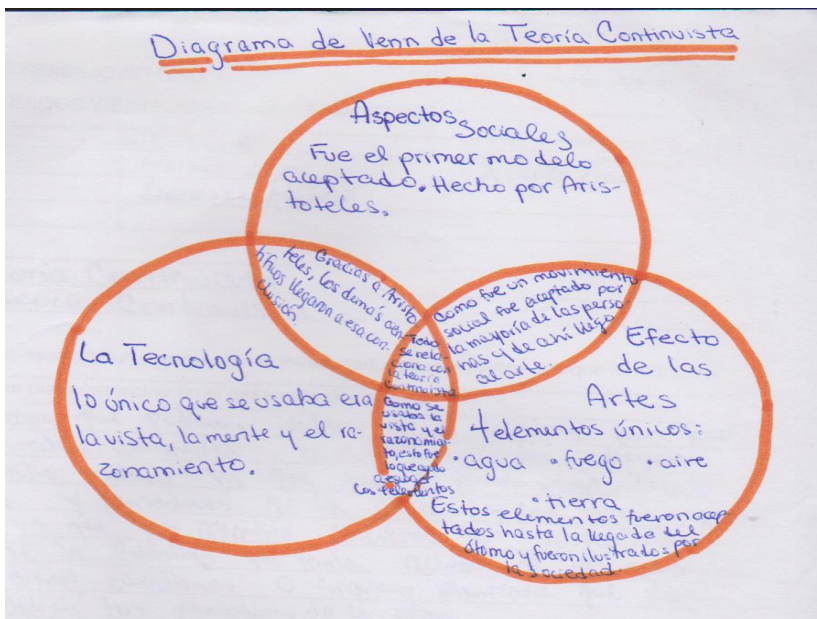


Figura 7. Ejemplo de uno de los borradores que se utilizaron para diseñar los Diagramas de Venn.

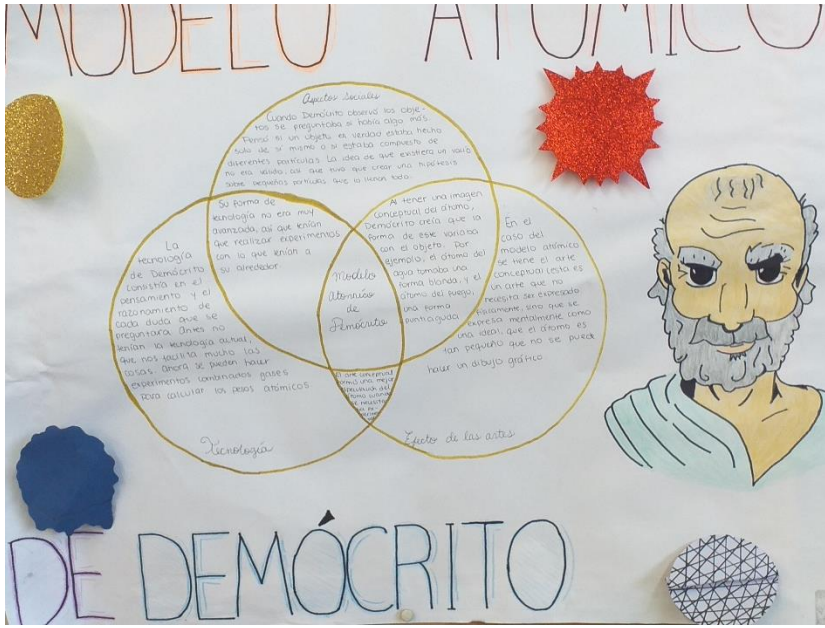


Figura 8. Resultado visual para exposición de los Diagramas de Venn.

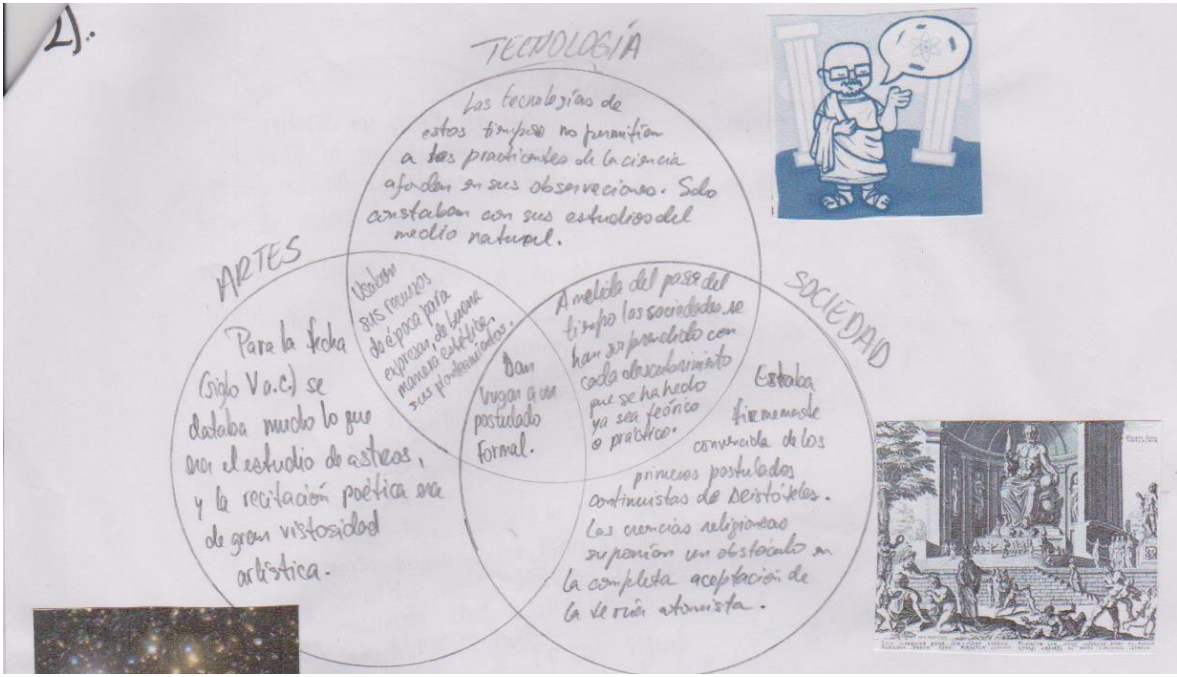


Figura 9. Borrador de Diagrama de Venn para compilar información



Figura 10. Resultado visual para exposición de Diagrama de Venn.

E. Todo el trabajo realizado por los estudiantes se valoró in situ, sus apreciaciones y sus comentarios referentes a la congruencia entre la filosofía, la física y otras áreas del conocimiento.

En la fase de desarrollo se observó un interés en buscar e identificar los elementos del modelo de Toulmin. El trabajo de los estudiantes mostraba que se querían extraer resúmenes o fragmentos que se pareciesen a los ejemplos. Esto generó estrés ya que posiblemente todavía, como se evidenció en los cuadros de arriba, era complicado verlo desde un texto ya construido, así que hacerlo era evidentemente más complicado. Esto llevó a que los grupos por iniciativa y bajo supervisión redactaran un texto según lo que se iban comprendiendo de la actividad.

De lo anterior se pudo percatar que los textos, aun cuando eran conciliados entre varios, no llegaban a sintetizar una idea concreta sobre todos los elementos o información que tenían a disposición.

### **7.1.3. Fase de cierre.**

Consistió en la revisión de los documentos generados en toda la secuencia para su análisis. Cabe destacar la importancia que tuvo para la actividad el poder trabajar directamente en las discusiones de grupo.

Junto con los estudiantes se analizaron los textos creados para poder en conjunto, los dos grupos (atomistas y continuistas) determinar y extraer conclusiones sobre la importancia del concepto Historia de las Ideas y de la argumentación como parte del desarrollo de la ciencia y en particular de la Física, y donde se está actualmente con respecto al modelo de constitución de la materia. Todo esto dirigido desde la base de un modelo de argumentación.

Las siguientes imágenes muestran los textos redactados tanto siguiendo el cuadro dado a los estudiantes, como los que ellos escribieron siguiendo el formato de un texto normal.

TÍTULO: Identificando nuestros argumentos para convencer y convencernos.

INSTRUCCIONES GENERALES

En los siguientes espacios haga el resumen de su propuesta sobre la teoría de constitución de la materia.

DATOS.

El átomo como parte indivisible de la materia, existen distintos tipos de átomos que al combinarse de forma y ordenación distintas forman las distintas sustancias existentes, son eternos y no pueden ser destruidos, las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos.

JUSTIFICACIÓN.

Demócrito comenzaba con una piedra la cual explicaba que si se cortaba a la mitad obtendría dos pedazos de la misma piedra, si se repetira la acción continuamente llegaría a un punto donde ya no puede ser cortada, a ese pedazo se le llama átomo.

FUNDAMENTACIÓN.

Las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos. Al estar muy unidos forman un sólido, si están levemente dispersados se forma un líquido, y si están muy separados forman un gas.

CALIFICADORES MODALES.

grado de certeza

Los átomos son eternos, indivisibles, homogéneos, incompresibles e invisibles. Se diferencian solo en forma y tamaño pero no en cualidades internas.

Figura 11. Primera parte del texto redactado por el grupo 4.

## REFUTACIONES.

Nunca se ha visto un átomo. No podemos crear otros materiales desde un mismo átomo, o sea, los átomos de piedra son específicamente para la piedra.

## Conclusiones.

En conclusión, el universo entero está compuesto por un espacio limitado en el que existen innumerables átomos. Los átomos no tienen cualidades, son indivisibles, se mueven libremente en el espacio chocando entre sí.

Figura 12. Primera parte del texto redactado por el grupo 4 (continuación).

Los átomos son la unidad básica estructural de toda la materia. Están desprovistos de cualidades salvo forma y dimensión, son indestructibles e indivisibles. Descansan en un espacio al que denominamos 'vacío', se encuentra entre los átomos. Porque son la parte más pequeñas que conforma un objeto, llegaremos a los átomos luego de haber dividido muchas veces un objeto; porque son indivisibles, cuando llegemos a los átomos no podremos seguir dividiendo la materia. Si todas las estructuras pueden dividirse, en todas llegaremos a un punto donde no se podrá dividir más, esos son los átomos y usan el vacío para desplazarse.

Demócrito y Leucipo introdujeron a la ciencia la idea de la indivisibilidad del átomo. En el siglo XIV, Nicolás de Autrecourt negó la evidencia de la causalidad aristotélica, y se consideró que la materia estaba formada por átomos indivisibles; en la época moderna se defiende este concepto evidenciándolo con experimentos como los de Rutherford en la lámina de oro, donde lanzando rayos alfa a una lámina de oro se observó que algunos de los rayos sí pasaban, pero otros no; esto evidencia que existen un espacio "vacío" entre los átomos por el cual pudieron pasar dichos rayos.

*\*Nota: Hacen falta las refutas y el calificador modal.*

Figura 13. Texto final de un argumento con formato normal.

Los resultados de los textos redactados por los estudiantes se pueden resumir de la siguiente manera en la Tabla 3:

**Tabla 3. Resumen de los resultados de la secuencia didáctica propuesta.**

| <b>Enfoque HI</b>  | <b>Elementos del Modelo de argumentación</b>  | <b>Expresión visual (Diagramas de Venn)</b>   |
|--|---|---|
| <p>Lo más recurrente fue indicar la importancia de la tecnología en el desarrollo de un conocimiento.</p> <p>En cada línea se deja entrever que es necesario tener instrumentos de medición u otros para comprender la naturaleza</p> <p>Poco se indica sobre cómo los filósofos de la naturaleza vivieron, y como esto influyó en sus posturas sobre la estructura de la materia.</p> <p>Dan por hecho que las posturas continuistas o atomistas daban la sustentación de todo lo que acontecía en un momento dado en las sociedades. No se mostró reflexión al respecto.</p> | <p>En la mayoría de los textos lo datos y las conclusiones fueron los que se aproximaban más al modelo de Toulmin.</p> <p>Al redactar justificaciones o fundamentos llevó, al parecer, a realizar descripciones muy largas que iban combinando informaciones incluso de modelos del siglo 20.</p> <p>En los mejores intentos de crear un fundamento se menciona el problema del vacío, que sí fue un tema de debate en la antigüedad.</p> <p>Los calificadores modales y las refutaciones fueron casi nulas su manifestación en los textos.</p> <p>Estos textos, en comparación con los ejemplos propuestos tenían diferencias significativas en la extensión y la redacción misma.</p> | <p>La confección de los diagramas no causó mayor revuelo, pero sí, posiblemente a consecuencia de lo expuesto en las columnas anteriores, en representar la información de las relaciones de conceptos del enfoque HI.</p> <p>Fue poco lo que se pudo sintetizar, pero se pudo observar que se puso en evidencia, como se pretendía, que las artes, la tecnología y la filosofía son inherentes al proceso de comprensión de los fenómenos de la naturaleza desde siempre.</p> <p>Los resultados de los escritos distan de los propósitos que se pudieran perseguir en una investigación más profunda.</p> <p>Estos diagramas se trabajan favorablemente.</p> |

## CONCLUSIONES

---

La actividad docente actualmente está en un escrutinio público sobre los resultados que tenemos como país en las diferentes pruebas nacionales e internacionales. Como datos fríos nos podrían indicar que la calidad de la enseñanza es baja, o que los docentes no hacen bien su trabajo.

La realidad, como se menciona en diferentes foros y conversatorios, es que no hay conexión entre los que conforman el proceso educativo (escuela, estudiantes, padres de familia, docentes y sociedad en general). Tenemos una realidad que para cambiarla hay que trabajar de poco, pero entre todos.

La Física dentro de la formación de los estudiantes de bachiller, por ejemplo, debe ser uno de los pilares más fuertes; al realizar este trabajo hemos visualizado desde una esquina diferente, aspectos que carecemos, sin embargo, con los cuales podemos aportar para lograr hacer cambios y mejorar nuestro sistema educativo.

Muchas de las conclusiones que podemos destacar al concluir este trabajo posiblemente están en algunas tesis de educación, pero nuestro objetivo es versarlo con un enfoque más fuerte y que sirva de inspiración para desarrollar más trabajos en didáctica de la Física.

En este sentido podemos enumerar lo siguiente:

1. La evaluación en las clases de Física tiene que incluir herramientas adicionales a las tradicionales que en definitiva parecieran no dan resultados positivos en los docentes por los bajos promedios, y en los estudiantes por los pocos motivos que

tienen para estudiar esta asignatura. Debemos ir viendo que los ejercicios (o mal llamados problemas) que aplicamos a los estudiantes no son la única opción para medir comprensión de los fenómenos físicos. Es más, suelen convertirse solo en una manera de entretener y poner el nivel de la materia. Es decir, según como queramos las notas, escogemos los ejercicios. Los ejercicios de física son importantes como un entrenamiento o calistenia, en aspectos matemáticos (despejes, inclusión de datos, etc.) pero tenemos que buscar otras opciones donde el joven pueda manifestar su comprensión de los fenómenos físicos. Deben poder expresarlo por medio de la escritura y el lenguaje verbal. Diversas técnicas que impliquen obtener información de forma escrita es el mayor obstáculo que tenemos en este tipo de evaluación. Estas actividades requieren que se establezcan parámetros muy finos para poder interpretar lo que uno o varios estudiantes desean manifestar, y luego ver si estos coinciden con los conceptos o modelos científicos, o si son preconceptos erróneos.

Al iniciar este trabajo se planteaba la posibilidad de crear unidades didácticas con las cuales poder establecer indicadores de logro referentes a la verbalización o escritura de textos, pero a tiempo vimos que esto requiere mucho trabajo interdisciplinario. Se deben tener bases para el análisis de textos, tanto del estudiante como del docente. Clarificar métodos y conceptos en las asignaturas humanísticas y científicas para llevar la unidad didáctica a un resultado medible. Esto, en nuestro sistema, es de las faenas más difíciles de lograr.

Un enfoque como el de Historia de las Ideas requiere preparar a los jóvenes en temas inclusive de redacción. En física debemos buscar estrategias que nos lleven a poder cumplir con ese perfil dentro de las competencias básicas. Tenemos, según

lo observado y leído en este trabajo, una oportunidad de lograrlo. Hay que realizar más trabajos en esta línea, incluso como proyecto educativo a gran escala.

2. La Naturaleza de la Ciencia debe ser incluida en los programas de estudio, tanto en la formación de los maestros como en los docentes de secundaria en todas las asignaturas. De nada vale que solo en física, ya cuando el estudiante está adelantado en formación (nivel 10), se incluyan estos temas si no hay una aceptación de la importancia de la Historia de la ciencia, su evolución, la valoración de los modelos iniciales de un concepto, y cómo se realizaron los debates para lograr los cambios. Esto debe hacerse desde niveles básicos.

En este trabajo nos percatamos que en esencia los estudiantes desconocen las bases filosóficas por las que se han dados algunos desarrollos en Física, y esto es a nuestro criterio fundamental en la comprensión de cómo se aprende Física, o por lo menos, de cómo se aprende a aprender.

3. La epistemología nos exige que consideremos todos los aspectos que podamos para justificar el conocimiento, por lo que no debemos pasar por alto la Historia de las Ideas.

En cada tema que introduzcamos, podemos buscar nosotros mismos, o con los estudiantes las bases epistémicas con las cuales abordar un concepto. El no hacerlo puede generar que muchos estudiantes sean simples repetidores de definiciones y problemas memorísticos.

Además, el tener el recurso de informaciones propias de cada tema, provocamos que los que tal vez no son expresan su conocimiento de forma práctica, lo puedan hacer de forma verbal.

Los fenómenos de la naturaleza en su mayoría son interpretados con los mismos argumentos de hace 2 000 años por la gente común. Si estamos en una época, donde la información es clave, y si tomamos en el pensamiento: **AQUEL QUE NO CONOCE SU HISTORIA, ESTA DESTINADO A REPETIRLA**, podemos ver que estamos tentados a regresar a las mismas formas de pensamientos sobre la naturaleza.

Si a esto le agregamos el hecho de analizar cómo en las sociedades cuando se encontraban el oscurantismo de Platón, entonces, el futuro no se hace promisorio.

En este sentido es importante incluir en nuestros programas de estudio, para cada tema, y haciendo las dosificaciones pertinentes, la Historia de las Ideas.

Una herramienta es el uso del Libro: *El Mundo de Sofía*. Como he mostrado con solo cuatro comentarios extraídos del texto, este puede ser una guía para analizar los aspectos encerrado en el concepto de Historia de las Ideas.

En países desarrollados es un libro de enseñanza de la filosofía, pero no solo en los niveles superiores de la secundaria, sino cuando el niño está entrando en la adolescencia. Sería un factor motivante que podría generar los debates sobre las ideas y con ello la inquietud por conocer sobre lo que le rodea (la naturaleza).

4. Lo anterior también nos hace concluir que, así como se ha tratado el tema de la constitución de la materia, cada uno de los conceptos físicos, en vez de ser definidos directamente y de forma matemática (solamente en muchos casos), tenemos que en nuestra labor diaria presentarlos desde el inicio, cómo pudieron

ser los orígenes en la mente del hombre común o del científico. Aquí se ha propuesto una alternativa utilizando el libro el mundo de Sofía, pero deben poderse hacer con otras opciones.

5. La argumentación es una herramienta cuyo aporte en la comprensión de conceptos físicos puede estudiarse de manera formal estableciendo, desde un currículo maleable e interdisciplinario, actividades que generen debates entre grupos de estudiantes. Para esto es necesario formarse y, entre los docentes, conceptualizar adecuadamente la argumentación. Toca a los físicos dar el aporte desde los ejemplos que hay en la historia de esta ciencia, y sobre todo con el enfoque HI. Ejemplos que son diversos, entre estos: el origen de las máquinas simples, el principio de causalidad, el trabajo y la energía, las interacciones fundamentales, la electricidad y el magnetismo (guerra de las corrientes), la gravedad, etc. Cada uno de estos conceptos bajo un enfoque HI y con estrategias argumentativas pueden ser fundamentales para que en primera instancia los estudiantes los comprendan mejor, y luego que también sea una herramienta para aumentar el sentido de criticidad que debe tener todo hombre en la sociedad. Una de las demandas que tiene la sociedad es precisamente que, a la hora de sustentar soluciones, estas no tienen bases, garantías o respaldos. Dentro del modelo de Stephen Toulmin podemos encontrar opciones con las cuales generar este tipo de debates, de mayor altura con respecto a lo que vemos en los medios de comunicación en la actualidad.
6. Las mayores deficiencias observadas, mas no descubiertas, sobre la comprensión lectora, la redacción y el poco acervo de los jóvenes, es una llamada de alarma para que hagamos cambios en la labor docente en Física. No solo quedarnos en las resoluciones de ejercicios de libro. Estos ya han evidenciado que solo pudiesen

preparar al estudiante a memorizar procedimientos, pero no a comprender el fenómeno, y menos a buscar alternativas de resolución frente a diversas situaciones. Necesitamos que nuestros estudiantes generen formas de aprender. Desde tendencias modernas sobre el aprendizaje, nos indican que la inteligencia humana es de tipo lingüística, “las personas necesitamos del lenguaje para pensar y comunicarnos con los demás y con nosotros mismos, gestionar el propio cerebro” (Marina, 2018), por lo que las actividades que impliquen recoger información, procesarla y expresarla, debe ser parte de las alternativas de evaluación.

7. En la línea de la neurodidáctica, el enfoque HI es importante ya que estudios muestran que la memoria ejecutiva (o la que gestiona las emociones) surge de la inconsciente o computacional (donde radican los procesos creativos) y que sus modos de autocontrol están condicionados por la cultura. Por lo tanto, se tienen que desarrollar más ideas para lograr el convencimiento de que los trabajos en didáctica son clave para propiciar la materia prima donde entonces enseñar conceptos, trabajar con modelos, interpretar datos, etc. Estas tareas son los propósitos en las clases de Física según un alto porcentaje de docentes de media y a niveles universitarios. La historia de las ideas puede dar a los individuos una perspectiva de cómo ha sido nuestro caminar, y que de ese camino no nos hemos salido, buscar la verdad científicamente hablando.

## RECOMENDACIONES

---

- Nuestra principal recomendación radica en tomar este trabajo como un marco de referencia para realizar una investigación sobre los procesos de argumentación en la resolución de ejercicios y conceptos físicos. Esto requiere convencer a un número significativo de personas que se involucren. Es difícil, pero hay que intentarlo y más si se hace a nivel de país para así empezar a modificar los métodos de enseñanza.
- La redacción se debe fomentar en los alumnos o individuos en general. El hecho que trabajos como este solo se puedan hacer como una revisión de la situación de la enseñanza de la física en el contexto de la comprensión lectora y la redacción, nos debe motivar a no perder el hábito de hacer ejercicios puramente conceptuales. Esto es lo que vemos con mayor regularidad, no se hacen pruebas conceptuales y menos de análisis.
- Otra recomendación importante que se puede hacer y que surge de las discusiones que motivaron y concluyeron este trabajo es que las nuevas tendencias en enseñanza que involucran los aspectos neurológicos tienen también que integrarse en las investigaciones y en el quehacer docente.
- La didáctica de la Física es una disciplina que debe conocer y aplicar todo profesional que se dedique a la docencia de Física en cualquier nivel de enseñanza. De ahí la importancia de la carrera de Docencia de Física que ofrece la Universidad de Panamá en la Escuela de Física. El llegar a la escuela secundaria, por ejemplo, y no tener la convicción de usar los elementos de la didáctica para enseñar, lo que genera es frustración y decepción de todos los

actores del proceso educativo. La física está siempre llamada a ser parte de los cambios radicales en todos ámbitos, y el de la enseñanza no debe ser la excepción.

- Finalmente, se debe seguir buscando información y buscando estrategias que contengan todos o parte de lo que se ha querido expresar en este trabajo de graduación. Confiamos que pueden generar modelos con lo que se puede percibir mejor la contribución que hace la física ahora, lo ha sido y lo seguirá siendo ya que la misma naturaleza de la ciencia y de la física contiene un elemento de supervivencia natural. La física persigue la comprensión de la naturaleza, pero nosotros mismos somos parte de ella.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. **ACEVEDO, J.A. (2004).** *Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las Ciencias.* Revista Científica para la ciudadanía. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Vol. 1 N° 1 pp 3-16 ISBN 1697-011X
2. **AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, AAAS (1990).** *CIENCIA, CONOCIMIENTO PARA TODOS. PROYECTO 2061.* <http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
3. **ASIMOV, I. (1984 – 1985).** *Grandes Ideas de la Ciencia.* Alianza Editorial, SA Madrid ISBN 84-206-9956-X
4. **BELIOKAS, A. (2007).** Using Venn diagrams to improve physics teaching. School Science Review. [www.ase.org.uk/.../SSR325Jun2007p111.pdf](http://www.ase.org.uk/.../SSR325Jun2007p111.pdf)
5. **BELTRÁN, U., FERNANDEZ, C.** *Estudio Histórico – Epistemológico del Modelo de Rutherford.* Red Académica, Universidad Pedagógica Nacional. [http://www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes14\\_09arti.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes14_09arti.pdf)
6. **BRODY, T.** *Materialismo y Avance Científico.* Elementos. N° 11 Año 3. Vol. 2. México. <http://www.elementos.buap.mx/num11/pdf/29.pdf>
7. **BUNGE, M. (2002).** *Ser, Saber, Hacer.* Biblioteca Iberoamericana de Ensayo. Editorial Paidós Mexicana, S.A. ISBN 968-853-484-6
8. **CACHAPUZ, A. (2007).** *Arte y Ciencia: ¿qué papel juegan en la educación de las ciencias?* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 4(2) pp 287-294.

[http://www.armario.cl/XAutores/MNOPQ/Morin/ARTE%20Y%20CIENCIA\\_%20PAPEL%20EDUCACI%D3N%20EN.pdf](http://www.armario.cl/XAutores/MNOPQ/Morin/ARTE%20Y%20CIENCIA_%20PAPEL%20EDUCACI%D3N%20EN.pdf)

9. **DELGADO, A., LEANDRO, D. (2009).** *Relaciones científico – filosóficas en la Teoría del Conocimiento.* Revista Digital Lámpsakos Nº 2 pp. 68-78  
<http://www.funlam.edu.co/lampsakos/n2/n2a8.pdf>
10. **EINSTEIN, A. INFELD, L. (1986).** *La Evolución de la Física.* Salvat Editores, SA Barcelona. ISBN 84-345-8246-5
11. **GAARDER, J. (1995).** *El Mundo de Sofía.* Patria / Siruela. Madrid 633 páginas.
12. **GALILI, I.** *History of Physics as a Tools for Theaching.* The Hebrew University of Jerusalem. <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/teach2/Galili.pdf>
13. **GALLEGO T., A.P. GALLEGO, R. (2007).** *Historia, Epistemología y didáctica de las ciencias. Unas relaciones necesarias.* Ciencia y Educación Vol. 13 Nº 1. pp. 85-98.
14. **GARRITZ, A. (2006).** *Naturaleza de la Ciencia e Indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano.* Revista Iberoamericana de Educación Nº 42 pp. 127-152
15. **HEILBRON, J.L.** *El Átomo Rutherford – Bohr.* Oficina de Historia la Ciencia y la Tecnología. Universidad de California, Berkeley, California 94720.  
<http://pioneros.puj.edu.co/lecturas/iniciados/EL%20ATOMO%20DE%20RUTHERFORD%20BOHR.pdf>
16. **HEISENBERG, W. (1959).** *Física y Filosofía.* Ediciones La Isla. Colección Perspectivas del Mundo.
17. **HEISENBERG, W. (1985).** *La Imagen de la Naturaleza en la Física Actual.* Ediciones ORBIS, SA. 1085 ISBN 84-7634-9

18. **MOREIRA M. A., GRECA I. M. (2001).** *Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.*  
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>
19. **POZO, M, GÓMEZ, M.A.** *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento Cotidiano al Conocimiento científico.* Ediciones Morata, SL.  
[http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/puertociencia/documentos/fisicaem/TA\\_Pozo-y-otros\\_Unidad\\_3.pdf](http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/puertociencia/documentos/fisicaem/TA_Pozo-y-otros_Unidad_3.pdf)
20. **RODRIGUEZ, R.** *Historia de la Ciencia.* <http://cariari.ucr.ac.cr/~rodolfo>
21. **SANCHEZ M., D. (1996).** *Historia de la Filosofía, Historia de las Ideas e Historia de las Mentalidades.* Anales del Seminario Historia de la Filosofía. pp. 417-423) ISBN 0211-2337
22. **SHOFIELD, R.** *El Atomismo de Newton a Dalton.* Department of History, Iowa State University, Ames, Iowa 50011.  
<http://pioneros.puj.edu.co/lecturas/iniciados/EL%20ATOMISMO%20DE%20NEWTON%20A%20DALTON.pdf>
23. **VÁSQUEZ, A., MANASSERO, M.A. (2008).** *El Declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la Educación Científica.* Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. ISSN 1697-011X, Vol. 5, N°. 3, pp. 274-292
24. **VÁSQUEZ, A., MANASSERO, M. A., ACEVEDO, J. A. y ACEVEDO, P. (2007).** *Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad.* *Educación Química*, 18(1), 38-55.

25. **VIAU, J., MORO, L., ZAMORANO, R., GIBBS, H. (2006).** *Formación de profesores: Estrategias de Modelado didáctico en la enseñanza de las Ciencias Experimentales.* Universidad Nacional de Mar del Plata.  
<http://revista.iered.org/v1n4/pdf/rzyo.pdf>
26. **VIDES, D.** *Historia de las Ideas y Pensamiento de E. Mounier en América Latina.* Revista Iberoamericana de Personalismo Comunitario. pp 50-56  
[http://www.personalismo.net/persona/sites/default/files/50PersySoc\\_0.pdf](http://www.personalismo.net/persona/sites/default/files/50PersySoc_0.pdf)
27. **VIZCAYA C. FERNANDO.** *Reflexiones sobre “El Mundo de Sofía” y la Enseñanza.* Revista Iberoamericana de Educación. Universidad Simón Bolívar, Venezuela. ISSN: 1681-5653  
<http://www.rieoei.org/deloslectores/691Vizcaya107.PDF>
28. **OSBORNE, J., ERDURAN, S., SIMON, S., MONK, M.** *Enhancing the quality of argument in school science.* School Science Review, Junio 2001 82(301).
29. **FAGUNDEZ, T. (2012).** La argumentación en clases universitarias de física: una perspectiva retórica. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (2), pp 153-174.
30. **SOLBES, J. Y TRAVER, M. (2001)** Resultados obtenidos introduciendo historias de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), 151-162.
31. **ACEVEDO, J., ACEVEDO, P.** Creencias sobre la naturaleza de la ciencia, un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. OEI – Revista Iberoamericana de educación (ISSN: 1681-5653)
32. **CHAMIZO G., J. (2007).** Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 25(1), 133-146.

33. **SÁNCHEZ, L., GONZÁLEZ, J., GARCÍA, A. (2013).** La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista latinoamericana de estudios educativos*. No1 Vol. 9 pp 11 – 28. Manizales, Universidad de Caldas.
34. **BLANCO, P., DIAZ DE BUSTAMAMENTE, J. (2014).** Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2) pp. 35-52.
35. **RUIZ, F., TAMAYO, O., BARGALLÓ, C. (2015).** La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educ. Pesqui.*, Sao Paulo, Vol 41, n 3 pp 629-646.
36. **SERRANO DE MORENO, S. (2008).** Composición de textos argumentativos. Una aproximación didáctica. *Revista de Ciencias Sociales*. Vol XIV n 1. pp. 149 – 161.
37. **ELIZONDO, M. (2013).** Dificultades en el proceso enseñanza aprendizaje de la Física. *Presencia Universitaria*. Año 3, Nro 5. Enero – Junio.
38. **ALEIXANDRE, J., PILAR, M., DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2003).** Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*. 21(3), 359 – 370.
39. **PINOCHET, J. (2015).** El Modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Cienc. Educ.*, Bauru, Vol 21 Nro 2 pp. 307 – 327.
40. **SARDA, J., SANMARTÍ, N. (2000).** Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 405 – 422.
41. **TEIXEIRA, E. FREIRE, O., GRECA, I. M. (2015).** La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una

- propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación. Enseñanza de las Ciencias, 33(1) pp. 205 – 223.
42. **GALAGOVSKY, L., MUÑOZ JC. (2002).** La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. Un entramado de palabras – conceptos (EPC) como un nuevo instrumento para la investigación. Enseñanza de las Ciencias. 20 (1) pp. 29 – 45.
43. **GARCÍA, S., DOMÍNGUEZ, J., GARCÍA – RODEJA, E. (2002).** Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. Enseñanza de las Ciencias, 20(2) pp. 217 – 228.
44. **TOULMIN, S.** Los usos de la argumentación. Ediciones Península, Barcelona (2007). ISBN 978-84-8307-765-8
45. **BITRAGO, A., MEJÍA, N., HERNÁNDEZ, R. (2013).** La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. Innovación Educativa. ISSN 1665 – 2673 Vol 13, Nro 63.
46. **Hosson, C. (2011).** Una controversia histórica al servicio de una situación de aprendizaje: una reconstrucción didáctica basada en Diálogo sobre los dos Máximos sistemas del Mundo de Galileo. Enseñanza de las Ciencias. 29 (1), pp 115 – 126.
47. **Marina, J. (2018).** La inteligencia en el siglo XXI. Investigación y Ciencia. Cuadernos M y C. Nro. 20 pp.4 – 10
48. **Friedrich, G., Preiss, G.** Neurodidáctica. Investigación y Ciencia. Cuadernos M y C. Nro. 20. pp 12 – 19.

# ANEXOS

---

## Anexo 1

TÍTULO: **El Modelo de argumentación de S. Toulmin y su aplicación en las Ciencias.**

### INSTRUCCIONES GENERALES

Para esta actividad necesitan tomar nota de la exposición sobre el Modelo de Stephen Toulmin que plantea una serie de elementos que debe cumplir todo argumento. Como en las actividades precedentes, es importante cuidar la buena redacción y ortografía, además de hacer consenso para presentar las respuestas a las preguntas solicitadas.

A. Haga un breve resumen de las interpretaciones de cada uno de los elementos del Modelo de S. Toulmin.

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Datos<br>(D)                    |  |
|                                 |  |
|                                 |  |
| Justificación<br>(J)            |  |
|                                 |  |
|                                 |  |
| Fundamentación<br>(F)           |  |
|                                 |  |
|                                 |  |
| Refutación<br>(R)               |  |
|                                 |  |
|                                 |  |
| Calificadores<br>Modales<br>(Q) |  |
|                                 |  |
|                                 |  |
| Conclusiones<br>(C)             |  |
|                                 |  |

## Anexo 2

- B. Dentro de un texto, cuya función sea el de sostener o argumentar una tesis o aseveración, el orden de los elementos arriba expuestos puede variar, o sea, estar en diversas posiciones. Por ejemplo, la o las conclusiones no necesariamente están al final, pueden presentarse desde el inicio. A continuación, vamos a analizar dos textos en los cuales se deben identificar cada uno de los elementos del Modelo de Toulmin. Una vez discutan el contenido de los textos y reconozcan los elementos colocarlos en los cuadros que están a continuación.

### B.1. Texto 1.

El tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, ya que se calienta a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo, sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día.

**(SARDA Y SANMARTÍ, 2000)**

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Datos <b>(D)</b>                 |  |
| Justificación <b>(J)</b>         |  |
| Fundamentación <b>(F)</b>        |  |
| Refutación <b>(R)</b>            |  |
| Calificadores Modales <b>(Q)</b> |  |
| Conclusiones <b>(C)</b>          |  |

B.2. Texto 2

“El Universo está regido por cuatro interacciones fundamentales y, una de estas es la gravitatoria, que se da entre cuerpos con masa, es de naturaleza mecánica. Dado que estas las fuerzas mecánicas pueden ocurrir sin contacto, hecho que está en concordancia con los cálculos que realizó Newton, podemos concluir que la interacción gravitatoria es de acción a distancia; salvo si las fuerzas mecánicas, son de contacto como los pensaban los mecanicistas cartesianos, la interacción gravitatoria no es de acción a distancia”.

**(ADAPTACIÓN DEL ARTÍCULO DE TEIXEIRA et al, 2015)**

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Datos<br><b>(D)</b>                 |  |
|                                     |  |
| Justificación<br><b>(J)</b>         |  |
|                                     |  |
| Fundamentación<br><b>(F)</b>        |  |
|                                     |  |
| Refutación<br><b>(R)</b>            |  |
|                                     |  |
| Calificadores Modales<br><b>(Q)</b> |  |
|                                     |  |
| Conclusiones<br><b>(C)</b>          |  |
|                                     |  |

PARTICIPANTES

CLAVE DE GRUPO