

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza  
de la asignatura de toxicología del programa de  
Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la  
Universidad Militar Nueva Granada**

**Autora:**

Olga Consuelo Bolívar Molano

**Director:**

John Jairo Briceño Martínez, PhD.

Mayo 2018

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Educación  
Maestría en Educación

Bogotá D.C., 31 de mayo de 2018

Señores:

**Consejo de la Maestría en Educación**

**Universidad Antonio Nariño**

**Referencia: carta del producto tipo COLCIENCIAS**

Olga Consuelo Bolívar Molano estudiante de la Maestría en Educación y autora de la tesis: La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada, dirigida por el Dr. John Jairo Briceño Martínez, doy fe y brindo informe escrito sobre el estado del producto derivado de la tesis, el cual fue presentado a la revista papeles de la UAN con registro ISSN: 0121-4128 ISSN:2462-845X ( En línea) de COLCIENCIAS) en modalidad de Artículo, titulado: La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada. Este producto fue enviado el día 30 de Julio de 2018 y se está en espera de la aceptación final.

Cordialmente,

Olga Consuelo Bolívar Molano  
Estudiante de la Maestría en Educación

CC. 35 499439 de Bogotá  
Código: 11841627481

Bogotá D.C., 31 de mayo de 2018

Señores:

Consejo de la Maestría en Educación  
Universidad Antonio Nariño

Referencia: carta del aval para presentación de la tesis que he dirigido

Cordial saludo,

En calidad de docente director de tesis, presento a usted el concepto de aprobación para que la tesis de maestría titulada: LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE TOXICOLOGÍA DEL PROGRAMA DE ADMINISTRACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, elaborada por el maestrante: Olga Consuelo Bolívar Molano con código: 11841627481, sea entregado a docentes evaluadores, considerando que el proceso se desarrolló de manera responsable y satisfactoria y cumple con la determinación de la maestría y hasta donde se pudo corroborar se respetaron los debidos derechos de autor.

Atentamente

John Jairo Briceño Martínez

Docente de la Universidad Antonio Nariño

*En memoria de mis padres,*

*Luis Simón y María Teresa,*

*verdaderos maestros de la vida y del amor.*

*A mi hijo David Santiago, mi gran amor y motor en mis retos,  
quien me ha apoyado para seguir escalando en todos los caminos de mi vida  
y ha entendido lo importante que es para mí la cultura y educación como profesional.*

## **Agradecimientos**

A través de los años, en mi vida, he dado gran importancia tanto a la formación profesional como también a la formación cultural —que considero están muy ligadas—; en cada una de estas etapas he encontrado personas y profesores a quienes considero actores que pasaron durante estos tiempos de mi educación y que de una u otra manera han dejado grandes huellas, sin embargo, hay personas que son el ejemplo de lograr objetivos propios a través de la constancia y perseverancia para alcanzarlos, ellos: mis padres y mi hijo —a quien admiro profundamente por su madurez a tan corta edad—. Él me escuchó y apoyó en cada uno de los semestres con amor y entusiasmo y conocimientos para llegar a esta meta. En otros campos admiro y agradezco al profesor asesor de tesis John Jairo Briceño quien, desde el primer día que indique cuál era mi proyecto de tesis, me asesoró incondicionalmente, he hizo que creciera mi interés por trabajar este tema de investigación, al punto de motivarme a luchar hasta lograr con rigor este resultado sin importar los momentos difíciles; de igual manera a la profesora Lyda Ximena Mora —que también me asesoró incondicionalmente en gran parte del proceso de la tesis— quien me inculcó su alegría, optimismo y empuje para lograr este reto. Los admiro y respeto por sus conocimientos

## **Resumen**

Se diseñó una estrategia de enseñanza de la argumentación que fortaleciera la participación argumentativa de los estudiantes de educación superior de la Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá Colombia). El interés fue reflexionar sobre el progreso de la argumentación científica en los estudiantes de la asignatura de Toxicología al observar los niveles de argumentación crítica y participativa en un ambiente académico (aula de clase). Para llevar a cabo el análisis de tipo cuantitativo y cualitativo se utilizó un programa estadístico, se crearon unas categorías para clasificar la información que, en gran medida, se tomó de la transcripción de los audios de las tres sesiones en las que se aplicó la estrategia. El programa permitió calcular la frecuencia de las participaciones argumentativas de los alumnos y la promoción de la estrategia por parte de la docente.

Se concluye que es posible conseguir participaciones argumentadas por parte de los estudiantes cuando la docente aprende a orientar las discusiones y, por tanto, logra promocionar la argumentación científica. Para finalizar se recomienda reflexionar sobre la importancia de aplicar la argumentación científica en cada uno de los niveles de formación académica independientemente del área o disciplina del conocimiento, pues la tendencia debe ir dirigida al fortalecimiento de las prácticas pedagógicas apoyadas en argumentación científica.

## Contenido

Resumen.....	7
Planteamiento del problema.....	12
Marco teórico .....	16
El problema de la enseñanza universitaria .....	16
La argumentación como estrategia educativa universitaria .....	22
Ventajas de la argumentación .....	25
¿Qué es y qué significa argumentar? .....	33
Metodología .....	43
Objetivo general .....	43
Objetivos específicos .....	44
Participantes .....	44
Descripción del trabajo argumentativo en clase.....	46
Explicación de los instrumentos y la recogida de la información.....	51
Análisis de los escritos elaborados por los estudiantes .....	51
Argumentación y contraargumentación de los estudiantes .....	52
Resultados .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
La argumentación de la docente.....	61
La promoción de la participación de la docente .....	61
La Participación del Estudiante .....	61
Comparación entre la promoción de la participación del profesor y la participación del estudiante .....	62
Conclusiones .....	65
Recomendaciones y sugerencias.....	68
Referencias.....	69
Anexos .....	79
Sesión 1. Argumentación en el aula.....	79
Resultado del Audio .....	79
Asbesto .....	79
Sílice .....	82
Carbón .....	83
Sesión 2. Preguntas abiertas .....	91
Sesión 3. Escritos argumentativos.....	91

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Análisis de los textos escritos por parte de los estudiantes .....	91
Análisis escritos por parte de los estudiantes .....	95
Análisis escritos por parte de los estudiantes .....	99

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1. La argumentación, sus elementos y la explicación de cada uno de ellos .....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 2: Tipos de argumentación expuestos por Weston .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3: Tipologías de los estudiantes .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4: Búsqueda de información para alimentar la argumentación .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 5: Lectura para motivar la argumentación. ....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 6: Argumentación y contraargumentación en el aula. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 7: Resultados de la participación argumentativa y no argumentativa del estudiante y docente .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Tabla 8: Total de todos grupos codificados en Atlas Ti .....</i>	<i>59</i>

### Lista de figuras

<i>Figura 1: Esquema del texto argumentativo..</i>	29
<i>Figura 2: Cómo se relaciona la argumentación con el conocimiento.</i>	34
<i>Figura 3: Diseño de actividades..</i>	47
<i>Figura 4: Grupos de códigos PARE y PPAR para la práctica de enseñanza.</i>	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<i>Figura 5: Códigos y subcódigos del grupo PARE (participación del estudiante)</i>	54
<i>Figura 6: Códigos y subcódigos del grupo PPAR (promoción de la participación).</i>	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<i>Figura 7: Argumentación de los estudiantes y de la docente que la promociona.....</i>	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<i>Figura 8: Sesión 1</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Figura 9: Sesión 2</i>	63
<i>Figura 10: Sesión 3</i>	64

## **Planteamiento del problema**

Por lo general, los estudiantes recién egresados de la educación media presentan dificultades ante el abordaje del sistema de formación de la educación superior debido a que esta nueva etapa implica ser autónomo para aplicar estrategias; en algunas ocasiones dichas estrategias son suministradas de forma empírica y otras con algo de pedagogía pero de manera informal ante la forma de leer y escribir con argumentación para su propio conocimiento o para realizar trabajos asignados en las diferentes asignaturas de su formación profesional.

Sin duda alguna, la lectura y la escritura representan e inciden fuertemente en el desarrollo de un país y su población pues como bien lo ha señalado Santacoloma (2017):

De un lado, un país con débiles niveles de lectura y escritura difícilmente puede construir condiciones para una vida democrática sólida. De otro lado, la productividad científica y la pertenencia a la vida académica se vinculan de modo directo con las capacidades de lectura y escritura (p.4).

La forma en la que se buscan e interpretan los sentidos a través de la lectura, se ha ido transformando con el paso del tiempo, pues ya no se enfoca en el análisis de palabras aisladas, sino que se sugiere, se haga sobre enunciados, pues ello permite que la mente se reconfigure en la medida en que permite que el lector se remita al contexto transmitido por el autor y a partir de allí indague y obtenga conocimiento (Andrade, 2013).

La práctica hace al maestro, y en ese sentido, practicar de manera constante la composición de textos y escritos permiten fomentar el conocimiento en la medida en que estimula el análisis y el cuestionamiento, pues la escritura y su proceso permiten clarificar los pensamientos y como tratándose de un proceso, de él pueden surgir preguntas y respuestas que

de alguna manera representan conocimiento (Sánchez, 2011). Escribir es una estrategia para fortalecer el conocimiento disciplinar, más si se incluye la argumentación científica, como parte de la cultural personal, y como un instrumento de explicación, aprendizaje y cambio.

La promoción y el fortalecimiento de la lectura y la escritura desde la enseñanza se hace necesario para estimular discusiones más reflexivas en los procesos de formación pues a partir del ambiente académico, es que se pueden aprender y posesionar prácticas de argumentación científica.

Sin embargo, durante el desarrollo de la asignatura de Toxicología se ha detectado que los estudiantes tercer semestre del Programa de Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia), horario diurno, presentan dificultades al escribir y presentar trabajos utilizando los conceptos propios de la asignatura y consignados en los textos asignados. Al momento de realizar la socialización y argumentación científica del tema, se observa, en los estudiantes, baja sustentación con poca validez del abordaje transmitido, así como el registrado en el material audiovisual que les sirve de apoyo didáctico (diapositivas) pero que solo utilizan para leer el texto escrito; por ende la comprensión entre lo escrito y lo expresado verbalmente es incoherente, sin soporte argumentativo y con escaso uso de las fuentes científicas consultadas.

Otra característica que evidencia la dificultad en la argumentación científica es el poco acceso a lecturas de documentos e investigaciones, que permitan ampliar la comprensión y sustentación de sus trabajos escritos, como el proceso de discusión de los temas, de acuerdo con lo registrado y eliminado el desconocimiento de términos o palabras sin significado; sin embargo son incorporadas sin investigar si aplica o no con el escrito, lo que impide la comprensión del contenido para el mismo estudiante expositor, como para los asistentes a la intervención en clase.

Al abordar el tema se observan contenidos extensos —en su mayoría provienen del '*copy and paste*'— que no evidencian el ejercicio académico propio de una revisión previa a lo substraído de los documentos de consulta, ni hay argumentación propia, lo que limita por un lado, el objetivo de la temática trabajada y por otro el saber del tema y la sustentación de lo consignado o aprendido del trabajo realizado.

La interacción del docente en el proceso de escritura del estudiante es muy significativa pues ésta permitirá la intervención en casos en los que se presenten dificultades (Andrade, 2009). Para lograr cambios observada en clase referente en la respuesta de los estudiantes frente a la situación a la objeción de escritura, situación que se hace loable trabajar en clases en cada uno de los niveles de formación según sea el contenido académico de formación. La respuesta a la situación problemática de la escritura a la que se enfrentan los estudiantes está en manos de los docentes universitarios de lenguaje y de las áreas de formación disciplinar, a quienes corresponde enseñar los modos específicos de leer y de escribir propios del nivel de formación y del contexto disciplinar. Los docentes deben asignar un espacio, en los programas y en las clases, para perfeccionar estas habilidades y asumir el análisis conjunto de las lecturas y escrituras de los estudiantes, de manera que incidan de manera directa en el aprendizaje de los contenidos disciplinares, en un proceso de reflexión y en la realimentación permanente.

En otras palabras, la universidad como parte de su función en la formación es la llamada a lograr que los estudiantes lleguen a ser miembros de una comunidad académica y profesional discursiva particular. La universidad como propulsora del conocimiento ya sea formativa, informativa o creativa debe aprovechar la escritura para consolidar en ella sus avances (Andrade, 2009).

Por estas circunstancias se considera importante establecer nuevas estrategias de enseñanza por parte del docente para motivar a los estudiantes a adquirir habilidades en la argumentación científica que den como resultado la producción de textos con un progreso

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

argumentativo claro y que a su vez permita el desarrollo de habilidades y competencias argumentativas e interpretativas de los contenidos producidos por ellos.

Las estrategias de enseñanza utilizadas actualmente en la asignatura de *Toxicología*, del programa de *Administración de la Seguridad y Salud en el Trabajo* pueden estar incidiendo en la comprensión de los contenidos de los trabajos elaborados según se evidencia en los resultados de la observación realizada. La estructuración de los contenidos programáticos de dicha asignatura está verificando la falencia de los estudiantes al no incluirse en las clases la aplicación de la argumentación científica en algunas temáticas específicas, al no lograr la comprensión y aplicación de lo escrito de motivar a la discusión a través de los trabajos asignados, con ausencia del enfoque crítico.

De aquí surge la importancia de realizar esta investigación para contribuir con procesos educativos que fomenten la argumentación científica en los estudiantes de toxicología de tercer semestre, de manera que esta se logre estandarizar en los contenidos programáticos de cada una de las asignaturas, en los horarios diurno y nocturno, del programa *Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional* de la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia).

De acuerdo con la problemática enunciada, este estudio plantea la siguiente pregunta en esta investigación.

¿ Es posible identificar el nivel de argumentación de los estudiantes que cursan la asignatura de Toxicología, en el programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada, mediante la utilización de una estrategia de trabajo para la argumentación que permita evidenciar tales niveles a través de índices?

## Marco teórico

### El problema de la enseñanza universitaria

Los cambios políticos, sociales y culturales que han permeado América Latina durante el siglo XXI han generado grandes impactos y transformaciones en diversos ámbitos, dentro de ellos cabe destacar el contexto educativo pues han implicado un cambio en el rol del docente universitario. En ese sentido, resulta pertinente evaluar la problemática de la enseñanza universitaria a partir de dichos cambios en la medida en que el rol de los docentes desde las instituciones universitarias es de suma relevancia para la generación de cambios y la consecución de metas en lo que respecta a los campos políticos, sociales y económicos de un país (Briceño, 2013).

La argumentación en la escritura ha sido tema de estamentos de educación básica, media y universitaria, en relación con la participación de estudiantes con los trabajos elaborados; por lo que Padilla (2010) ha evidenciado que no solo no se ha generalizado la enseñanza enfocada en la argumentación, sino que tampoco se han promovido contextos institucionales para la discusión crítica; esto es, no se crean espacios para que el estudiante haga uso de la palabra propia, ni fundamente su punto de vista.

Se mantiene la idea de que los estudiantes al ingresar a la educación de nivel superior, tienen incorporado los conocimientos acerca de cómo elaborar escritos, ensayos, artículos, y otros textos. Sin embargo, esto no se enseña en la educación media lo que impide avances en el proceso de formación y en los estudios. Según Carlino (2005), las nuevas formas discursivas desafían a todos los principiantes y, para muchas de ellos, suelen convertirse en barreras insalvables si no se cuenta con docentes que los ayuden a atravesarlas.

El hecho de ser profesor implica un papel mucho más profundo que ser simplemente un formador en la medida en que ya no se reduce solamente a enseñar, sino que su función

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

debe tender a fortalecer el aspecto crítico del estudiante, de tal manera que el conocimiento que transmite, se adapte a las realidades existentes, lo cual implica un trabajo mucho más exigente y de acompañamiento. El espacio universitario debe propender por incentivar al estudiante a informarse, a ser reflexivo, a investigar y a aprender más de lo que obtiene en el aula de clase (Martínez, 1988).

En ese sentido, la profesión docente comprende un conocimiento integral, que no queda reducido a su área específica de conocimiento, sino que debe comprender aquellos elementos que permean el contexto actual y la realidad social, la cual es compleja, versátil y por ello, exige que el docente universitario vaya de la mano con estas dinámicas. No ha podido expresarse en mejor sentido el autor Miguel Martínez (1988), al señalar que un profesor de universidad es un “creador cuyo sentido primordial es la divulgación a la sociedad del conocimiento general de su disciplina a través de la formación de las nuevas generaciones” (p. 39). Sin duda, a través de la transmisión del conocimiento de generación en generación es que las ideas viven, se desarrollan y se transforman.

No obstante lo anterior, los cambios cultural y social han generado grandes retos para la docencia universitaria, dentro de los cuales cabe destacar especialmente uno de los que proponen Benarroch y López (2009) y que versa sobre el nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje, pues lo que se pretende transmitir no es solo contenido conceptual sino también el desarrollo de nuevas competencias y habilidades, para lo cual resulta necesario que los estudiantes aprendan a defender, argumentar y debatir sus ideas, experiencias y conocimientos (Briceño, 2013). Es así como se refleja el nuevo rol del docente en la medida en que debe fomentar el ejercicio argumentativo y reflexivo, lo que evidencia la transformación del epicentro de este contexto, pues se pasa de un modelo de enseñanza a un modelo de aprendizaje.

Di Stefano y Pereira (2004) encuentran una serie de diagnósticos que codifican en unas categorías que pueden señalar las dificultades de los estudiantes al asumir lecturas o ejercicios

escriturales científicos en la educación superior y que son marco orientador en la búsqueda de estrategias académicas:

- Enunciativos: no se construye adecuadamente el enunciador ni el renunciario del escrito.
- Conectivo: no hay una organización de las partes del texto en lo que respecta a párrafos, títulos o subtítulos.
- Secuencial: no hay una coherencia o correcta articulación de las proposiciones, no se tienen en cuenta las estructuras de las ideas.

Es importante analizar las dificultades que refieren los estudiantes al aplicar la argumentación en trabajos escritos —luego de revisar diferentes investigaciones— debido a la escasa o nula formación que tienen al respecto. Recientemente Bañales, G., Vega, N., Araujo A., Valladares, A. y Rodríguez, B. (2015), en un artículo de revisión, han señalado que las principales dificultades tienen que ver con:

- a) entender los tipos de tareas y preguntas de indagación vinculadas a la argumentación disciplinar
- b) reconocer las características de los argumentos en los textos académicos y,
- c) regular los procesos de planificación, redacción y revisión implicados en la producción de escritos argumentativos, especialmente en los ensayos a partir de múltiples fuentes (p.880).

Asimismo, en el contexto mexicano Castro y Sánchez (2013) identificaron que los ensayos argumentativos de opinión producidos por estudiantes universitarios, a diferencia de la escritura académica experta, muestran las siguientes dificultades: “a) adoptan una estructura retórica expositiva, b) carecen de un uso retórico de las citas que sustente su propia voz y

argumento en el texto, c) emiten evaluaciones poco matizadas y utilizan apreciaciones personales, d) no cuestionan los conocimientos” (p. 880).

De acuerdo con la corriente pensamiento crítico a partir de la argumentación, para Cisneros, Muñoz, y Herrera (2014)

(...) la escritura y la lectura se ligan directamente a la estructuración de un pensamiento crítico y reflexivo desde dos posibilidades: en primer lugar, la escritura y la lectura pueden ir más allá del uso instrumental de las actividades académicas para inscribirse en acciones pedagógicas orientadas a que el sujeto estructure procesos metacognitivos para desarrollar sus habilidades argumentativas. Se reconoce, el potencial metadiscursivo de la lectura y la escritura, y la necesidad de que este se haga objeto de un proceso pedagógico explícito. En segundo lugar, la enseñanza de la escritura y la lectura en la Universidad que apunta al fortalecimiento de la capacidad crítica y argumentativa, debe posibilitar, pedagógicamente, el tránsito del estudiante de la escritura personal a la escritura académica (p. 48).

Por esta razón, tal y como lo señalan Cisneros *et al.* (2014), estas propuestas apuntan a dos tipos de problemas específicos en el proceso pedagógico: la relación entre el texto y el contexto, y la construcción de competencias sobre esquemas textuales propios de las culturas académicas.

La actividad del profesor universitario es dar clase, lo que parece obvio, sin embargo el propósito no puede reducirse a cumplir dicho deber, sino que debe propender por generar recordación. El profesor sin duda podrá investigar, gestionar la institución, buscar recursos y otras actividades, pero su razón de ser es posible porque hay alumnos a los que él debe enseñar y, lo que es más importante, que estos aprendan (Peña, 2003).

Peña (2003) abordando correctamente la problemática, señala que:

“La cuestión de la profesionalización sigue estando lejos de lo que muchos sectores sociales demandan la participación y dinamización de los estudiantes está muy lejos de alcanzar niveles

deseables, ciertos rasgos de insatisfacción con la universidad que empiezan a extenderse en sectores amplios de población en muchos países. Estas y otras cuestiones que podrían señalarse, parecen indicar problemas de fondo no resueltos y que bien podrían tener un denominador común, en la universidad siguen existiendo diversos modelos subyacentes, diversas concepciones acerca de sí mismas que no acaban enteramente de hacerse compatibles entre sí, que no encajan, llevadas a su extremo, son auto contradictoria”.

En su origen, la universidad surge de la idea de alma mater (alumno=alimentado y nodriza, alma, la universidad) en la que se exigía a los alumnos escuchar (audire) y, por tanto, que fuesen (ob-audientes) obedientes, pero no se trató nunca de una escucha pasiva sino de atender de forma interrogativa (Peña, 2003).

San Martín (2009), refiere que para Paula Carlino una de las principales dificultades para los estudiantes, es la comprensión de textos académicos. Sin embargo, esto no se debe a la carencia en habilidades si no a la falta de información que poseen con respecto a las diversas comunidades académicas puesto que al estudiante se le exige conocer las características de estas a pesar de no ser formados en dicho campo.

Es por tal razón que para promover el pensamiento y evitar la deserción académica Carlino, citada por San Martín (2009) refiere

Es indispensable que los profesores de todas las materias compartan una responsabilidad: enseñar los modos específicos de las disciplinas sobre cómo encarar los textos, explicitando los códigos de acción cognitiva sobre la bibliografía y hacer lugar en las clases a la lectura compartida, ayudando a entender lo que los textos callan porque dan por sobreentendido. (p. 11).

Rincón y Gil (2017) en su trabajo titulado *Lectura y escritura académica en la Universidad de Valle* afirman:

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Así, mientras que, en la educación básica y media, los estudiantes leen básicamente textos hechos para aprender (...) y lo que se les pide la mayoría de las veces es «dar cuenta de lo que leyeron», en la formación profesional universitaria los estudiantes se tienen que enfrentar con diversos géneros textuales (...) organizados en modos predominantemente expositivos y argumentativos, con temáticas de gran complejidad que requieren modos especializados de aproximación (p.19).

La dificultad de los alumnos universitarios para comprender textos está relacionada con el poco acceso que tienen a los documentos originales, que se suple por el uso de fotocopias que, en varias ocasiones, no poseen información previa ni posterior al capítulo revisado por el estudiante, situación que no permite al alumno conocer el contexto en el que se desarrolló el documento (San Martín, 2009).

Lo anterior, sumado al lenguaje utilizado por las comunidades académicas, genera dificultades en la comprensión, puesto que estos textos están dirigidos a colegas quienes tienen conocimientos similares y comparten métodos para argumentar, exponer y justificar lo plasmado en los documentos, razón por la cual algunos de los temas tratados son solo un esbozo de estos (San Martín, 2009). Además, como afirma Bautista (2015) la escritura argumentativa no es promovida en la educación básica y media de tal manera que los alumnos y los maestros tomen conciencia de su importancia en la educación superior.

Para que se dé de manera adecuada el proceso de escritura por parte de un alumno, este debe tener un conocimiento vasto acerca del tema, asimismo es fundamental que tenga en cuenta la forma en la que se desarrolla un texto de acuerdo con el contexto en el cual será presentado el mismo. Es importante que se realice un plan para desarrollar el texto, en el cual la labor del docente es primordial pues este será quien guíe al estudiante en su construcción (San Martín, 2009).

## **La argumentación como estrategia educativa universitaria**

La argumentación en la educación universitaria es una herramienta que ha despertado el interés en los docentes, especialmente durante los últimos tiempos, pues es evidente que se ha considerado como una competencia necesaria en la actualidad para enfrentar de manera eficiente los retos que propone la sociedad.

En ese sentido es viable afirmar que la argumentación es un instrumento que permite la transformación social pues siendo utilizada por los diversos agentes que participan en el ámbito educativo, pueden generar cambios que permiten aterrizar lo aprendido a la realidad, lo teórico a lo práctico y dejar de lado el paradigma de las que las teorías atañen solamente al aula de clases. Lo anterior, bajo un esquema de discursos realizados de manera propugnada y concisa a los planes.

Es importante resalta ¿Qué es la argumentación científica?, como parte de la formación de los estudiantes. Según. Adúris (2017) la definición de trabajo, que llamo el “modelo de las tres ces (3C)” entiende por competencia científica escolar cualquier capacidad (cognitiva, discursiva, material, valórica, emocional) de orden superior para hacer algo sobre un contenido científico determinado (de aquellos prescritos curricularmente) dentro de un contexto bien caracterizado (escolar, pero a la vez socialmente significativo y, por tanto, transferible a la vida ciudadana)<sup>3</sup> (p.22). s y deseos sociales.

Por lo anterior, se requiere de una reconceptualización misma del rol del docente, de su actividad y profesión, pues la labor ya no puede reducirse a transmitir conceptos y teorías, sino que debe implicar un ejercicio reflexivo sobre sí mismo, la realidad que le rodea y la que transmite a sus estudiantes (Ramírez y Piña, 2005).

De este modo, la argumentación como estrategia educativa universitaria permite espacios que aparte de ser didácticos, fomentan el ejercicio crítico y reflexivo del estudiante

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

mediante la construcción de una gran diversidad de ideas. El ejercicio deja de ser mecánico, deja de consistir simplemente en seguir instrucciones para conseguir lo que el docente pretende sino que fomenta la capacidad analítica y propositiva del estudiante que no se limita a expresar puntos de vista ajenos sino que finalmente logra la construcción de unos argumentos propios, racionales y sustentados.

Bañares *et al.* (2015) señalan que la problemática de la educación con argumentación ha inquietado a los pedagogos, y ello ha generado un incremento en la búsqueda de prácticas y metodologías que permitan la formación basada en la argumentación. Este énfasis se ha implementado en la formación profesional de estudiantes de algunas universidades, lo que ha favorecido la aplicación en diferentes documentos a trabajar en su formación académica.

Zambrano, Valencia, Orozco, y Caro (2016) desarrollaron un proyecto de investigación titulado Enseñanza para la argumentación científica. Una propuesta didáctica dirigida a profesores del programa de Biología de la Universidad del Quindío que tuvo como objetivo proponer estrategias para la enseñanza de la producción de textos argumentativos escritos. Según los hallazgos de este estudio en la escritura argumentativa está la clave para aprender ciencia, puesto que por medio de esta los alumnos tienen herramientas para hablar, escribir y leer ciencia de una manera reflexiva.

El argumento debe estar compuesto por inferencias o razonamientos, pues de esta forma se diferencia un escrito argumentativo de uno informativo, descriptivo o narrativo, sin embargo, no solo esto es necesario, se debe justificar, probar, “persuadir, convencer, llegar a acuerdos o resolver diferencias de opinión” (Harada, 2009, p.131).

Bautista (2015) en su trabajo *Producción de textos argumentativos en estudiantes de décimo grado en la Corporación educativa amigos instituto Jean Piaget en Florencia Caquetá*

propone trabajar con estudiantes de décimo grado varias formas de argumentación, dentro de los cuales se encuentran

- Argumentación por generalización
- Argumentación por modelo
- Argumentación causalidad
- Argumentación por autoridad

La argumentación por generalización, señala Bautista (2015) requiere para su desarrollo que las premisas lleven a una conclusión. Se deben tener en cuenta las siguientes reglas: “se debe partir de ejemplos que sean realmente representativos; no se debe argumentar a partir de excepciones; es necesario proponer más de dos ejemplos y sobre todo no sacar conclusiones exageradas” (Bautista, 2015, p. 37).

En la argumentación por modelo, lo más importante es que se brinde un único ejemplo donde se explique cómo deberían ser las cosas, sirve para justificar acciones y busca persuadir acerca de una acción. Se deben tener en cuenta:

Partir de un ejemplo excepcional digno de imitar o rechazar; la conclusión debe ser una recomendación o sugerencia en la que se indique si vale la pena imitar o rechazar el ejemplo; en las premisas es necesario describir las cualidades o defectos del ejemplo ofrecido lo que le hace imitable o rechazable; y por encima de todo no sacar conclusiones exageradas. (Bautista, 2015, p.39).

En la argumentación causalidad es supremamente relevante que el alumno identifique las diferencias entre hechos causales y hechos casuales.

Las reglas a tener en cuenta al momento de elaborar argumentos acerca de las causas son: que el nexo causal se enuncie en la conclusión; debe tratarse de dos hechos, en efecto correlacionados, no pueden ser una coincidencia; las premisas deben hacer

evidente que cuando aparece un evento (A) aparece un evento (B) y cuando no aparece uno de los eventos (A) no aparecerá el otro (B); en una de las premisas que compone el argumento es necesario explicar cómo uno de los eventos (A) conduce al otro (B); es de suma importancia que no se confunda el efecto con la causa y que tampoco se saquen conclusiones exageradas. (Bautista, 2015, p. 39).

En la argumentación por autoridad lo primordial es que se toma como “premisa la opinión de quien es considerado una «autoridad» en el asunto, es decir, de alguien que es considerado un experto en la materia. Por ello, decimos: «x es verdadero porque lo dice N», donde «x» es un enunciado y «N» la autoridad” (Bautista, 2015, p.40).

### **Ventajas de la argumentación**

Según Bermejo (s. f.) “*Argumentar no es la única forma de convencer. Ni siquiera argumentando bien nos garantiza la persuasión de los oyentes*” (p. 1) y se pregunta “*¿por qué argumentar?*” (p. 1). En otras palabras, argumentación es concebida como una “*garantía de legitimidad en las interacciones comunicativas*” (p. 1), en otras palabras, la argumentación es la característica de la comunicación de un emisor que avala que su información es auténtica, genuina, verídica; Bermejo (s. f.) también indica que la utilización de la argumentación es una herramienta mucho más valiosa que las amenazas, seducciones varias o simples mofas o burlas que en ocasiones caracterizan la comunicación de los seres humanos.

Relacionado con el contexto anterior, Andrade (2013) plantea que al ingresar los estudiantes la universidad se espera que en lo que respecta a la escritura académica, se utilicen conceptos del programa al que se matriculan para que elaboren documentos con argumentos, respaldados en hipótesis que estén abordando para demostrar importancia académica como saberes aprobados.

Por otra parte, Adúriz, Revel, y Meinardi (2014) indican que la argumentación es una “acción social, intelectual y verbal” (p. 2) que se utiliza para demostrar o contradecir una opinión y que consiste en hacer declaraciones según el interlocutor o interlocutores y el propósito por el cual se realiza haciendo de esta, una ventaja frente a otro tipo de comunicación que no se fundamenta en la razón y la lógica.

Para Rodríguez (2008) la argumentación es una ventaja, pues es una vía útil que pretende obtención de un consenso entre dos partes. Otra de sus ventajas, es el uso que se le puede dar como herramienta que facilita la defensa de un punto de vista que pretende convencer a terceros, lo que permitirá entonces la transformación de la manera en que comprendemos un concepto, un suceso o un comportamiento. Asimismo, la argumentación facilita los cambios de actitud en el o los receptores lo que genera cambios cognitivos y comportamentales orientados, muchas veces, hacia la búsqueda de la razón y a un pensamiento lógico.

Por otro lado, Adúriz *et al.* (2005) en su investigación *Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar* concluyeron que la implementación de la enseñanza del proceso cognitivo-lingüístico que define la argumentación, a diferencia de otros procedimientos científicos, como lo son la definición, la descripción o la formulación de hipótesis resulta valioso, pues este proceso de argumentación requiere realizar un análisis apropiado, a diferencia de otros procesos que inician con la evaluación, justificación, explicación o argumentación de las respuestas que se dan a las preguntas sin su análisis necesario. Además, durante la investigación identificaron que en las producciones textuales que realizaron con una población de dos cursos de secundaria de quinto año, de jóvenes entre los 16 y 17 años, existe una relación positiva entre el aprendizaje de la argumentación científica y la adquisición del modelo de aprendizaje de su investigación. Lo anterior confirma que la argumentación y su implementación como competencia, favorece el aprendizaje de contenidos educativos y, en este caso, científicos.

Hidalgo (2016) concuerda al afirmar que la dimensión argumentativa del diálogo es de gran importancia en la medida en que considera que:

La estructura de los argumentos y de las presuposiciones que hacen que una práctica sea argumentativa, no ofrece herramientas que permitan ver al otro y a sus argumentos como una fuente de comprensión a la que necesitamos acceder si queremos construir los lazos de aprendizaje colaborativo que son imprescindibles en las actuales sociedades pluralistas. De allí la importancia de la dimensión hermenéutica en todo diálogo intercultural, pues invita a asumir el pluralismo como una actitud existencial que ha de adoptarse al momento de encontrarse con un Tú cuyo proyecto de vida es distinto al mío.

Sánchez, Sánchez, Méndez, y Puerta (2013) reconocen la importancia de la enseñanza de la argumentación en las aulas de educación superior para comprender los elementos que permiten asumir el texto como una actividad no solamente de comunicación, sino cognitiva que conlleva un acto locuaz como también preparado y que puede brindar al docente una variedad de elementos y saberes para evaluar un texto con parámetros claros y suficientes.

Al aplicar, en el proceso educativo, la enseña-aprendizaje de la argumentación con bases científicas se va creando la cultura de utilizar la argumentación con contenidos y conexión entre las personas que participan, lo que facilita así que los estudiantes discutan con coherencia y fundamentación. Algunos autores, han incursionado en el contexto de la argumentación a través de los cursos virtuales, refieren complicación en el manejo de formación de la argumentación por las restricciones de diálogo igualitario con fundamentos y la validez de intervención de quienes participan.

Como lo señalan Osborne y Eduran (2004):

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Es importante llevar a las clases de ciencias las controversias que se dan en el ámbito de las disciplinas científicas, que permitan identificar los criterios de validez y confiabilidad con los cuales los científicos apoyan sus teorías, explicaciones, modelos y predicciones (p. 57).

En ese sentido, se logrará que los estudiantes tengan la posibilidad de explorar el proceso de la argumentación científica, siendo participes presenciales y protagonistas del proceso; a medida que se preparan en la utilización de documentos científicos afianzan el saber argumentativo. Tamayo (2011) plantea

Los estudios sobre la argumentación en el aula muestran en general dos tendencias: los de orden estructural, que profundizan en la comprensión de las formas de los argumentos; y los de orden funcional, que tienen como intención entender los usos de la argumentación. (p. 216).

El orden estructural conformado por tesis, se refiere a la idea primordial que se defiende. El cuerpo argumentativo se refiere a la correlación de argumento planteado y las ideologías a defender y refutar ideas en contraposición. Por último, la conclusión, lleva a definir los resultados de este planteamiento previ6, su prop6sito es persuadir. Sard6 y Sanmart6 (2000) demuestran la dificultad con relaci6n a la relevancia y la pertinencia de los argumentos, ellos retoman la estructura de Toulmin (1993) qui6n plante6 que “hay normas universales para construir y evaluar las argumentaciones, que est6n sujetas a la l6gica formal” (p. 4). Por lo que propone el modelo de la estructura formal de la argumentaci6n que se resume en la figura 1.

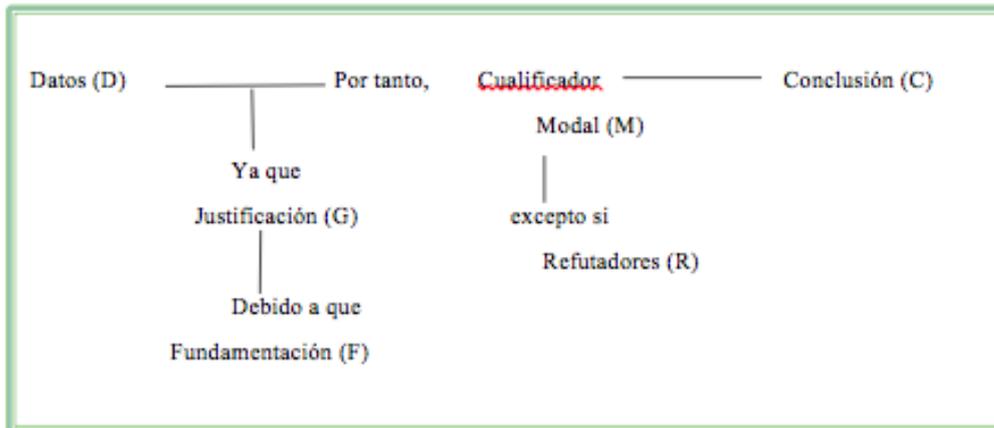


Figura 1: Esquema del texto argumentativo. Tomado de Toulmin (1993, p. 4).

El modelo que propone se basa en el esquema de la argumentación, que contiene los componentes:

D = Datos: hechos o informaciones factuales que se invocan para justificar y validar la afirmación.

C = Conclusión: la tesis que se establece.

G = Justificación: son razones (reglas, principios...) que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión.

F = Fundamentos: es el conocimiento básico que permite asegurar la justificación.

Q = Calificadores modales: aportan un comentario implícito de la justificación; de hecho, son la fuerza que la justificación confiere a la argumentación.

R = Refutadores: también aportan un comentario implícito de la justificación, pero señalan las circunstancias en que las justificaciones no son ciertas.

Con relación a la figura anterior Toulmin (2007) describe que al hacer una aseveración, con la responsabilidad que esto acarrea —al ponerla en cuestión— se lleva a la duda, por lo que quien argumenta debe apoyarse en enunciados que logren llegar a la justificación y, dado el caso que no se llegue a convencer con argumentaciones científicas, a quien ponga en indecisión y no llegue a razones valederas, se seguirá objetando con argumento nuevos.

La enseñanza de la escritura y la lectura en la universidad, orientada al fortalecimiento de la capacidad crítica y argumentativa, debe posibilitar pedagógicamente el tránsito del estudiante de la escritura personal a la escritura académica. De esta forma se asume que no se trata simplemente de introducir a los estudiantes universitarios en las lógicas académicas, sino que la escritura y la lectura pueden permitir encontrar puentes y vínculos entre las escrituras particulares de los sujetos y las prácticas escriturales universitarias (Cisneros *et al.* 2014). De este modo se logra modificar el sentido de escritura cotidiana a escritura académica, con énfasis en la escritura con argumentación para que sea relevante en el proceso de formación en la universidad, la cual se logra con la introducción y reiteración en la aplicabilidad de los procesos de leer y escribir para concebir la argumentación científica.

La argumentación permite desarrollar y fortalecer la capacidad analítica, reflexiva y propositiva del ser humano. Mediante su utilización se puede ejercer influencia sobre los pensamientos, ideologías, creencias, acciones e intereses de otras personas. Asimismo, y desde la perspectiva de ambos extremos de la relación educativa, facilita la estrategia enseñanza-aprendizaje en la medida en que la construcción de ideas y conocimientos ya no queda reducido al profesor sino que, al tener el estudiante un rol más activo, permite la adquisición de un conocimiento mucho más profundo y el papel del docente empieza a verse como guía y acompañamiento. El estudiante deja de ser un simple receptor para convertirse en el protagonista de sus propias construcciones mentales, para generar conocimiento orientado por el docente (de la Torre y Violan, s. f.). De igual manera, la argumentación repercute en aspectos personales del individuo en la medida en que permite la resolución de conflictos mediante el intercambio de opiniones y bajo un marco de tolerancia y respeto por las diferencias, pero con una actitud crítica y analítica frente a determinadas situaciones.

En el mundo globalizado la argumentación es una metodología fundamental que permite la transformación social y la aprehensión de los contenidos académicos de una manera

mucho más didáctica, con un contenido alto de participación de los estudiantes que desarrollan competencias y habilidades; esta metodología se enseña a partir la participación activa del estudiante. En ese sentido han afirmado Saturnino de la Torre y Verónica Violant (s. f.) que *“Los créditos no se definen en términos de horas de dedicación del profesorado sino principalmente las actividades y del logro de competencias del alumnado”* (p. 1) [sic].

Jiménez (2010) plantea

Cabe la posibilidad de replantearse la dinámica que se da en clases (y no solo en la de matemáticas), de tal manera que se generen espacios donde los estudiantes puedan reflexionar, argumentar, participar sin restricciones e interactuar entre sí, con el profesor y con el saber matemático. (p. 4).

Con énfasis en la hermenéutica y la comprensión argumentativa en matemáticas como en otras materias se logra alcanzar diferentes y variados saberes, como el aprender a escuchar, interpretar y concluir un debate temático.

Sin duda alguna, la argumentación es una herramienta que permite un progreso sustancial en la formación académica, ya que fomenta la interacción oral, incentiva el conocimiento e inquieta al estudiante por la investigación y la reflexión, tal como lo afirma John Briceño (2013) *“la búsqueda de soluciones a través de los procesos reflexivos constituye, en estos momentos, una herramienta básica en la propia formación de los individuos y en la formación docente”* (p. 103).

De esta manera, cuando el individuo crea conocimiento a partir de sus experiencias y herramientas aplicadas al proceso de la escritura puede llegar a un nivel de mayor comprensión, donde plasma de una manera crítica y objetiva sus sentires y pensares ante un conocimiento adquirido; debe ser estimulado hacia un nivel superior que conlleve a que, a través de una producción escrita con calidad y buen contenido, exprese y transfiera su pensamiento poético

o científico junto aquello que ha sido aprendido, y que aporta en gran medida a lo que somos como seres humanos y a la construcción histórica del mundo y así “*enriquecer la psique humana, desarrollar el espíritu humano, intensificar su vida interior*” (Ong, W., 2016), esto es, en la construcción del discurso científico o especializado “un desarrollo mutuo entre ciencia y escritura” (Gutiérrez, 2011. p. 2).

La argumentación se ha incorporado en la educación básica, media y superior desde hace algunos años, aunque no es una generalidad, como lo menciona Molina (2014)

Datos presentados en una investigación doctoral centrada en las prácticas de escritura y argumentación de estudiantes universitarios de Letras y Biología, a través de ciertas condiciones didácticas, permiten que estas se transformen en objetos de enseñanza y en herramientas epistémicas para aprender contenidos disciplinares. (p. 89).

Esas prácticas de escritura y argumentación, bajo condiciones didácticas, permiten que los estudiantes modifiquen las formas de pensar y decir con relación a la disciplina educativa.

De la misma manera, Jiménez (2012) señaló que la argumentación favorece la formación de aptitudes elementales propias de la educación como lo es el desarrollo de reflexión crítica, que en últimas facilita la participación en decisiones sociales relevantes y que a su vez forma un método de aprendizaje más efectivo y refinado. Todo esto dirigido al desarrollo de una cultura científica que permite el desarrollo de ideas.

Briceño (2013), tomando como base las palabras de Aleixandre Jiménez, describe que

La argumentación puede contribuir a desarrollar competencias relacionadas con la forma de trabajar de la comunidad científica, desarrollar ideas por la naturaleza de la ciencia que hagan justicia a su complejidad y a la cultura científica, mejorar los procesos del aprendizaje, ayudando hacer públicos, mediante el lenguaje algunos procesos cognitivos, desarrollar el pensamiento crítico. (p.113).

Desde el mismo momento que se inicia la formación académica con soporte en la aplicación de la argumentación, esta se promueve con discernimientos críticos y resolución de dificultades, mediante la intervención de los estudiantes en eventos de carácter científico de tipologías sociales, pedagógicas, concernientes con el ser humano y el ambiente que la rodea, es decir hacia conseguir una intervención una comunidad.

Gensollen (2017) considera cuatro factores que determinan la mayor o menor incidencia de la argumentación, estos son: los intereses comunes, los puntos de vista diferentes, la confianza en la racionalidad y la apertura al cambio. Es así como los participantes en una discusión científica, coinciden en el interés de la temática a argumentar, conociendo de antemano la temática planteada para intervenir en discusiones lo que repercute en las diversas opiniones de los participantes.

Según Johnson (citado por Gensollen, 2017) *“la bondad argumentativa es relativa a las funciones o propósitos que consideremos que la argumentación debe cumplir. Pero es en este punto donde el debate se vuelve aún más intenso”* (p. 5). La buena intervención del moderador de la práctica argumentativa permitirá llegar al objetivo propuesto para el tema en discusión.

### **¿Qué es y qué significa argumentar?**

El acto de argumentar ha sido definido por la Real Academia Española (RAE, 2014) en tres términos puntuales *“aducir, alegar, dar argumentos”*; estos últimos, definidos por la RAE como los razonamientos para probar o demostrar una proposición, o para convencer de lo que se afirma o se niega.

Según Jiménez-Aleixandre (2010) la argumentación es el núcleo de los distintos procesos relacionados con el conocimiento. Ya sean de comunicación, evaluación o

La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada construcción; a través del uso de múltiples técnicas argumentativas como la justificación, la persuasión, o el dialogo la argumentación contribuye en el modo de aprendizaje, el pensamiento crítico y la cultura científica.

El esquema de la figura 2 permite entender cómo se relaciona la argumentación con el conocimiento.

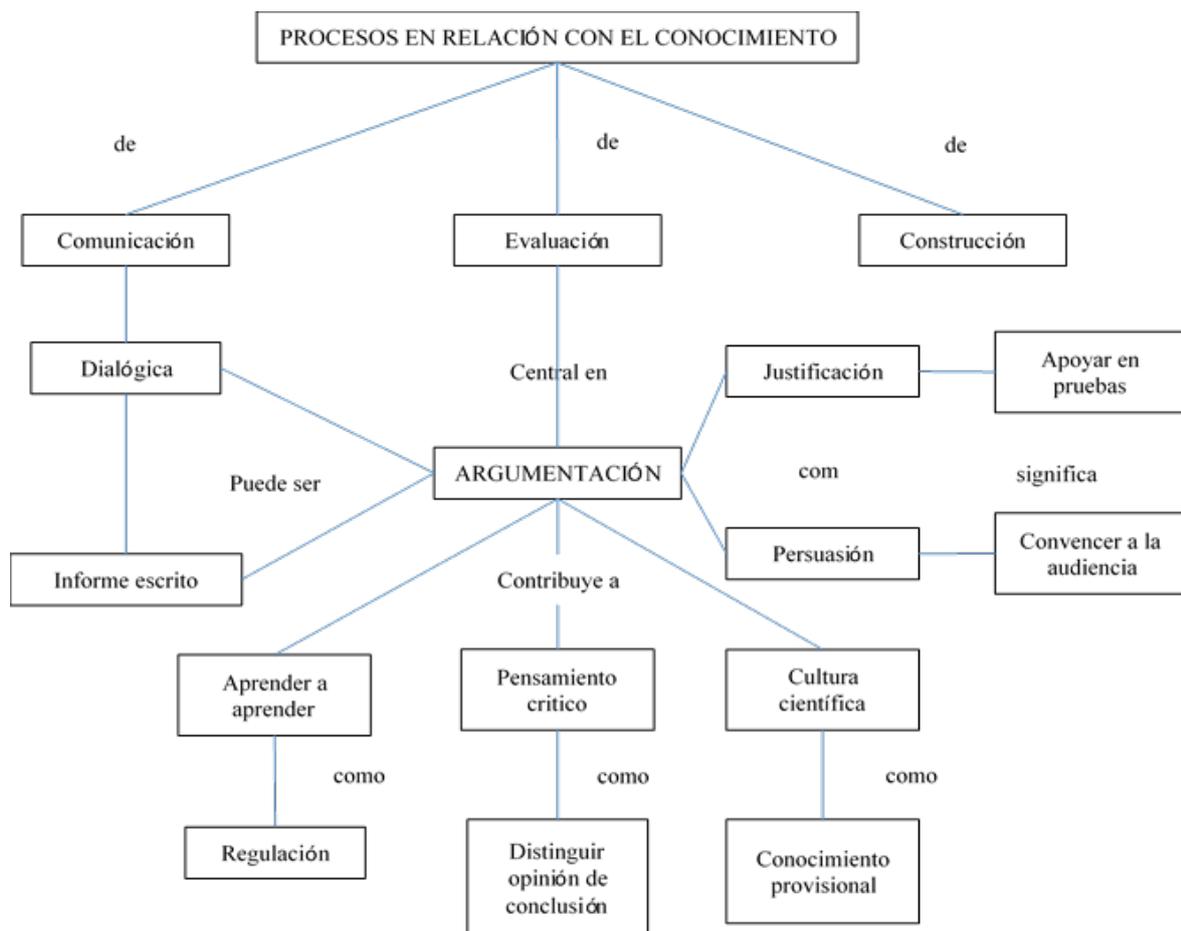


Figura 2: Cómo se relaciona la argumentación con el conocimiento. Jiménez-Aleixandre (2010, p. 11).

Entonces, la argumentación consiste en la capacidad de justificar cada conclusión y enunciado científico mediante su demostración con pruebas. Como proceso social, la argumentación está relacionada con la persuasión —que se entiende como la manera de convencer a otros de que una determinada interpretación es correcta—. Además, puede decirse

que la argumentación de cada individuo se construye para convencer a otros de que las pruebas expuestas son verdaderas.

Aleixandre y de Bustamante (2003) entienden por argumentación “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes” (p. 361).

Briceño (2013) trae a colación la idea de Jiménez (2010), según la cual “la argumentación se puede definir de distintas formas, pero se puede tomar como punto de partida la que la concibe como la evaluación de enunciados de conocimiento —teorías, hipótesis, explicaciones, conclusiones, opciones— a partir de pruebas disponibles” (p. 110).

Briceño (2013) ha mencionado y explicado los elementos que intervienen en la argumentación según Toulmin (citado por Briceño, 2013). Esto es

i) a conclusión como elemento que se pretende sustentar. ii) La prueba, como el recurso disponible que sustenta la conclusión iii) la justificación, que debe tener un nexo entre los dos elementos anteriores iv) el conocimiento básico, que respalda la justificación y se sustenta en teorías ya adquiridas v) calificadores modales, los cuales permiten graduar la certeza sobre la afirmación y vi) la refutación que implica el reconocimiento de una serie de excepciones a la conclusión. (p. 111).

Por otro lado, Gonzáles (2010) afirma que la argumentación consiste en reconocer que todas las conclusiones y los enunciados científicos deben ser evaluados y justificados a través de pruebas. Establece que “la argumentación es un artefacto cognitivo del que se dispone para evaluar el conocimiento. Es el principio de una competencia científica” (p. 55).

Rodríguez Bello (2004) explica que

La argumentación es un proceso secuencial que permite inferir conclusiones a partir de ciertas premisas. Implica un movimiento comunicativo interactivo entre personas, grupo de personas

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

e incluso entre la persona y el texto que se está generando, en especial, cuando se reconoce a la escritura como un acto textual consciente, que permite elegir palabras con una selección reflexiva que dota a los pensamientos y a las palabras de nuevos recursos de discriminación. [sic]. (p. 3).

Estos elementos de argumentación y explicación se muestran de manera más clara en la tabla 1

*Tabla 1. La argumentación, sus elementos y la explicación de cada uno de ellos*

<b>Argumentación</b>		
<b><i>Conclusión</i></b> Enunciado que se pretende probar o refutar (un tipo especial de conclusiones son las explicaciones que persiguen interpretar fenómenos naturales).	<b><i>Pruebas</i></b> Observación, hecho, experimento al que se apela para evaluar el enunciado (Toulmin los denomina datos).	<b><i>Justificación</i></b> Es un enunciado que pone en relación la explicación con las pruebas.

<b>Elementos auxiliares</b>		
<b><i>Conocimiento básico</i></b> Respalda la justificación apelando, por ejemplo, a teorías.	<b><i>Calificadores modales</i></b> Expresan el grado de certeza o incertidumbre del argumento, por ejemplo: probablemente con seguridad, depende, entre otros.	<b><i>Refutación</i></b> Según Toulmin es el reconocimiento de las restricciones o excepciones a la conclusión. Las pruebas del adversario.

Fuente: Tomado de Briceño (2013, p. 111).

La definición de Briceño (2013) se fundamenta en la estructura de los argumentos; en este sentido se plantea la separación en conclusiones, pruebas y justificaciones. La primera

categoría abarca los enunciados que se quieren probar o desvirtuar, la segunda, los hechos o experimentos mediante en los cuales se soporta la idea inicial, y la última categoría, relaciona el argumento con las pruebas.

Padilla (2010) entiende la argumentación como el proceso a través del cual el conocimiento se construye y se pone a consideración de la academia. En analogía a este concepto, desarrolla el de “argumentación cotidiana” que se interpreta como la manera en la que se utiliza la argumentación en contextos informales tales como la familia o el grupo de amigos.

En el texto de Chion, Meinardi y Adúriz-Bravo (2014) se replica la postura de Jiménez Aleixandre (2010) quien define la argumentación como la capacidad de usar las pruebas para valorar enunciados.

Bautista (2015) explica que

El texto argumentativo se caracteriza por lo racional, en cuanto conlleva el desarrollo de un razonamiento a través de operaciones de orden lógico destinadas a expresar relaciones causa-efecto entre los hechos del mundo presentados. Es por ello, que al desarrollar una escritura argumentativa a su vez se activan procesos mentales en los jóvenes, tales como: la lógica, la capacidad de presentar ideas claras y lógicas, personas objetivas, críticas y transformadoras de su contexto. (p. 22).

Como lo afirmaba ciertamente Camps (1995):

El discurso argumentativo escrito tiene intrínsecamente un carácter dialógico. Esta característica se pone de manifiesto en la contra-argumentación, que es uno de los aspectos que mayor dificultad presenta para los aprendices, tanto en la comprensión como en la producción de textos escritos

Esta dificultad se hace patente en las actividades desarrolladas en el curso de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre este tipo de discurso con alumnos de los primeros niveles de enseñanza secundaria. De ello se desprende la necesidad de su enseñanza específica (Camps, 1995).

Según Perelman y Olbrechts-Tyteca (citados por Camps, 1995) la argumentación consiste en provocar o acrecentar la adhesión de un auditorio a las tesis que se presentan a su asentimiento. Grize (1974) afirma que *“es intentar, mediante el discurso, llevar a los interlocutores a una cierta conducta; es, pues, una actividad discursiva que se orienta a intervenir sobre los juicios, las opiniones, las preferencias de dichos interlocutores”* (p. 52).

Lo anterior significa entonces que el arte de argumentar requiere del esfuerzo en el discurso empleado para poder atraer al público hacia una determinada síntesis que se está presentando, de tal manera que se traslade al destinatario a actuar y pensar como el interlocutor.

Para Camps (1995) *“la argumentación presupone una diferencia en la representación de una determinada situación y una cierta resistencia al punto de vista y a las razones del argumentador. Lo que éste se propone es reducir la diferencia con la utilización del Lenguaje”* (p.52) [sic].

Se contempla la argumentación como un texto que tiene por objetivo persuadir al destinatario de la posición que se tiene frente a alguna idea, o convencerlo de lo correcto o erróneo de una teoría basada en determinadas razones (Xunta de Galicia, s. f.). Además, se caracteriza por tener una estructura particular, se presenta la opinión, y esta se defiende o rechaza con el uso de argumentos, dejando como producto una conclusión o tesis.

Para Arnoux, (2002) la argumentación se define como *“la acción del lenguaje a través de la cual se busca persuadir”* (p. 13). Pero la argumentación es una de las construcciones

La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada

discursivas más complejas que ha dado pie a diversas definiciones y diversos enfoques teóricos desde los que ha sido estudiada. Esta afirmación y otras de investigadores del mismo interés ha hecho que se amplíen los argumentos heurísticos para construir juicios con argumentación

En la tabla 2 se exponen los tipos de argumentación expuestos por Weston citado por Ríos (2013).

*Tabla 2: Tipos de argumentación expuestos por Weston*

Tipos de argumentos				
<b>Argumentos mediante ejemplos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecen uno o más ejemplos específicos en apoyo de una generalización</li> </ul>	<b>Argumentos por analogía</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasan de un caso o ejemplo específico a otro ejemplo, argumentado que ambos ejemplos son semejantes.</li> </ul>	<b>Argumentos por autoridad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurren al discurso o voces de otras personas que hablan del tema, pero citando las fuentes, que deben ser válidas.</li> </ul>	<b>Argumentos por causalidad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se centran en averiguar qué o quién es la causa de algo, para determinar efectos positivos que se desean potenciar, o efectos negativos que se desean prevenir.</li> </ul>	<b>Argumentos deductivos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parten de la premisa para llegar a la conclusión, estos argumentos bien formulados se denominan argumentos válidos, si la premisa es cierta, la conclusión</li> </ul>

*Fuente:* Tomado de Ríos (2013).

Un argumento es un conjunto de oraciones, denominadas premisas, utilizadas en un proceso de comunicación, que busca justificar, apoyar o sustentar un argumento y una conclusión (Cáceres, 2016).

El grupo Kishurim se basa en la definición de Van Eemeren y otros (1996) para señalar

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

(...) Actividad argumentativa es una actividad verbal y social de pensamiento que apunta a agrandar (o reducir) la aceptación de una posición en disputa con respecto al oyente o lector, por medio de la elevación de proposiciones que intentan justificar (o refutar) la posición frente a un juez racional. (p. 35).

La actividad argumentativa, de acuerdo con esa definición es: a) comunicativa, que se expresa verbalmente, por escrito o por gestos faciales; b) social, cuyo origen es el desacuerdo entre quienes participan en ella, incluyendo las consideraciones a favor o en contra de un individuo con respecto a sí mismo; y, c) cognitiva, en la que quien hace una afirmación construye y evalúa un argumento relacionado a un tema determinado.

Adam (1995) en su documento hace una valiosa aclaratoria en la composición de un texto al cual designa como “secuencia argumentativa”, y la argumentación, la primera se relaciona con la alusión a algún tema o relato del mundo como tal, que utiliza la descripción de un contexto, y se entra en la ambigüedad de que argumentar es compartir con un interlocutor sobre un tema determinado y lograr se adhiera a uno o varios oyente y tener la aprobación, quedaría en el plano secuencial de la textualidad; mientras que la argumentación pasa a ser abordada desde el discurso y organización pragmática de la textualidad.

Para Jiménez (2017) “Argumentar consiste es ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas” (p. 15) [sic], reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas.

Mediante el uso de argumentos pretendemos convencer y persuadir a otro con el fin de que piense de la misma manera en la que lo estamos haciendo nosotros, con el fin de lograr un pensamiento unánime. Para ello requerimos de premisas que den credibilidad al discurso que estamos presentando y que ellas se sustenten en razones ciertas y coherentes.

Según Padilla (2015) la argumentación es el ejercicio que se lleva a cabo en contextos formales, y es a partir de allí que el conocimiento científico se construye, se estimula y se pone a consideración de las comunidades académicas. En tal sentido interpretamos este concepto comparándolo con el de argumentación cotidiana, es decir, aquella que utilizamos asiduamente en contextos informales (familia, grupo de amigos y compañeros, medios de comunicación, etc.); conceptos que han sido definidos desde distintas líneas teóricas (Perelman y Olbrechts, 1970; van Eemeren, Grootendorst y Snoeck, 2006; Plantin, 2005, 2007, entre otros).

Ramírez (2000) considera que la argumentación es una actividad comunicativa compleja, porque desarrolla e involucra habilidades intelectuales, que requieren el ejercicio del pensamiento, comunicación, investigación, así como cualidades sociales y de autogestión. Exige comprender los problemas, tener claridad sobre las relaciones entre diferentes situaciones, los conocimientos previos del estudiante y la reflexión sobre sus propios actos.

De esta manera concluimos que el ejercicio educativo mediante la argumentación no se limita a ser una metodología alternativa para aplicar en el aula de clases, que busca aumentar o desarrollar ciertas capacidades de los individuos, sino que se convierte en una herramienta de transformación social, en la medida en que se forman seres que frente a las realidades sociales que enfrentan en el día a día las asumen con una capacidad crítica y analítica.

Para Camps (1995) en el texto Aprender a escribir textos argumentativos:

El discurso argumentativo escrito tiene intrínsecamente un carácter dialógico. Esta característica se pone de manifiesto en la contra argumentación, uno de los aspectos que mayor dificultad presenta para los aprendices, tanto en la comprensión como en la producción de textos escritos. Esta dificultad se hace patente en las actividades desarrolladas en el curso de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre este tipo de discurso con alumnos de los primeros niveles de enseñanza secundaria. De ello se desprende la necesidad de su enseñanza específica. (p. 51).

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Para Camps (1995) “la argumentación presupone una diferencia en la representación de una determinada situación y una cierta resistencia al punto de vista y a las razones del argumentador. Lo que éste se propone es reducir la diferencia con la utilización del Lenguaje.” (p. 52) [sic]. Para adelantar la argumentación y contraargumentación escrita se han presentado dificultades —debido a la necesidad de un locutor-escritor— que gestionen los procesos del discurso sin presencia de un interlocutor. Por tanto es importante, en una argumentación y contraargumentación, propiciar textos de argumentos contrarios al del discurso, para fortalecer y o eliminar la fuerza de argumentación planeada.

### **Metodología**

Bajo un enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo (mixto) se diseña una actividad argumentativa para trabajar con los estudiantes en el aula, con sesiones previas para que se recopile información que incida en una mayor participación argumentativa en el aula.

Se realizan tres sesiones, las dos primeras son previas y preparatorias a tercera que corresponde al trabajo de la argumentación y que se subdivide tres partes. Allí se aprecia que en cada una de las sesiones se recoge información cualitativa de un grupo de 25 estudiantes de Toxicología del programa de Administración de la Seguridad y Salud ocupacional.

Esta información se recoge en audios que luego se transcriben y se analizan con un software de análisis de datos (Atlas Ti 7.0), con un sistema de categorías definido por Briceño (2013) para indagar en el número de participaciones argumentativas de los estudiantes y la cantidad de veces que la docente se esfuerza por promocionarlas. Del número de códigos obtenidos en este análisis se realiza una estadística que permita establecer el nivel de argumentación conseguida en los estudiantes.

### **Objetivo general**

Identificar las frecuencias de argumentación de los estudiantes que cursan la asignatura de Toxicología, en el programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada, mediante la utilización de una estrategia de trabajo para la argumentación que permita evidenciar tales niveles a través de índices.

### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el número de sus intervenciones, orales o escritas, que el estudiante realiza utilizando la argumentación.
2. Identificar la frecuencia y la capacidad de los estudiantes para contraargumentar en clase.
3. Conocer el número de veces que la promoción de la argumentación dirigida por la docente influye en la participación argumentativa de los estudiantes

### **Participantes**

Los estudiantes que participan en esta investigación son 21 estudiantes de la asignatura de Toxicología horario diurno, del programa Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional, de la Universidad Militar Nueva Granada sede Bogotá, del segundo periodo de año 2017.

La distribución temática se realiza con base en el área que más llamará la atención a cada estudiante, de lo revisado en la búsqueda de bases de datos (revisión bibliográfica), de los temas de clase indicados e informados por la docente. Los grupos no quedan distribuidos de forma homogénea para el trabajo en clase por ausencia de tres de ellos.

De los 25 estudiantes que estaban matriculados en la asignatura de Toxicología, el día de clase en el que se aplicó la tercera sesión, se había retirado un estudiante de la Universidad y tres no asistieron por diferentes motivos personales. En la tabla 3 se relacionan los nombres de los estudiantes y el tema y grupo asignados.

Tabla 3: Tipologías de los estudiantes

Fuente: esta investigación.

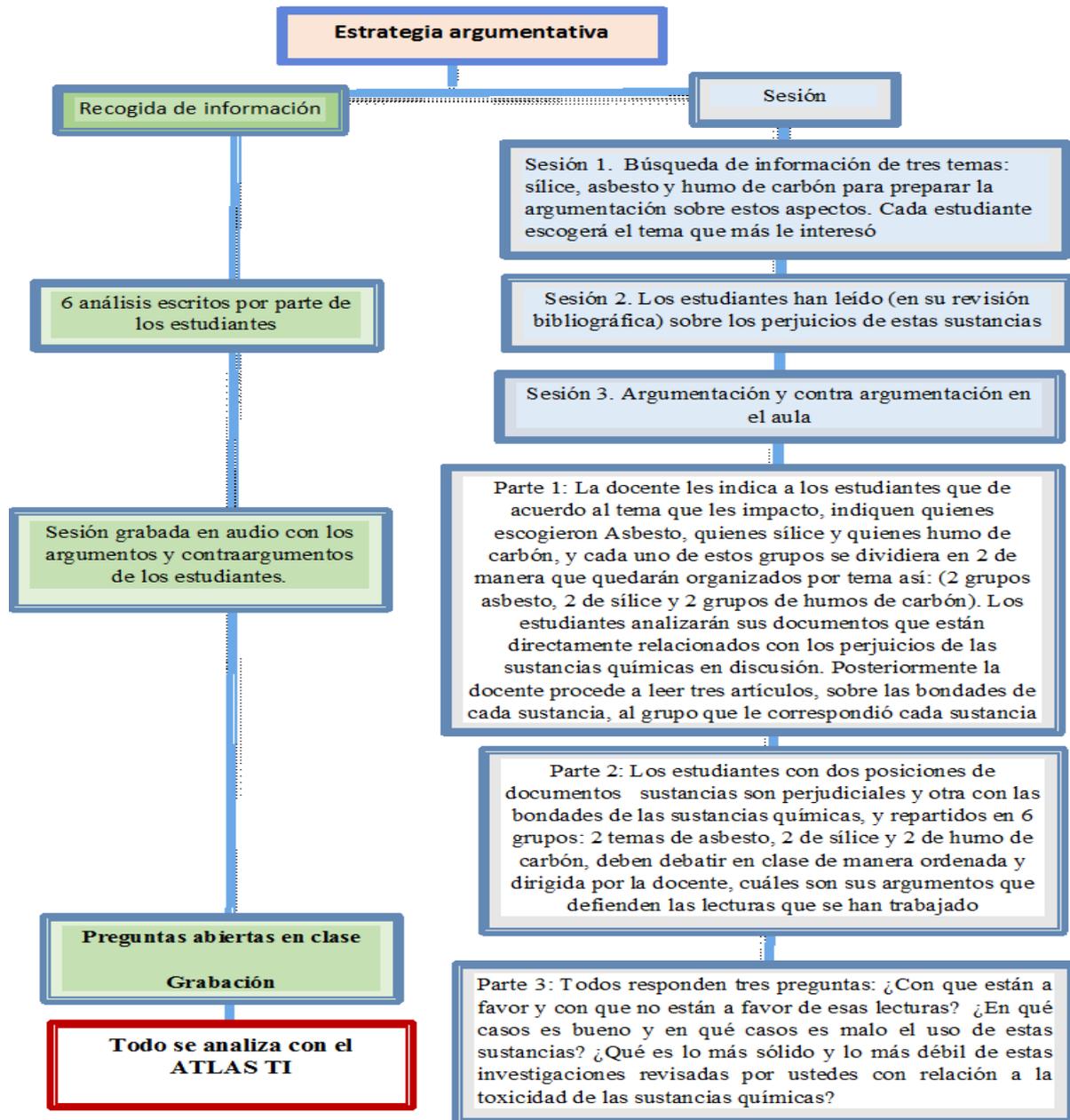
Núm.	Estudiante	Género	Código	Tema de trabajo	Grupo
1	Paola Salcedo Reina	F	u0801251	Asbesto	1
2	Yolanda Milena Rodríguez	F	u0801249		
3	Helmer Franco Pinzón	M	u0801213		
4	Byron Zambrano	M	u0801255	Asbesto	2
5	Brayan González	M	u0801150		
6	Haider Chávez	M	u0801270		
7	Walter Burgos	M	u0801262		
8	Andrea Acosta	F	u0801214	Sílice	3
9	Laura Avirama	F	u0801258		
10	Laura Casilimas	F	u0801262		
11	Edwin Armando Reyes	M	u0801289	Sílice	4
12	Maribel Murcia Espinoza	F	u0801238		
13	María Camila Márquez	F	u0801236		
14	Camila Arias Gil	F	u0801259	Polvo de carbón	5
15	Paula Gómez Méndez	F	u0801193		
16	Sebastián Meneses Almanza	M	u0801274		
17	Juan Carlos Hernández	M	u0801271		
18	Dayana Orjuela	F	u0801266	Polvo de carbón	6
19	Paola Ortigón	F	u0801240		
20	Samary Muñoz	F	u0801237		
21	Wendy Joven	F	u0801234		

### **Descripción del trabajo argumentativo en clase**

La figura 3 representa cada uno de los procesos que se utilizaron como estrategias de enseñanza para la escritura con argumentación, basados en la consulta y aplicación de documentos científicos (artículos, libros, investigaciones) previamente consultados y trabajados en clase.

A continuación se presenta el diseño de la estrategia argumentativa

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**



*Figura 3: Diseño de actividades. Bolívar (2018).*

Para la elaboración de la estrategia de enseñanza de la argumentación científica se estableció trabajar con tres temas asignados con anterioridad en clase. Consistió en consultar en bases de datos, artículos y documentos de investigación de los temas de: sílice, asbesto y humo de carbón, con énfasis en los efectos de toxicidad en la salud de los trabajadores; con

esta búsqueda los estudiantes elaboran un cuadro con la información básica, indicada por la profesora de la asignatura.

En la siguiente sesión con base en la información del tema que a cada estudiante le haya interesado, referente a los perjuicios para la salud humana, deben leer y conocer el contenido del artículo o documento y llevarlo a la siguiente clase, lo que formará parte de trabajo de argumentación científica.

En la tercera sesión se pide que cada estudiante indique qué sustancia química de las consultadas le interesó, y de esta manera se organizan los grupos de trabajo para la clase, formando así seis grupos de los cuales cada dos grupos toman un mismo tema, no obstante, lo trabajan cada grupo por separado.

El tiempo de discusión argumentativa se proyecta para los grupos que trabajaron temas iguales con pautas de intervención de la docente para el desarrollo temático. Se finaliza con la discusión argumentativa entre los grupos que tienen igual tema y se concluirá con tres preguntas para concluir la estrategia aplicada en clase.

Las tablas 4 y 6 describen las sesiones planeadas para el desarrollo de esta estrategia de trabajo.

*Tabla 4: Búsqueda de información para alimentar la argumentación*

<b>Actividad argumentativa</b>		
<i>Universidad Militar Nueva Granada</i>		
<i>1.1.1.1 Programa Administración de la seguridad y salud ocupacional</i>		
<i>Docente Consuelo Bolívar Molano</i>		
<b>Sesión 1. Búsqueda de información para alimentar la argumentación</b>		
Objetivo: fortalecer la búsqueda de información en bases de datos, bibliotecas electrónicas y repositorios de temas científicos, que aportan al aprendizaje y conocimiento del estudiante en temas de clase de Toxicología.		
<b>Duración dos horas</b>	<b>Intensión de la actividad</b>	<b>Desarrollo de la actividad</b>

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

<p>En salas de cómputo en forma individual el estudiante realizará la búsqueda en bases de datos, bibliotecas electrónicas y repositorios de documentos científicos con las temáticas de Sílice, asbesto y humos de carbón, cinco documentos, como: artículos, libros, investigaciones.</p> <p>Elaboraran un cuadro con la siguiente información: Nombre del documento, bases de datos, vínculos web, tipo de documento y año.</p>	<p>Desarrollar habilidades en el estudiante para realizar la búsqueda de información a través del uso de bases de datos, que permitan el aprendizaje al consultar documentos científicos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se explica a los estudiantes que al ingresar a la biblioteca virtual de la universidad Militar Nueva Granada, realicen la búsqueda en bases de datos, bibliotecas electrónicas y repositorios, dándoles las pautas de método de búsqueda, para obtener documentos como artículos, libros, de cada una los temas indicados; deben escoger cinco documentos que contengan el tema de uso de sustancias químicas como son: asbesto, sílice y humo de carbón; efectos en la salud del trabajador, los documentos seleccionados serán los que les haya interesado por su contenido de aporte al conocimiento; se indican algunas referencias de búsqueda como Scielo, Readalyc, Science direct, entre otras.</li> <li>2. Elaborarán un cuadro en el que registrarán la información: Nombre del documento, Base de datos, vínculos web, tipo de documento, año publicado.</li> <li>3. Este trabajo lo envía por el correo electrónico institucional a la docente de la asignatura de Toxicología.</li> </ol>
--	---	--

Fuente: esta investigación.

Tabla 5: Lectura para motivar la argumentación.

<p style="text-align: center;"><b>Actividad argumentativa</b></p>		
<p>Universidad Militar Nueva Granada Programa Administración de la seguridad y salud ocupacional Docente Consuelo Bolívar Molano</p>		
<p><b>Sesión 2. Lectura para motivar la argumentación</b></p>		
<p>Objetivo: motivar a los estudiantes en la revisión de documentos y su contenido, a través de una lectura previa y escogencia del documento que más le interesó, para fortalecer su conocimiento en la argumentación científica.</p>		
Duración una hora	Intensión de la actividad	Desarrollo de la actividad

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

<p>Con la revisión bibliográfica, los estudiantes se motivarán a realizar lecturas de documentos científicos, e iniciaran en proceso de conocimiento y análisis de contenidos.</p>	<p>Permitir al estudiante aplicar su criterio de búsqueda y análisis frente al documento que más interés por su cometido y análisis previo a la clase.</p> <p>Ampliar los conocimientos a través de lecturas de documentos científicos, explorando en bases de datos.</p>	<p>1. Al realizar el proceso de establecer por qué escogieron los documentos y considerarlos importantes cada estudiante, realizará la lecturas, lo que les permitirá conocer los temas asignados, esto le proporcionará al estudiante adquirir nuevos conceptos, formas de escritura y enriquecer el lenguaje al utilizar los documentos científicos. Esta sección se divide en tres partes:</p>
--	---	---

Fuente: esta investigación.

Tabla 6: Argumentación y contraargumentación en el aula.

<b>Actividad argumentativa</b>		
<p><i>Universidad Militar Nueva Granada</i>  <i>Programa Administración de la seguridad y salud ocupacional</i>  <i>Docente Consuelo Bolívar Molano</i></p>		
<b>Sesión 3. Argumentación y contraargumentación en el aula.</b>		
<p>Objetivo: desarrollar en el estudiante la argumentación científica a través de debates en clase para confirmar o comprender los diferentes paradigmas dentro de la argumentación</p>		
<b>Duración dos horas</b>	<b>Intensión de la actividad</b>	<b>Desarrollo de la actividad</b>
<p>Para este proceso metodológico se define qué estudiantes escogieron documentos de asbesto, se enumera el número de estudiantes, de la misma manera para los temas de sílice y humos de carbón. Se conforman los grupos de cada tema, quedan dos grupos con la misma temática que trabajarán de forma individual según grupo, lo que permitirá la argumentación del tema en común.</p>	<p>Construir experiencias relacionadas con lecturas y análisis de contenidos de documentos científicos, al plantear la argumentación científica, aplicando la discusión de tema trabajado en clases.</p>	<p>Parte 1: Para este proceso metodológico, se organizará a los estudiantes de acuerdo con el documento que escogió cada uno y que le hubiese interesado. Los estudiantes que escogieron documentos se repartirán en 2 grupos; de manera que quedan dos grupos del tema de asbesto, dos del tema de sílice y dos del tema de humo de carbón. Conformados dos grupos con la misma temática, cada grupo trabajará de forma individual, lo que permitirá tener diferentes análisis y conclusiones de la temática y admitirá la discusión y por ende la argumentación de tema cada tema.</p>

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

		<p>Parte 2: los estudiantes quedan con dos documentos uno que traían trabajado relacionado con sustancias que son perjudiciales para el ser humano, y otro documento que la docente les proporciona en clase con las bondades de las sustancias químicas, y repartidos en seis grupos: 2 de sílice y 2 de humo de carbón, deben debatir de manera ordenada, en clase dirigida por la docente, cuáles son sus argumentos que defienden las lecturas que se han trabajado.</p> <p>Parte 3: todos responden tres preguntas: ¿Con qué están a favor o en contra frente a las lecturas? ¿En qué casos es bueno y en qué casos es malo el uso de estas sustancias? ¿Qué es lo más sólido y lo más débil de estas investigaciones revisadas por ustedes con relación a la toxicidad de las sustancias químicas? Estas respuestas se dejan a discusión de todo el grupo de clase.</p> <p>Entregarán un resumen por grupo en donde describirán su argumentación frente al tema discutido.</p>
--	--	--

*Fuente:* esta investigación.

Explicación de los instrumentos y la recogida de la información

**Análisis de los escritos elaborados por los estudiantes**

En la segunda sesión los estudiantes organizados en seis grupos entregaron un análisis de las lecturas:

- a) asbesto (anexo 1)
- b) Sílice (anexo 2)
- c) Humo de Carbón (anexo 3)

El análisis era libre, solo la docente solicitaba que respondieran la pregunta ¿Cuáles son los efectos de las sustancias químicas implicadas en la lectura sobre la salud humana?

Se recogieron las respuestas que luego se transcribieron para ser analizadas por el software ATLAS TI.

### **Argumentación y contra-argumentación de los estudiantes**

Se realiza en la tercera sesión que corresponde a una actividad para trabajar la argumentación, se ha explicado que está dividida en tres momentos. En la primera realizan otras lecturas más cortas sobre los mismos temas (asbesto, sílice y humo de carbón) pero con un contenido que estaba en oposición a las primeras lecturas. Luego debaten en grupo, en clase dirigida por la docente, y finalizan respondiendo tres preguntas. La información se recoge en un audio que es transcrito, para ser analizadas por ATLAS TI y la pregunta abierta se transcribe también para trabajarse en este software de información cualitativa (anexo 1).

### **Sistemas de categorías para el análisis de la argumentación**

El sistema de categorías que se utiliza, sin modificaciones, es el propuesto por Briceño (2013); se aplica para cuantificar la capacidad del docente para promocionar la argumentación y lograr en sus estudiantes creaciones orales y escritas con argumentación.

Según Briceño (2013) se pueden diferenciar dos grandes grupos de códigos para el análisis, los PARE (participación del estudiante) y PPAR (promoción de la participación del estudiante) que distinguen las expresiones donde el docente anima a sus estudiantes a participar, de aquellas donde son los estudiantes, espontáneamente o no, los que lo hacen (figura 4)



*Figura 4: Grupos de códigos PARE y PPAR para la práctica de enseñanza. Fuente: Briceño (2013, p. 191).*

Ahora bien, no todas las intervenciones del profesor ni todas las participaciones de los estudiantes son igualmente reflexivas. La teoría de la argumentación, principalmente de Jiménez Aleixandre *et al.* (2010, Citada por Briceño, 2013) fue fructífera para alcanzar un sistema de códigos categoriales que Briceño (2013) realizó en su tesis doctoral tras un proceso de ensayo-error, y que se muestran en las figuras 3.3, para el grupo PARE, 3.4 para el grupo PPAR.

La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada

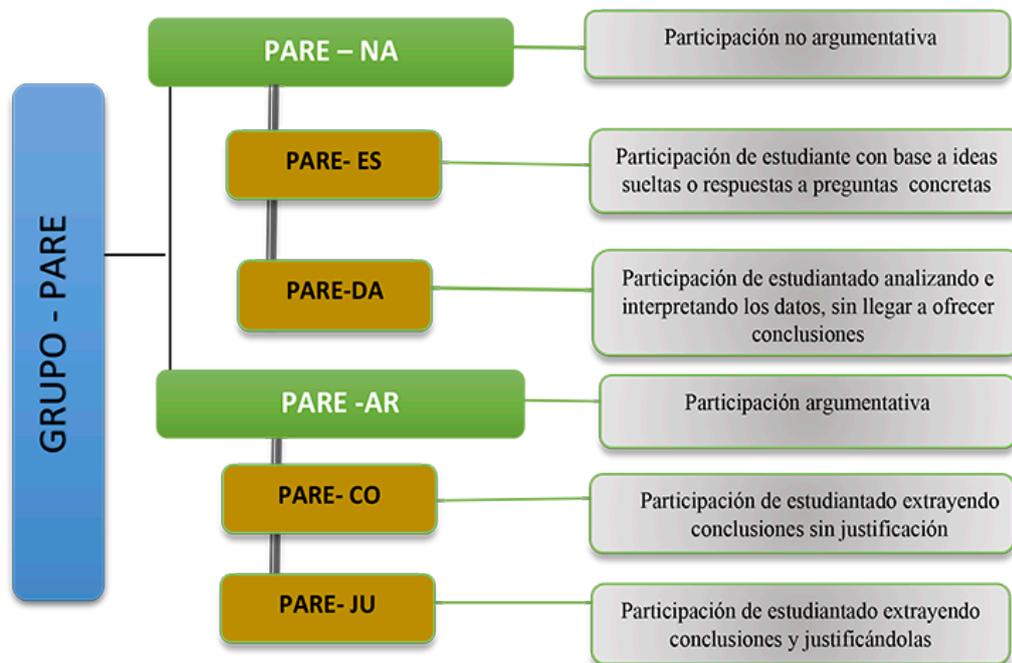


Figura 4: Códigos y subcódigos del grupo PARE (participación del estudiante). Briceño (2013, p. 191).

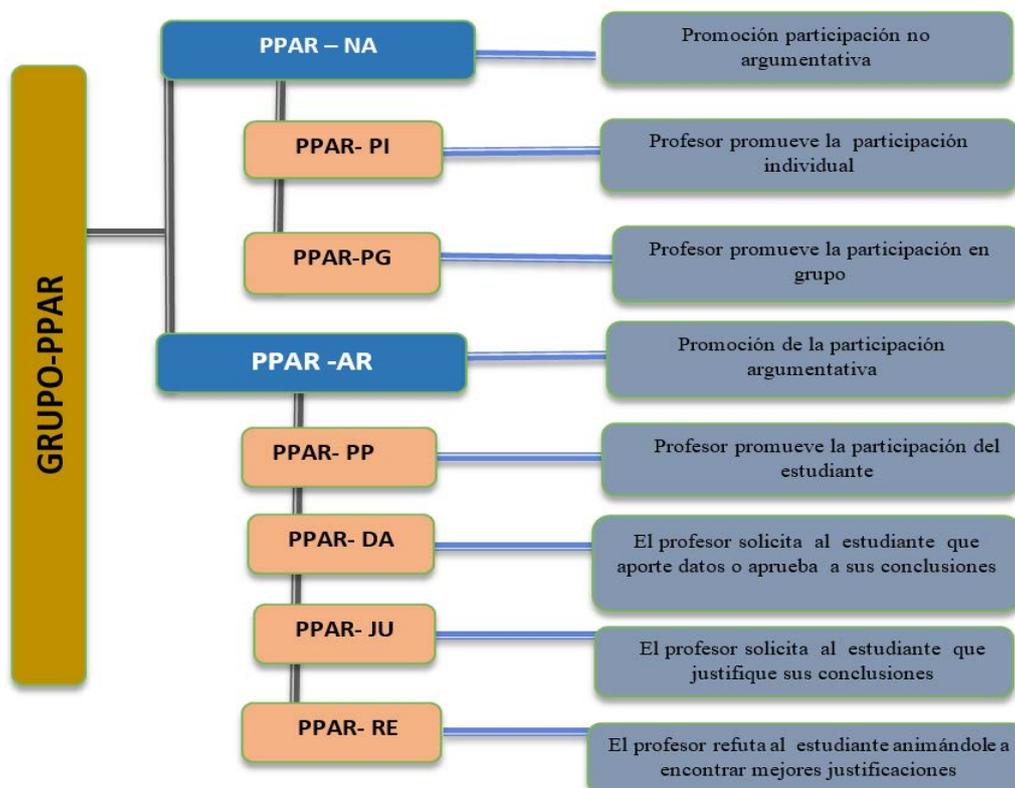


Figura 6: Códigos y subcódigos del grupo PPAR (promoción de la participación) Briceño (2013, p. 192).

### Descripción de análisis de datos aplicando rigor científico.

Para iniciar el proceso de codificación del audio y textos escritos para esta investigación, con cada intervención de los estudiantes o de la docente se aplicó los grupos de PPAR- y PARE- con los códigos y subcódigos, y de acuerdo a la forma de intervenir de cada uno de los estudiantes y de la docente, se describe continuación la representación de codificación con algunos apartes del audio digitados:

Descripción de los códigos con relación a los audios obtenidos en clase. Códigos y subcódigos del grupo <b>PARE (participación del estudiante)</b> . Códigos y subcódigos del grupo. <b>PPAR (promoción de la participación del estudiante)</b> , esta corresponde a la intervención docente en cada proceso de la argumentación científica.	
<b>Contenido de audio</b>	<b>Código</b>
[INV] Bueno, deben argumentar de acuerdo a las dos posiciones que les doy, una que dice que si es enfermedad y que han muerto personas por asbesto, y otro, el del ministro, el cual nos dice que todavía no es verídico que el asbesto produce enfermedad y muerte, y de acuerdo también a los documentos que ustedes revisaron, de tal manera harán una argumentación dando su opinión, frente a eso pero con argumentos de estudios, con base en esos estudios.	# PPAR-JU
A través de la intervención de la docente PPAR- AR (promoción de la participación. Se codifico con PPAR-JU, a la intervención de la docente, al solicitar a los estudiantes que justificarán sus conclusiones en el momento de intervenir, con soporte científico con revisión de documentos previamente consultados. Se pretende determinar qué motivación crea la docente ante esta sesión de trabajo	
INV: Bueno, voy a hacerles una lectura inicial para definirles que es el asbesto, el grupo de asbesto; es una fibra de tipo mineral empleada en diversos procesos, industriales y comerciales, gracias a su flexibilidad, durabilidad, resistencia y a su bajo costo, es utilizada en la mayoría de los procesos de trabajo, se utiliza en las materias primas para la fabricación de pastillas de frenos de vehículos, embragues, aires acondicionados, empaques, pinturas, pero sobre todo en la producción de tejas y tanques de agua, está prohibido hace más de 50 años en la industria, en muchos países a nivel mundial. La normatividad colombiana se limita al manejo seguro del asbesto sin que se haya logrado su prohibición, la sentencia C493 de 1998 de la corte constitucional de Colombia, indica la aceptación del convenio internacional de protección de los riesgos de la salud por la exposición de asbesto, el cual según la sentencia tiene un objeto, prescribir las medidas que habrán de adoptarse para prevenir y controlar los riesgos para la salud debido a las exposición profesional del asbesto y para proteger a los trabajadores contra tales riesgos, en ese mismo año el gobierno aprobó el convenio 162 de la OIT, mediante la ley 436 y posteriormente en el 2001 el ministerio de trabajo y seguridad y social emitió la resolución 095 por la cual se conforma la comisión nacional de salud ocupacional sobre el asbesto, en el 2010 el gobierno nacional publicó en plan nacional para la prevención de la silicosis, neumoconiosis de minero del carbón y asbestosis, que va del 2010 al 2030, entonces esta partecita para que la tengan muy en cuenta para los grupos de sílice, carbón y asbesto; aunque la normatividad existente en Colombia está, establece las pautas para la protección frente al asbesto y el seguimiento sanitario, el personal expuesto no existen estudio poblacionales de los casos de enfermedades ocupacionales asociadas al asbesto que den un dato por lo menos aproximado de su prevalencia o de índices de enfermedad. Algunos estudios demuestran que si es nocivo para la salud, pero otros estudios a nivel mundial demuestran que no lo es, aunque haya estadísticas de personas fallecidas. Entonces proceden a hacer el escrito sobre la argumentación de lo leído, de los dos casos en los que si es positivo y el otro en el que es negativo en donde indican que no se produce ningún tipo de enfermedad, y con los artículos que ustedes buscaron.	# PPAR-RP

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

<p>Con el código PPAR-RP. Se</p>
<p>INV: ¿Algo más?, ¿alguno del grupo que quiera aportar algo más?</p>
<p>Este código PPAR- PG, determina la promoción por parte de la docente para lograr la participación en grupo de los estudiantes, a través del planteamiento de pregunta abierta al solicitar intervención del grupo de estudiantes.</p>
<p>INV: Bien, ¿Qué opinan ustedes de lo que dijo Yolanda (Estudiante 3, grupo 1 - Tema A)?</p>
<p>PPAR-RE, la docente refuta para lograr mejores justificaciones por parte del grupo de estudiantes, lo que se logra con la pregunta planteada por la docente</p>
<p>INV: Un escrito, pero argumentando ¿no?</p>
<p>PPAR-PI. La docente promueve la participación individual, al plantear que sea elabore un escrito, aplicando la argumentación.</p>
<p>[Estudiante 1, grupo 1 -Tema A]: Teniendo en cuenta las declaraciones del ministro de salud y los artículos que consultamos en las distintas bases de datos de muestra investigación, nosotros podemos afirmar que si existe una evidencia para afirmar que el asbesto es una sustancia nociva para la salud de las personas que tiene contacto con él de manera normal, ya que la cifra media del consumo de asbesto por persona es de 1.67 kilogramos, y a medida del tiempo esta cifra aumentado en una cifra de alrededor de un kilogramo, entonces en este caso teniendo en cuenta también el caso de la señora que tenía los desechos de asbesto cerca a su casa, ya no iba a obtener una exposición alrededor de 2.5 kilogramos por cabeza, sino que podría tener una exposición hasta de 4.5 kilogramos entonces por eso asimismo que se le produjo el mesotelioma pleural, que esta enfermedad, precisa en una ponderación según un estudio en alrededor de 32 ciudades estudiadas, esta enfermedad provoca, de entre 1 a 4 muertes anuales por millón de personas, por exposición al asbesto, entonces por esto podemos afirmar que el asbesto si es una sustancia nociva y se reitera la determinación en crear políticas públicas para la eliminación en los distintos países.</p>
<p>El estudiante interviene apoyado su argumentación con soporte de datos puntuales de artículos consultados y referenciados, así mismo se apoya en el caso leído por la docente al iniciar la sesión 3, por lo que su intervención es justificada con soportes científicos.</p>
<p>[Estudiante 2, Tema A]: Argumentar con que estamos a favor y con que no estamos a favor, ¿con base a lo de los articulos que investigamos?</p>
<p>PARE-ES Se codifica al obtener del estudiante participación con ideas sueltas haciendo una pregunta concreta</p>
<p>La neumoconiosis es una de las enfermedades más comunes que se puede ver, esta se puede desarrollar cuando el trabajador se ve muy expuesto en un periodo muy de 20 o más años al carbón en su vida laboral y de manera reiterada, se puede decir que la inhalación del carbón no solo se puede ver a largo plazo sino también a corto plazo, a corto plazo con síntomas como: como la tos, la dificultad para respirar, la resequeidad de la garganta y esos síntomas, el carbón es muy perjudicial para la salud.</p>
<p>PARE-DA. Por las características del contenido se logra concluir que el estudiante participa con el taller de clase tomando datos puntuales del texto consultado, sin ofrecer conclusiones propias que argumentarán su intervención.</p>

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

<p>[Estudiante 2, grupo 2 - Tema A]: Básicamente no tiene que ser como tal que uno se relacione con el asbesto directamente, sino que también puede ser de una manera indirecta, como la señora que no hacía parte de la empresa, pero su lugar de vivienda quedaba muy cerca, que hace esto, el asbesto tiene mucho material particulado que contamina el aire y el agua, también debido a que la partícula es muy pequeña no se ve a simple vista, esto lo hace hacer parte de la afectación aérea, digamos que este daño como tal no fue a corto plazo sino que se evidenció a largo plazo.</p>	 # PARE-CO
<p>PARE-CO. El estudiante participa dando conclusiones sin hacer la justificación de lo planteando.</p>	

## Resultados

Los resultados de la estrategia argumentativa implementada en el aula se resumen en la tabla 7. Estos responden a 112 codificaciones discriminadas por frecuencias de categorías y códigos que fueron asignados previamente a los datos e información recogidos en el taller de argumentación en la escritura científica.

Con la información que arroja el programa estadístico se puede ver que existe una gran intervención de la docente al conseguir la participación individual y del grupo para lograr la argumentación científica: PARE NA N=29 conformado por PARE-ES N=11 y PARE-DA N=18; PARE-AR N=40 conformado por PARE-CO=21 y PARE-JU de 19; Con relación a PPAR en el código PPAR-NA= 27 en PPAR-PI N=4 y PPAR-PG N=23, se observa que PPAR-AR N=16 con PPAR-JU N=11 y PPAR-RE N=4 evidencian que la docente promueve no solo la justificación de las conclusiones sino también que éstas se mejoren (PPAR-RE N=3). Para PPAR-PP y PPAR-DA, con códigos observacionales 1 para cada uno respectivamente, se obtuvieron una menor intervención por parte de la docente.

De igual manera se observa que PPAR-RE con 3 códigos y PPAR-JU con 11 códigos, fueron los que tuvieron mayor número de códigos observacionales aplicados por la docente durante el proceso de primera y segunda sesión.

***Tabla 7: Resultados de la participación argumentativa y no argumentativa del estudiante y docente***



Tabla 7: Total de todos grupos codificados en Atlas Ti

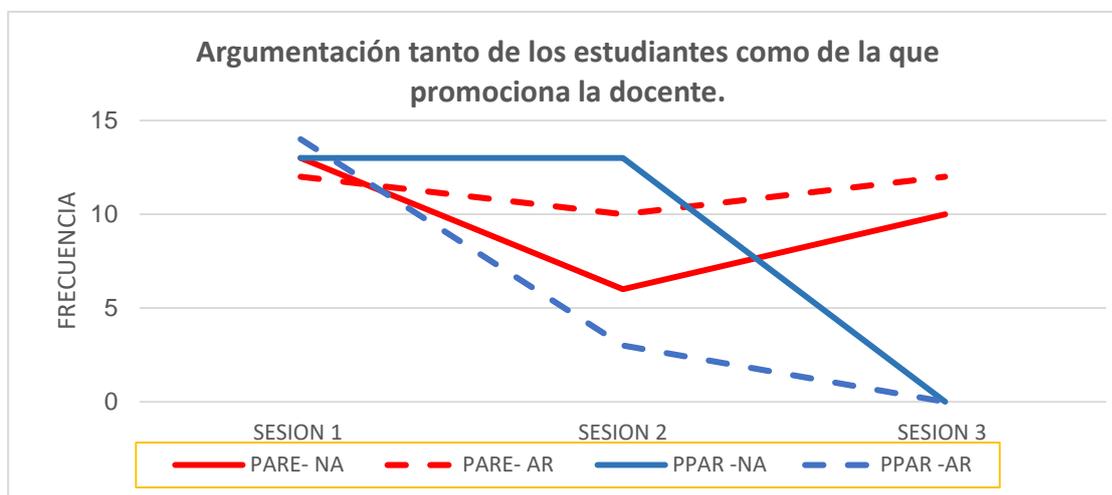
		Total grupos			
		Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Total
		Argumentación en el aula	Preguntas abiertas	Escritos argumentativos	
<b>PARE</b>					
<b>PARE -NA</b>					<b>29</b>
	PARE-ES	5	2	4	11
	PARE-DA	8	4	6	18
<b>PARE- AR</b>					<b>40</b>
	PARE-CO	8	5	8	21
	PARE-JU	4	5	10	19
<b>PPAR</b>					
<b>PPAR-NA</b>					<b>27</b>
	PPAR-PI	2	2	0	4
	PPAR-PG	11	12	0	23
<b>PPAR-AR</b>					<b>16</b>
	PPAR-PP	1	0	0	1
	PPAR-DA	1	0	0	1
	PPAR-JU	4	3	0	11
	PPAR-RE	3	0	0	3

Fuente: esta investigación

Se puede observar en la tabla 7 que durante el proceso de argumentación en el aula, la docente promueve tanto la participación no argumentativa de grupo PPAR-PG como la participación individual PPAR-PI para lograr mayor participativa con argumentación, esto repercute en que los estudiantes respondan, en las tres sesiones, con intervenciones favorables frente a la argumentación PARE-JU: argumentación en el aula, preguntas abiertas y escritos argumentativos. La categoría PPAR-AR evidencia cómo la docente promueve la participación del estudiante; PPAR-DA, la participación con datos argumentativo; PPAR- JU la intervención con justificación y PPAR-RE la justificación con más soporte científico.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

A partir de los datos de la tabla 8 se realiza la figura 7 que ayuda a visualizar gráficamente el proceso argumentación de los estudiantes y de la docente que promocionando esta técnica.



*Figura 7: Argumentación de los estudiantes y de la docente que la promociona.*

*Fuente: Bolívar (2018).*

En la figura 7 se han representado en el eje horizontal las tres sesiones realizadas a lo largo del proceso de supervisión, y en el eje Y, las frecuencias de las cuatro variables de interés en este análisis, esto es, PPAR-AR (línea azul discontinua), PPAR-NA (línea azul sólida), PARE-AR (línea roja discontinua) y PARE-NA (línea roja sólida). La visualización de esta información permite inferir que la participación de los estudiantes con los trabajos asignados y elaborados en las 3 sesiones muestra una importante implicación con el proceso de la argumentación a través de intervenciones orales y escrita; se resaltan la intervención de la docente para lograr mantener y motivar la estrategia argumentativa en las intervenciones de los estudiantes en cada una de las sesiones aplicadas.

## La argumentación de la docente

### La promoción de la participación de la docente

Al analizar la figura 7 se establecen líneas azules continuas para PPA-NA (promoción de la participación no argumentativa del estudiante) y azules discontinuas para PPA-AR, (promoción de la participación no argumentativa del estudiante). Se puede observar que la línea PPAR NA se inicia el registro en la frecuencia 13 y PPAR-AR en la frecuencia 14; sin embargo en la sesión 2, PPAR-NA permanece en 13 mientras que PPAR-AR tiene una disminución a 3, y en la 3 sesión, tanto PPAR-NA Y PPAR-AR bajan a 0, hay que tener en cuenta que está última sesión correspondió a escritos argumentativos elaborados en la sesión final.

En las preguntas abiertas de la sesión 2 se observa que PPAR- NA se mantiene (N=13) y PPAR- AR baja (N=6).

Con relación a la sesión 3 concerniente a los escritos argumentativos, no hay participación de la docente para este proceso.

### La Participación del Estudiante

La figura 7 muestra cómo en la primera sesión los estudiantes participan y aplican la argumentación en la primera sesión (PARE- NA de N =29 y PARE-AR de N=40) y PARE-JU N=19 y PARE CO de N=21 manteniendo la estrategia en las tres sesiones trabajadas.

En la segunda sesión tiene una baja poco significativa entre la argumentación PARE-NA con N=6 y PARE-AR con N=10, y en la tercera sesión, mejora la argumentación, PARE-AR en N=12 y PARE- NA N=10, lo que indica que los estudiantes en el transcurso de los procesos de las sesiones trabajadas han entendido la aplicación de la argumentación en sus escritos y sustentación o discusión de temas de trabajos académicos y mantienen la argumentación científica.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

En la sesión 2, que incluía una pregunta abierta, hay una disminución en la PARE-NA de N=6 y PARE-AR de N=10 que indica que la argumentación mejora y la no argumentación disminuye debido a que los estudiantes en esta sesión tienen más claro el concepto de argumentación científica.

En la sesión 3 de escritos argumentativos (PARE-AR) aumenta a N=12 y PARE NA aumenta a N=10, la argumentación escrita se mantiene y disminuye la no argumentación en escritos.

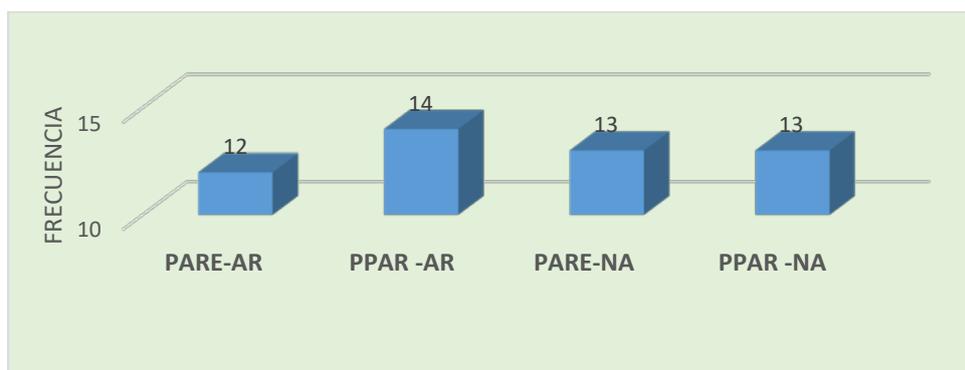
**Comparación entre la promoción de la participación del profesor y la participación del estudiante**

Este análisis se toma de la forma de representación de las líneas continuas de color azul y rojo y las líneas discontinuas de colores azul y rojo, en primera instancia se analizan las líneas continuas roja y azul (PARE-NA y PPAR-NA) con el fin de establecer una relación. La docente promueve la motivación de participación no argumentativa y los estudiantes inician no argumentando con tendencia a aplicar la argumentación que se observa en las transformaciones de intervención registradas entre la sesión 1 y 2 y va mejorando al final de la sesión 3; en cuanto a las líneas roja y azul discontinua (PARE-NA y PPAR-NA) la docente motiva y promueve la participación argumentativa en las primeras 2 sesiones donde se evidencia que las respuestas de intervención son más frecuentes por parte de los estudiantes y tienen una tendencia a mejorar y mantenerse durante el proceso de trabajo en clase. En la sesión 3, que se relaciona con la elaboración de un texto argumentativo de la temática trabajada por cada grupo, la intervención docente no aplicó. Al finalizar las 3 sesiones de la argumentación escrita y oral, se observa mayor frecuencia de la aplicación de la argumentación con menor intervención por parte de la docente.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

En las sesiones aplicadas, la práctica de estrategia en la enseñanza de la escritura científica, la docente propicia la participación del estudiante de forma argumentativa y no argumentativa, lo que indica que la argumentación en clase se logra a través de la motivación de la docente. Los resultados hacen evidente que los objetivos propuestos se han cumplido y se ha promocionado la argumentación en N=16; y controlado la no argumentación en N =27.

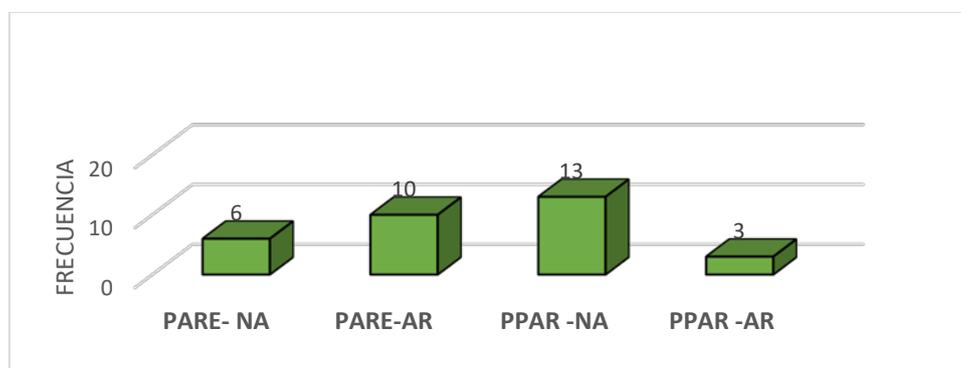
**SESIÓN 1**



*Figura 8: Sesión 1 Fuente: Bolívar (2018).*

Se observa que en esta sesión (figura 8) la docente promociona la argumentación en N=14 a la vez que se promociona la no argumentación en N=13. Se logra la participación argumentativa acudiendo a diferentes motivaciones para estimular el interés en los estudiantes durante la clase.

**SESIÓN 2**



*Figura 5: Sesión 2 Fuente: Bolívar (2018).*

En la sesión 2 al aplicar las preguntas abiertas, la docente promociona más la no argumentativa y poco menos la argumentativa, los estudiantes responden aplicando más las intervenciones argumentativas y en menor frecuencia las no argumentativas.

### SESIÓN 3

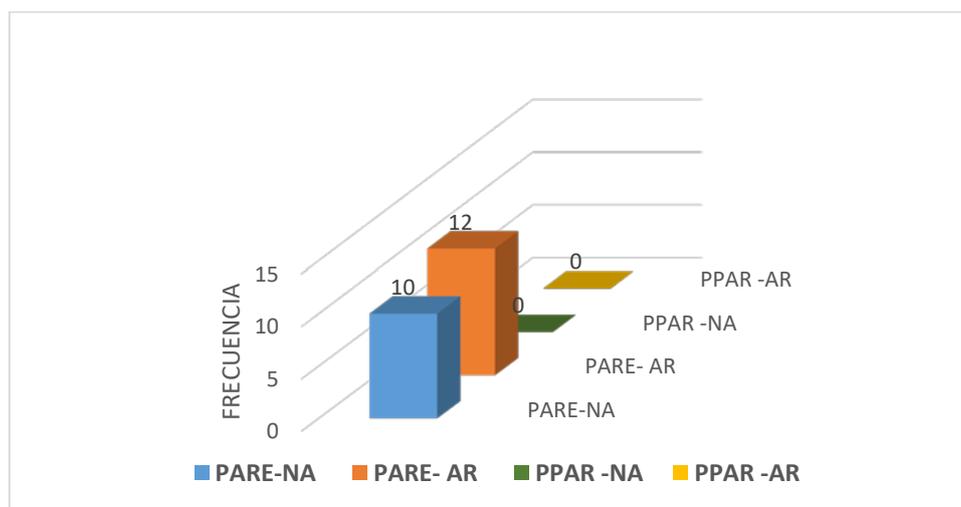


Figura 6: Sesión 3 Fuente: Bolívar (2018).

La participación en la argumentación escrita se logra superar con N=12 y la no argumentación con N=10, lo que indica que la aplicación de la argumentación escrita. En esta sesión no hay participación docente.

## Conclusiones

Los resultados de la investigación evidencian el estado de la argumentación de los estudiantes de tercer semestre de la asignatura de Toxicología, para su obtención se implementó, durante tres sesiones, la estrategia de enseñanza de la escritura con argumentación científica. Esta estrategia permitió el entendimiento, por parte de los estudiantes, en qué consiste la socialización con el proceso de búsqueda de información para explorar el conocimiento científico la argumentación científica, la intervención en clase a partir de la argumentación y contra-argumentación, obtenida a partir de material audio grabado durante la clase con la aplicación de esta estrategia y, por ende, aplicarlo en los escritos académicos.

Con el fin de hacer más objetiva la investigación se eligió analizar la información por medio de un programa de análisis estadístico que permitiera cuantificar la información y visibilizarla de manera gráfica.

Se estableció una codificación que permitió analizar los audios de clases, textos trabajados y las respuestas de preguntas planteadas en cada una de las sesiones aplicadas. Los códigos que se analizaron fueron: PPAR, Promocionada por la docente para lograr la participación; PARE, la participación del estudiante. En cada una de estas clasificaciones de encuentran subcategorías definidas así: PPAR-AR, para las promociones argumentativas del profesor y PPAR-NA para las no argumentativas. PARE-AR, que permite establecer y registrar las participaciones argumentativas de los estudiantes, y PARE-NA para la participación no argumentativa.

Para el análisis de códigos estudiantes inician con participación no argumentativa PARE- NA de N =29, a través del proceso van mejorando hasta alcanzar PARE-AR de N=40, participan aplicando argumentación representado en PARE-JU con argumentos científicos N=19 y PARE CO de N=21 concluyendo sin argumentación.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

La argumentación y contraargumentación aplicada a través de la participación de los grupos asignados con el mismo tema se logra alcanzar, pues a través de la motivación de la docente se permitió refutar lo que decía el compañero, y se hizo evidente que los estudiantes aplicaron la argumentación hasta alcanzar PARE-AR de N=40, PARE-JU con argumentos científicos N=19. Este dato es representativo ya que responde a una primera intervención argumentativa de los estudiantes.

Se obtuvo la participación y motivación de la docente para PPAR- NA, se inicia con motivación a la argumentación de los grupos en sus intervenciones, se mantiene y aumenta un poco más durante el proceso de clase con frecuencia 13 y PPAR-AR. Se observa motivación para aplicar la argumentación, permaneciendo durante la sesiones 1 y 2, la cual se obtiene a través de registros de intervención oral y escrita. En la sesión 3 se mantiene la argumentación escrita de los estudiantes en los textos trabajados y entregados por cada grupo.

Como conclusión de la sesión 2, al aplicar las preguntas abiertas, la docente promociona de manera más enfática la no argumentativa frente a la argumentativa. Los estudiantes responden aplicando más las intervenciones argumentativas y en menor frecuencia las no argumentativas. Esto permite concluir que, aprendido el proceso con la aplicación de la argumentación científica, los estudiantes son más interesados en seguir el proceso argumentativo y contraargumentación con poca intervención de la docente.

Con el proceso de motivación a la búsqueda de información de documentos en bases de datos, siendo una dificultad de los estudiantes al acceder a este proceso y determinar qué documentos son importante por la información que contiene y por su interés en aplicarlo en proceso de clase, se requiere de apoyo y orientación docente de la técnica para la búsqueda de información de bases de datos y establecer porque es importante un documento para seguirlo consultando.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Como proceso siguiente, es imprescindible la explicación de la docente en “Qué es una argumentación científica”, al aplicar las lecturas en contraposición a la que el estudiante había consultado, de manera que permita la discusión, apoyados en documentos y referencias científicas, objetivo logrado con los estudiantes. Por otra parte los documentos escritos y entregados al terminar la sesión, demuestra que la argumentación con escritos soportados con datos de estudios científicos, permitió concluir que los estudiantes comprendieran y aplicaran la argumentación científica, la cual fue aplicándose durante el taller o clase aplicada la estrategia planeada.

### **Recomendaciones y sugerencias**

Implementar y fortalecer la aplicación de la argumentación científica en el aula y trabajos asignados por parte de los docentes.

Promover y capacitar, desde los primeros semestres de carrera profesional, la consulta de documentos científicos para trabajar la argumentación científica oral y escrita en clase.

Divulgar la importancia de la aplicación de la estrategia para trabajar la escritura con argumentación científica con los estudiantes, con el fin de fortalecer la argumentación crítica en educación y en investigación científica.

Incluir sesiones de trabajo con secuencia planeadas, para determinar si se cumple con el objetivo establecido inicialmente.

Hacer seguimiento a los estudiantes con el fin de identificar si responden al interés de las sesiones o si se debe reforzar o utilizar nuevas metodologías de argumentación.

## Referencias

- Adam, J. (1995). Hacia una definición de la secuencia argumentativa. *Comunicación, lenguaje y educación*, 25, 9-22. Disponible en: <https://media.utp.edu.co/referencias-bibliograficas/uploads/referencias/articulo/6-hacia-una-definicion-de-la-secuencia-argumentativapdf-rAeIP-articulo.pdf>
- Adúriz, A, Revel, A., y Meinardi, E. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência y Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001. doi:10.1590/1516-73132014000400014
- Adúriz, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., y Revel, A. (2005). *Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar*. En Conferencia Enseñanza de las Ciencias, Granada. España. Disponible en: [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp400estens.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp400estens.pdf)
- Aleixandre, M., y de Bustamante, J. D. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 359-370.
- Andrade, M. (2009). La escritura y los universitarios. *Universitas Humanística*, (68), 297-340. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/791/79118995016/>
- Andrade, M. (2013). *Leer y escritura y la universidad. Una expresión para el mar académico*. Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Bogotá, D. C. Colombia. Disponible en: Recuperado 27 de abril de 2017. [https://issuu.com/marthaceciliaandradercalderon/docs/leer\\_y\\_escribir\\_en\\_la\\_universidad](https://issuu.com/marthaceciliaandradercalderon/docs/leer_y_escribir_en_la_universidad)
- Arnoux, E., Di Stefano, M., y Pereira, C. (2002) *La lectura y la escritura en la universidad*. Eudeba: Buenos Aires, Argentina.

Bañales, G., Vega, N., Araujo A., Valladares, A., Rodríguez, Brianda. (2015). La enseñanza

de la argumentación escrita en la universidad. Una experiencia de intervención con

estudiantes de lingüística aplicada. *Revista mexicana de investigación educativa*,

20(66). Disponible en: [www.redalyc.org/articulo.Oa?Id=14039201009](http://www.redalyc.org/articulo.Oa?Id=14039201009)

Bautista, J. (2015). Producción de textos argumentativos en estudiantes de décimo grado en la

Corporación Educativa Amigos Instituto Jean Piaget en Florencia Caquetá.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Bogotá.

Benarroch, A., y Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y

conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y*

*experiencias didácticas*, 29(2), 289-304.

Benarroch, A. y López C. (2009). El espacio europeo de educación superior. En Herrera, L.

(coord.) *et al. Proyectos de innovación en tutorías en la titulación de Maestro. Más*

*allá de la tutoría universitaria convencional* (pp. 9-36). Granada: Comares, S.L.

Bermejo, L. (s. f.) ¿Por qué argumentar y por qué hacerlo bien? *Universidad de Granada*.

Recuperado de [http://www.ugr.es/~lilianbl/pdfs/por\\_q\\_arg\\_bien.pdf](http://www.ugr.es/~lilianbl/pdfs/por_q_arg_bien.pdf)

Briceño, J. (2013). La argumentación y la reflexión en los procesos de mejora de los

profesores universitarios colombianos de ciencia en activo. Aplicación de estrategias

formativas sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de

Granada (España). Disponible en:

[http://digibug.ugr.es/handle/10481/31717#.VFum7\\_mG-So](http://digibug.ugr.es/handle/10481/31717#.VFum7_mG-So)

Cáceres, O. (2016, 29 abril). ¿Qué es argumentar? [Blog post]. Recuperado de

<https://www.aboutespanol.com/que-es-argumentar-2879698>

Camps, A. (1995). Aprender a escribir textos argumentativos: características dialógicas de la

argumentación escrita. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 51-63.

Carlino, P. (2005). *Escribir, leer y aprender en la universidad*. Buenos Aires: Fondo de cultura económica.

Castro, A., y Sánchez M. (2012). La expresión de opinión en textos académicos escritos por estudiantes universitarios. *Revista mexicana de Investigación educativa*. Vol 18. Num 57. Pp-483 – 506. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/140/14025774008.pdf>

Chion, A., Meinardi, E., y Adúriz Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência y Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001. <https://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>

Cisneros, M., Muñoz, C., y Herrera, J., (2014). *Perspectivas y prospectiva en los estudios sobre lectura y escritura*. Pereira: Editorial universidad tecnológica de Pereira. Disponible En:<Http://Media.Utp.Edu.Co/Referencias-Bibliograficas/Uploads/Referencias/Libro/Perspectivas-Y-Prospectiva-Definitivpdf-Vchkj-Libro.Pdf>.

De la Torre, S., y Violant V. (2001). *Estrategias creativas en la enseñanza universitaria*. *Creatividad y sociedad*, 3, 21-47. Disponible en: [Http://Www.Ub.Edu/Sentipensar/Pdf/Saturnino/Estrategias\\_Creativas\\_Universitaria.Pdf](Http://Www.Ub.Edu/Sentipensar/Pdf/Saturnino/Estrategias_Creativas_Universitaria.Pdf).

Di Stefano, M., y Pereira, C. (2004). La enseñanza de la lectura y la escritura en el nivel superior: procesos, prácticas y representaciones sociales. *Textos en contexto*, 6, 24-37. Disponible

Dib, J. (2006). *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. *Lectura y Vida*, 27(1), 73-75.

Dolz, J. (1995): *Escribir textos argumentativos para mejorar su comprensión*. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 26, 65-77. doi: [10.1174/021470395321340448](https://doi.org/10.1174/021470395321340448)

<http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/sitios/docentes/EI%20ensayo%20argumentati>

[vo/Dialnet-](#)

[EscribirTextos%20Argumentativos%20Para%20Mejorar%20Su%20Comprensi.pdf](#)

Drachman, R., y De Groot, R. (2015). Argumentación e innovación educativa. La experiencia del grupo Kishurim en sus proyectos de investigación y desarrollo. En Hernández, J. C.

*Memorias del Primer Seminario Internacional de Innovación Educativa,*

*Villavicencio, Colombia, 2015* (pp. 26-42). Villavicencio: Universidad de los Llanos.

Gensollen, M. (2017). El lugar de la Teoría de la virtud argumentativa en la teoría de la argumentación contemporánea. *Revista Iberoamericana de Argumentación*, (15), 41-59. Disponible en: <https://revistas.uam.es/index.php/ria/article/view/9142>

Giraldo, C. (2015). La escritura en el aula como instrumento de aprendizaje. Estudio en universidades. *Ánfora*, 22 (38), 39-59. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5151538.pdf>

González, F. (2010). Evolución y desarrollo de un entorno personal de aprendizaje en la Universidad de León. *Digital Education Review*, (18), 5. 48-60. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3633778>

Grize, J. B. (1974). Argumentación, estigmatización de la lógica natural. *Revista europea de Ciencias Sociales*. 32, 183-200.

Gutiérrez, J. (2011). La escritura de la ciencia en cuatro conceptos: código, género, epistemografía y paradigma. *Katharsis*, (11), 27-49. doi:

<http://dx.doi.org/10.25057/25005731.143>

Harada Olivares, E. (2009). Argumentos, formalización y lógica informal. *Ciencia Ergo Sum*, 16 (2), 125-136.

Harada, E. (2009). Argumentos, formalización y lógica informal. *Ciencia Ergo Sum*, 16 (2), 125-136. doi: 10.17533/udea.ef.n54a07

- Henao, B., y Stipich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*. 7 (1).
- Henao, B. (2010). Sierra, B. L. H. (2010). Hacia la construcción de una ecología representacional: aproximación al aprendizaje como argumentación desde la perspectiva de Stephen Toulmin. [Tesis Doctoral]. Burgos: Universidad De Burgos.
- Hernández, J. (2015). *Memorias del Primer Seminario Internacional de Innovación Educativa, Villavicencio, Colombia*. Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Hidalgo, C. (2016) *Hermenéutica y Argumentación: Aportes para la comprensión del diálogo intercultural*. Doi: 10.17533/udea.ef.n54a07 Toluca, México. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10411360003>.
- Jiménez, A., y Pineda, L. (2015). Comunicación y argumentación en clase de matemáticas. *Educación y Ciencia*, 0(16). Recuperado de [http://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion\\_y\\_ciencia/article/view/3243](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/3243)
- Jiménez, Aleixandre, M.P. (2010). 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó.
- La W radio (2016). Minsalud afirma que no hay evidencia sobre efectos del asbesto en la salud Pública. *La W radio*. Disponible en: <http://www.wradio.com.co/noticias/actualidad/minsalud-afirma-que-no-hay-evidencia-sobre-efectos-del-asbesto-en-la-salud-publica/20160609/nota/3156323.aspx>
- Maldonado, L. F. (2015). Innovación educativa: Una mirada desde la gestión de conocimiento para el desarrollo regional. En: Hernández, J. C. *Memorias del Primer Seminario Internacional de Innovación Educativa, Villavicencio, Colombia, 2015* (pp. 14-25). Villavicencio: Universidad de los Llanos.

Martín, K. (2007). The Chemistry of Silica and its Potential Health Benefits. *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 11 (2): 94-7. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/6392416\\_The\\_chemistry\\_of\\_silica\\_and\\_its\\_potential\\_health\\_benefits](https://www.researchgate.net/publication/6392416_The_chemistry_of_silica_and_its_potential_health_benefits)

Martínez, M. (1988). El Problema De La Formación De La Enseñanza Universitaria En Su Dimensión Docente, Tutorial Y Organizativa. Salamanca: Ediciones Universidad De Salamanca.

Martínez, M., Gros Salvat, B., y Romañá, T. (2009). *El problema de la formación de la enseñanza universitaria en su dimensión docente, tutorial y organizativa*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

Molina, M. (2014). Argumentación, escritura y prácticas de enseñanza en el ingreso a la universidad: Estudio de casos en Letras y Biología. En Gabbiani, B., y Orlando, V. (Eds.), *Escritura, lectura y argumentación en contextos educativos del Río de la Plata* (pp. 89-106). Montevideo: Ediciones Universitarias, Unidad de Comunicación de la Universidad de La República.

Muñoz, C., Asqueta, M., y Casco, M. (2014). *Apuntes para una neogramática. Tecnologías de la palabra y discurso universitario*. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Ong, W. J., y Hartley, J. (2016). *Oralidad y escritura: tecnologías de la palabra*. México: Fondo de Cultura Económica.

Ortiz, F. y Fernández, P. (2016). Diseño instruccional para argumentación científica en línea. *Interdisciplinaria*, 33(2), 231-249. Disponible en:

<http://www.scielo.org.ar/pdf/interd/v33n2/v33n2a03.pdf>

Ossa, A. y Gómez, C. (2014). Asbesto en Colombia: un enemigo silencioso. [Internet]. *Acta Medica Peruana*, 27(1), 53-62.

- Padilla, C. (2010). Argumentación académica en estudiantes universitarios ingresantes y avanzados del área de humanidades: experiencias de investigación-acción en curso. Disponible en: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31137978/978-987-688-007-7.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526603389&Signature=gulTQ3X4%2FTNKPsLGR7CwOtD2J3c%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEl\\_compromiso\\_del\\_escritor\\_con\\_el\\_lector.pdf#page=135](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31137978/978-987-688-007-7.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1526603389&Signature=gulTQ3X4%2FTNKPsLGR7CwOtD2J3c%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEl_compromiso_del_escritor_con_el_lector.pdf#page=135)
- Vázquez, A.; Novo, M. del C., Jacob, I.; Pelizza, L. (2010). *Lectura, escritura y aprendizaje disciplinar* (pp. 135-151) Córdoba, Argentina: UniRío Editorial.
- Padilla, C.; Douglas, S., y López, E. (2010b). Competencias argumentativas en la alfabetización académica. *Revista @tic, revista d'Innovació educativa*, 4, 2-12.
- Peña, J. (2003). Desarrollo profesional del docente universitario. *OEI: Monografías virtuales. Ciudadanía, democracia y valores en sociedades plurales 3* (oct-nov). Disponible en: <http://www.oei.es/historico/valores2/monografias/monografia03/reflexion03.htm>
- [prendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/view/2389/1944](http://prendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/article/view/2389/1944).
- Publicar artículos*. Medellín: Fundación Universitaria Católica del Norte.
- Ramírez, M. y Piña, L. (2005). El debate académico y la argumentación como estrategias de formación docente: Experiencias desde la teoría de la educación a la práctica en ambientes a distancia. *Revista de la Red de Posgrados en Educación*, 2, 83-94. Disponible En: [http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/re\\_36.pdf](http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/re_36.pdf)
- Raventos, M. (2012). *Desempeño argumentativo de estudiantes que inician la universidad*. En IV Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología,

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

XIX Jornadas de Investigación, VIII Encuentro de Investigadores en Psicología del

Mercosur. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

Real Academia Española. (2014). Argumentar. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=3YDnmTq>

Real Academia Española. (2014). Argumento. En *Diccionario de la lengua española*.

Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=3YKtkpX>

Revista semana. (2017, Octubre). Murió la mujer que buscó una Colombia libre de asbesto.

Revista semana. Disponible en: <http://www.semana.com/nacion/articulo/asbesto-en-colombia-murio-ana-cecilia-nino-mujer-que-demando-a-la-nacion-ante-cidh/511742>

Ríos, A. (2013). Secuencia didáctica para la producción de texto argumentativo (ensayo), en estudiantes de grado once de la institución educativa Inem Felipe Pérez de Pereira (Disertación doctoral). Disponible en: Rincón, G y Gil J.H (2017). Lectura y escritura académica en la Universidad de Valle. Programa editorial Universidad del Valle.

Disponible en:

<http://revistas.univalle.edu.co/omp/index.php/programaeditorial/catalog/view/93/56/364-1://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/3712686132M798.pdf>

Rodríguez, L. (2004). El Modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa [en línea]. *Revista Digital Universitaria* 31enero. Disponible en:

<http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2.htm>

Rodríguez, L. (2008). La argumentación. *Conceptos Fundamentales de Nuestro Tiempo*.

[http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos\\_final/407trabajo.pdf](http://conceptos.sociales.unam.mx/conceptos_final/407trabajo.pdf)

Sánchez, A., Sánchez. Ceballos, L. M., Méndez Rendón, J. C., y Puerta Gil, C. A. (2013).

Alfabetización académico-investigativa: citar, argumentar y leer en la red. *Revista*

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

*lasallista de investigación*, 10(2). Disponible en:

<http://www.redalyc.org/html/695/69529816015/>

Sánchez, A. (2011). *Manual de redacción académica e investigativa: cómo escribir, evaluar*

San Martín, J. (2009). “Escribir, Leer Y Aprender En La Universidad” Una Introducción A

La Alfabetización Académica. Dra. Paula Carlino. UBA – Facultad De Ciencias

Sociales – Profesorado En Relaciones Del Trabajo – Noviembre De 2009 JULIA

MARIA SAN MARTÍN INFORME FINAL DE INVESTIGACION.

Santacoloma, M.P (2017). Los procesos de lectura en la educación superior como estrategia de prevención de la deserción universitaria. Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/16126/3/SantacolomaMontañaMaría%20DelPilar2017.pdf>

Sarda, J. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* (18) 3, (pp. 405-422). Disponible en:

<https://ddd.uab.cat/record/1502>

Tamayo, O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños.

*Hallazgos*, 9(17). doi:<https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2012.0017.10>Toulmin, S.

E., Morrás, M., y Pineda, V. (2007). *Los usos de la argumentación*. Ediciones

Península. Barcelona. Disponible en: [http://www.felsemiotica.org/site/wp-](http://www.felsemiotica.org/site/wp-content/uploads/2014/10/Toulmin-Stephen-Los-usos-de-la-argumentaci%C3%B3n.pdf)

[content/uploads/2014/10/Toulmin-Stephen-Los-usos-de-la-](http://www.felsemiotica.org/site/wp-content/uploads/2014/10/Toulmin-Stephen-Los-usos-de-la-argumentaci%C3%B3n.pdf)

[argumentaci%C3%B3n.pdf](http://www.felsemiotica.org/site/wp-content/uploads/2014/10/Toulmin-Stephen-Los-usos-de-la-argumentaci%C3%B3n.pdf)

Weston, A. (2005). *Las claves de la argumentación* (Jorge F. Malem, Trad.). España: Ariel.

Xunta de Galicia. (s. f.) ¿Qué es una argumentación? En Xunta de Galicia, *Aulavirtual*. [En línea]. Disponible en:

[https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/pluginfile.php/26651/mod\\_resource/content/0/Unidad\\_6/Web\\_txt\\_arg\\_I/qu\\_es\\_una\\_argumentacin.html](https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/pluginfile.php/26651/mod_resource/content/0/Unidad_6/Web_txt_arg_I/qu_es_una_argumentacin.html)

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Zambrano, J., Valencia, A., Orozco, M., y Caro, M. (2016). Estrategias para la enseñanza de

la producción de textos argumentativos en el área de ciencias biológicas. *Colombian*

*Applied Linguistics Journal*, 18(1), 43-55.

Zapata, I. (2009). La enseñanza de la escritura: prácticas actuales y perspectivas pedagógicas.

*Unipluriversidad*, 9(2). Disponible en:

## Anexos

### Sesión 1. Argumentación en el aula

#### Resultado del Audio

[Antecedente: La investigadora Olga Consuelo Bolívar asignó a dos (2) grupos de cuatro (4) estudiantes, para elaborar un análisis sobre el tema del “*Asbesto*” (Tema A), así mismo (2) grupos de cuatro (4) estudiantes, para elaborar un análisis del tema “*sílice*” (Tema B), de la misma manera otros dos (2) grupos de cuatro (4) estudiantes para el tema de “*Humo de carbón*” (Tema C) con el fin de que cada uno de los grupos elaborara de manera argumentativa un análisis de las problemáticas que les fueron asignada versus una lectura realizada en clase por la investigadora, relacionada con cada uno de sus temas que se contraponía a lo previamente investigado por cada uno de los grupos].

#### Asbesto

INV: Me van a poner atención, les voy a dar la explicación de cómo vamos a hacer este taller. Organizados entonces en grupos, de cuatro o de tres, como quedaron de acuerdo al tema que cada uno escogió, vamos a hacer un estudio de caso de acuerdo también a las lecturas y a los contenidos que ustedes revisaron en el taller de búsqueda de bases de datos, cada uno va a tener el documento que consulto así sea en el celular, pero cada uno va a tener el documento a mano, de acuerdo a las pautas que les voy a dar cada uno va a intervenir con el documento que buscó para que llegemos a una de cada grupo sobre el tema que buscaron. El grupo de asbesto quedó conformado por Yolanda, Armando, Helmer y Paola, el segundo grupo Walter, Haiber, Brayan y Byron ambos tienen asbesto, ambos grupos. Los otros grupos, sílice: Andrea, Nataly y Laura, y el otro grupo Armando, Camila y Maribel quedaron ustedes dos. En carbón quedó Yulieth, Sebastián y Paula, y en el otro grupo: Andry, Dayana, Cindy y Wendy. Llega Juan entonces ahorita lo incluimos, que nos indique que tema revisó en las bases de datos para que entremos a analizar, entonces voy a iniciar leyendo un caso de enfermedad por asbesto, entonces para el grupo de asbesto, este caso lo van a tomar como referencia para que ustedes analicen lo que tiene de revisión bibliográfica apoyados con el caso ¿sí? después ya les digo el siguiente paso, entonces que nos dice este caso, “una familia que vive en un barrio del sur de Bogotá conformada por

papá, mamá y su hija de año y medio; la señora de 43 años que durante 17 años vivió en un sector de Sibaté en Bogotá, en su infancia compartió con sus amigos los juegos en espacios de calle, sobre las vías, pues no contaban con un parque dentro del barrio, cercano a su vivienda estaban ubicadas empresas de fabricación de tejas ladrillos y repuestos de carros, entre otros productos, los desechos de esta eran ubicados cerca de la vivienda. En el año 2013 se le realizó una biopsia de pulmón por presentar problemas respiratorios y los médicos le informa que ella padece de una enfermedad llamada mesotelioma, que es un cáncer de pulmón que se ubica a nivel de la pleura del pulmón, la señora falleció en el 2017 con una edad de 41 años y fue posiblemente por causa del asbesto”. No sé si ustedes escucharon la noticia, salió en semana y salió en televisión, y pues fue una de las personas que antes de fallecer trato de luchar por que el gobierno prohibiera el uso del asbesto en la fabricación de todos estos elementos que básicamente quien los procesa en Colombia es a nivel de tejas y a nivel de ladrillo que manejan en sus procesos. Entonces, esta es la causa de la enfermedad ¿verdad? Es algo que aparente mente, nos demuestra que es un caso que las entidades de salud nos dicen que fue una enfermedad por asbesto, pero hay otras situación en donde el gobierno a través del ministro de salud, afirma que no hay evidencia sobre efectos del asbesto en salud pública, aquí en este documento que lo reportaron el “La W”, el ministro de salud Alejandro Gaviria afirmó que: “antes de prohibir el asbesto s debe hacer una ponderación entre el riesgo incierto a la salud y un riesgo cierto de lo que puede ser la pérdida de miles de empleados”, según el ministros los riesgos a la salud del tipo de asbesto que se utiliza en Colombia no son certeros ya que no hay evidencia definitiva que pruebe que es malo para la salud, no obstante el ministro dejó claro que si se prohíbe el uso de este mineral, se pierde alrededor de 600 000 trabajos o empleados, entonces con relación a esas dos situaciones, una positiva que dice que si existen enfermedades con relación al asbesto y otra en relación a lo que dice el ministro de salud que se supone que es una persona que sabe sobre la salud y los efectos a las personas, ustedes deberán realizar un escrito con relación a la situación de estos dos casos y a lo que ustedes buscaron en las páginas web para sustentar que es verídico para ustedes, entonces pueden empezar a trabajar.

[Estudiante 1, Tema A] profe una pregunta, ¿es un escrito normal en una hoja?

INV: Un escrito, pero argumentando ¿no?

[Estudiante 1, Tema A] Si, pero... ¿más o menos cómo?

[INV] Bueno, deben argumentar de acuerdo a las dos posiciones que les doy, una que dice que sí es enfermedad y que han muerto personas por asbesto, y otro, el del ministro, el cual nos dice que todavía no es verídico que el asbesto produce enfermedad y muerte, y de acuerdo también a los documentos que ustedes revisaron, de tal manera harán una argumentación dando su opinión, frente a eso pero con argumentos de estudios, con base en esos estudios.

INV: Bueno, voy a hacerles una lectura inicial para definirles que es el asbesto, el grupo de asbesto; es una fibra de tipo mineral empleada en diversos procesos, industriales y comerciales, gracias a su: flexibilidad, durabilidad, resistencia y a su bajo costo, es utilizada en la mayoría de los procesos de trabajo, se utiliza en las materias primas para la fabricación de pastillas de frenos de vehículos, embragues, aires acondicionados, empaques, pinturas, pero sobre todo en la producción de tejas y tanques de agua, está prohibido hace más de 50 años en la industria, en muchos países a nivel mundial. La normatividad colombiana se limita al manejo seguro del asbesto sin que se haya logrado su prohibición, la sentencia C493 de 1998 de la corte constitucional de Colombia, indica la aceptación del convenio internacional de protección de los riesgos de la salud por la exposición de asbesto, el cual según la sentencia tiene un objeto, prescribir las medidas que habrán de adoptarse para prevenir y controlar los riesgos para la salud debido a las exposición profesional del asbesto y para proteger a los trabajadores contra tales riesgos, en ese mismo año el gobierno aprobó el convenio 162 de la OIT, mediante la ley 436 y posteriormente en el 2001 el ministerio de trabajo y seguridad y social emitió la resolución 095 por la cual se conforma la comisión nacional de salud ocupacional sobre el asbesto, en el 2010 el gobierno nacional publicó en plan nacional para la prevención de la silicosis, neumoconiosis de minero del carbón y asbestosis, que va del 2010 al 2030, entonces esta partecita para que la tengan muy en cuenta para los grupos de sílice, carbón y asbesto; aunque la normatividad existente en Colombia está, establece las pautas para la protección frente al asbesto y el seguimiento sanitario, el personal expuesto no existen estudio poblacionales de los casos de enfermedades ocupacionales asociadas al asbesto que den un dato por lo menos aproximado de su prevalencia o de indícan día de enfermedad. Algunos estudios demuestran que sí es nocivo para la salud, pero otros estudios a nivel mundial demuestran que no lo es,

aunque haya estadísticas de personas fallecidas. Entonces proceden a hacer el escrito sobre la argumentación de lo leído, de los dos casos en los que sí es positivo y el otro en el que es negativo en donde indican que no se produce ningún tipo de enfermedad, y con los artículos que ustedes buscaron.

[Estudiante 2, Tema A]: Argumentar con que estamos a favor y con que no estamos a favor, ¿con base a lo de los artículos que investigamos?

INV: Exacto.

---

### **Sílice**

INV: Continuemos con los estudiantes que corresponden a los grupos de sílice, con la siguiente lectura, “se considera que el sílice, por las partículas pequeñas que produce, genera enfermedad, llevando a categorizarse la enfermedad en la lista de enfermedades profesionales como la enfermedad de la silicosis, la cual ya ha demostrado casos de mortalidad, y análisis estadístico, y de epidemiología por muertes generadas por el sílice, la mayoría, de los efectos del sílice, se producen a nivel respiratorio y a nivel del sistema nerviosos central, llevando a la dificultad del trabajador a movilizarse y deteriorarse en lo que es su apoyo y personal, esto ha demostrado que a nivel de la silicosis también ha llevado a trabajadores el altos porcentajes a muertes, en Colombia estos casos no han sido estudiados, como la asbestosis, los casos de enfermedad y muerte por la silicosis”. Ustedes no deben elaborar un resumen, ustedes deben argumentar de acuerdo a los artículos que ustedes revisaron, entonces ustedes sustentarán si hay un caso positivo por ejemplo: “el artículo tal, del año tal” nos indica que el asbesto/sílice genera enfermedad, o no genera enfermedad, por una u otra razón, “de acuerdo a esto consideramos que tal, tal y tal” ¿sí?, “de acuerdo al siguiente artículo, el cual nos indica que si hay enfermedad, pero estas son tales y tales y tales, entonces por eso (por ejemplo) el caso de la señora se generó por una u otra razón”. En sílice y en carbón son pocos los casos en los que se han hecho estudios y pocos los casos que se han publicado, a diferencia del caso de asbesto, pues la publicación de la muerte de esta señora se existió la posibilidad de darle su caso a los grupos del tema A. en los otros les dos

posibilidades cortas que se encontraron pero que no tiene un caso puntual, pero que dicen que sí hay enfermedad y que no hay enfermedad, ¿me hago entender?, ¿Es claro para ustedes?

---

## Carbón

INV: La exposición habitual al humo proveniente de combustibles sólidos como el carbón o leña, comúnmente utilizados para la cocina, puede calentar ambientes, puede causar importantes problemas respiratorios, múltiples evidencias demuestran la relación entre la respiración del humo de carbón o leña y las infecciones respiratorias en la infancia y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas en el cáncer de pulmón, recientemente el foro internacional de sociedades respiratorias [FISR] ha publicado un documento incluyendo los conocimientos científicos más actuales, sobre las enfermedades respiratorias provocadas por los combustibles, conocidos como biomasa para alertar a la población en general y autoridades gubernamentales sobre la importancia del problema en salud pública. Se calcula que alrededor del 50 % de la población mundial utiliza carbón o leña como fuentes de energía para cocinar o calentar ambientes; en la actualidad la exposición al humo o carbón o leña ocupa un cuarto lugar entre los factores de riesgo para la salud en países en vías de desarrollo, en países desarrollados la situación es menos preocupante, pero no deben despreciarse las enfermedades respiratorias en niños, en mujeres mayores de 30 años y las consecuencias de enfermedades en los hogares. Las mujeres han presentado una alta frecuencia en enfermedades respiratorias como asma bronquial o tuberculosis que también se ha relacionado a su exposición a biomasa, aunque la evidencia ha sido menor.

¿Listo? Entonces con lo que ustedes ya tienen de carbón, los estudios que cada uno escogió, deben desarrollar su texto argumentativo, cada uno se basa en los artículos que escogió.

Ustedes deberán sustentar, por ejemplo: “en el artículo tal” el autor nos indica que “si es dañino por tal razón...” “en el año”

[Estudiante 1, Tema C]: Profe pero es que el artículo que nos leíste nos hace referencia más a lo dañino que puede ser este humo en la casa y el que yo encontré hace más referencia a lo peligroso en el trabajo.

INV: Entonces lo deberá sustentar por ahí.

[Estudiante 1, Tema C]: Ah!, entiendo.

INV: ustedes deben analizar los artículos que ustedes encontraron y realizar un análisis, argumentando según su posición frente al tema.

---

INV: Les pido el favor al final escriban el nombre del artículo que escribió cada uno y quien lo buscó, el nombre del artículo y quien fue el que escribió ese artículo, o sea tiene que ir los 4 artículos al final, los libros o documentos que hayan consultado. Vamos a empezar con la argumentación del grupo 1 del tema de asbesto (Tema A), por favor vamos a prestar atención a los que ellos nos dicen, de acuerdo a lo que ellos digan ustedes deberán indicar si están de acuerdo o no y por qué.

[Estudiante 1, grupo 1 -Tema A]: Teniendo en cuenta las declaraciones del ministro de salud y los artículos que consultamos en las distintas bases de datos de nuestra investigación, nosotros podemos afirmar que si existe una evidencia para afirmar que el asbesto es una sustancia nociva para la salud de las personas que tiene contacto con él de manera normal, ya que la cifra media del consumo de asbesto por persona es de 1.67 kilogramos, y a medida del tiempo esta cifra aumentado en una cifra de alrededor de un kilogramo, entonces en este caso teniendo en cuenta también el caso de la señora que tenía los desechos de asbesto cerca a su casa, ya no iba a obtener una exposición alrededor de 2.5 kilogramos por cabeza, sino que podría tener una exposición hasta de 4.5 kilogramos entonces por eso asimismo que se le produjo el mesotelioma pleural, que esta enfermedad, precisa en una ponderación según un estudio en alrededor de 32 ciudades estudiadas, esta enfermedad provoca, de entre 1 a 4 muertes anuales por millón de personas, por exposición al asbesto, entonces por esto podemos afirmar que el asbesto si es una

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

sustancia nociva y se reitera la determinación en crear políticas públicas para la eliminación en los distintos países.

INV: ¿Algo más?, ¿alguno del grupo que quiera aportar algo más?

[Estudiante 2, grupo 1 - Tema A]: Pues, que en aspectos positivos del asbesto es que podemos utilizarlo en los productos de fibrocemento, que podemos utilizar como son las tejas y materiales para frenos, que, a pesar de las diferentes enfermedades, se puede tener en cuenta el nivel de exposición para así disminuir el riesgo de exposición a la sustancia nociva para la salud.

[Estudiante 3, grupo 1 - Tema A]: existen dos clases de asbesto crisolito y anfíboles, el menos toxico es el crisolito, el cual si se sugiere utilizar con normatividad que lo controle.

INV: ¡Listo, muchas gracias!, ahora ustedes por favor continúen, segundo grupo de asbesto, que nos dicen y para los demás ahorita les tenemos una pregunta respecto a los que el grupo dos de asbesto exponga. Inicien por favor.

[Estudiante 1, grupo 2 - Tema A]: Nosotros pensamos que el ministros de salud está completamente errado con lo que dijo sobre el asbesto, por lo que este es un generador de cáncer, nosotros también pensamos que hay una influencia de dinero que hace que el ministros piense de esta forma, para así favorecer a las empresas que fabrican las tejar y los elementos elaborados con asbesto, también pensamos que el asbesto ha sido un gran generador de daño a través del tiempo por ejemplo el caso de la señora que murió, pues ella se vio afectada por un tiempo prolongado, desde sus 17 años que tuvo contacto con el asbesto, por lo que cerca de su casa habían empresas y eso hizo que se ocasionara el cáncer del pulmón que mató a la señora.

[Estudiante 2, grupo 2 - Tema A]: Básicamente no tiene que ser como tal que uno se relacione con el asbesto directamente, sino que también puede ser de una manera indirecta, como la señora que no hacía parte de la empresa, pero su lugar de vivienda quedaba muy cerca, que hace esto, el asbesto tiene mucho material particulado que contamina el aire y el agua, también debido a que la partícula es muy pequeña no se ve a simple vista, esto lo hace hacer parte de la afectación aérea,

digamos que este daño como tal no fue a corto plazo sino que se evidenció a largo plazo.

[Estudiante 3, grupo 2 - Tema A]: Por ejemplo la señora pudo haber estado expuesta a dos años a asbesto, pero esto se evidenció años después, por decir a ella se le presentó a los 40 años y allí fue cuando ella empezó a perder la capacidad respiratoria, por ella quizás no tuvo los cuidados que generalmente deben tener los trabajadores con este material, pues las personas tienen políticas dentro de la empresa pero no se ven obligados a seguir ningún tipo de prevención ni protección cuando se encuentran fuera de la empresa.

INV: Bien, ¿Qué opinan ustedes de lo que dijo Yolanda (Estudiante 3, grupo 1 - Tema A)?

[Estudiante 2, grupo 2 - Tema A]: ¿de lo que había dos tipos de asbesto?

INV: Sí, de eso de los dos tipos que ella enunciaba, están de acuerdo que se utilice uno de estos dos tipos, pues ella dice que se ha encontrado que uno de esos dos tipos no es perjudicial si se toman las medidas.

[Estudiante 2, grupo 2 - Tema A]: Pues se tendrían que verificar muchas cosas, de todas maneras lo principal sería encontrar algo (un material) que pueda remplazar como tal al asbesto en la fabricación de estas, pero esta implementación de un nuevo material sería mucho más costosa para las empresas, ellos lo ven evidenciado en pérdidas y eso no les serviría, desde nuestro punto de vista, si es nocivo para la salud pero según el documento del ministro, él dice que no porque representa un número mínimo de muertes el que genera el asbesto, o sea no es una gran cantidad de personas.

INV: grupo de Paola (grupo 1 - Tema) ¿qué opinan de lo que dice su compañero?

[Estudiante 1, grupo 1 - Tema A]: Pues ellos nos dicen que el ministro puede que este influenciado por temas económicos, y de tal manera nosotros estamos de acuerdo, entonces sí puede ser que de tal manera se afecte la economía del ministro y puede ser que sí, que en medio de la ignorancia que tiene el ministro puede ser por falta también de los análisis que se han hecho.

INV: Sí, y hay una parte al final en relación a las enfermedades, que no están comprobadas, pues el ministro se rige según eso, nos dice que las enfermedades no están comprobadas las enfermedades, ¿qué opinan?

[Estudiante 2, grupo 1 - Tema A]: Pues para nosotros si están comprobadas, pues en el

artículo que nosotros investigamos, el cual hecho en alrededor de 40 países, el cual investigó la aparición de enfermedades por amianto (el mismo asbesto) en el cual estaba el mesotelioma pleural, el mesotelioma pulmonar y la asbestosis, indicando que si existen evidencias de que por una exposición media, que esté alrededor de 1,67 kilogramos por cabeza de persona existen alrededor de 4 de 1 a 4 muertes por año por millón de personas en cada una de estas ciudades, entonces afirmación de que no existen estudios o que estas enfermedades no están comprobadas pues no es verídica, puesto que sí existen estudios que nos demuestran lo contrario.

INV: Ahora el grupo de sílice, ¿quién empieza?

[Estudiante 1, grupo 1 - Tema B]: Yo (Andrea). Según la lectura que nos realizó la

profesora sobre sílice, podemos afirmar que como tal la sílice no genera un daño a nivel ambiental, tampoco genera un daño para las personas, pero se recomienda que se deben utilizar elementos de protección personal como mascarar con filtros, que sean camisas con manga larga y pues que como tal solamente se ven afectados el sistema ocular, respiratorio, afectación cutánea o sea en la piel, y ya. No había como más, pero en el que nosotros encontramos dice que sí puede haber enfermedades como la silicosis y que la sílice se puede descomponer en varias cosas, como en la amorfa y cristalina. La amorfa es muy escasa, y se puede descomponer en temperaturas muy elevadas, y la cristalina la cual se puede descomponer en 7 diferentes componentes, como el cuarzo el cual es el más abundante en la corteza terrestre, el cual se encuentra en la mayoría de las rocas, entonces al momento de hacer trabajos de excavación, triturando, o lo que sea generando así el sílice que afecta al trabajador, pero solamente se pueden ver estas enfermedades cuando la exposición ha sido después de 15 años en adelante, o sea una persona que se exponga 1,2,3 o 4 años no se verá afectada, y las cantidades de exposición para adquirir alguna de estas enfermedades deben ser masivas, entonces como tal nosotros creemos que si pueden haber enfermedades que hacer ver afectado al sistema respiratorio, hay obstrucción y en el libro aparecen algunas radiografías de un trabajador en donde se ven los pulmones como si fueran rodajitas de cebolla, que se una metiendo en los pulmones y van tapando, entonces sí se puede evidenciar la enfermedad pero tras la exposición de muchos años, la especificación clínica se dice que puede estar en crónica simple y complicada, aguda y acelerada, estas, acelerada

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

y aguda son entes de 5 años, son casos muy poco vistos y cuando ocurren tienen una tasa de mortalidad muy alta por que el trabajador puede morir muy rápido, pero el silicio no es realmente malo porque es uno de los minerales más importantes requeridos por nuestro cuerpo, esto hace que los cuerpos se puedan defender de los osteoartritis. La sílice se encuentra naturalmente en las uñas y se ve generalmente en los niños pequeños pues los niños pequeños hace poco nacieron. La sílice hace que las uñas sean duras y lindas, y que la piel sea brillante, a medida que las personas van creciendo la sílice se va agotando en el cuerpo, pero uno puede ayudarlo a compensar, comiendo ciertos alimentos que tiene sílice como lo es el maní, la cebada, la papa, el trigo, las almendras y la avena.

INV: y el pescado sí, muchas gracias, ¿alguien más?

[Estudiante 2, grupo 1 - Tema B]: De acuerdo al caso que nosotros evaluamos, se hace importante incluir los controles administrativos, por ejemplo, los exámenes de sangre que facilitan el control del estado de salud de los trabajadores que trabajan con este material, controlando la partícula que posiblemente puede generar cáncer en los pulmones, el artículo dice que esta enfermedad no tiene cura, pues esta partícula ingresa a los pulmones y se empiezan a tapar los alveolos, impidiendo al cuerpo obtener la misma calidad respiratoria para oxigenar todo el cuerpo, impidiendo que el cuerpo se encuentre al 100 %.

INV: Camila

[Estudiante 2, grupo 1 - Tema B]: Cómo ya todos sabemos que el 95 % de las enfermedades que adquirimos, son por vía de inhalación, entonces en este caso se afecta directamente los pulmones. También tenemos que el sílice se encuentra en la naturaleza y que se puede utilizar también de manera benéfica, se encuentra en el 26 % de la corteza terrestre, así como dijo mi compañera, se encuentra en las rocas, la arcilla, las esmeraldas, el cuarzo, etc., lo encontramos también en alimentos como los cereales que está en un 30 % al igual que en frutas y bebidas.

INV: Bueno, que opinan ustedes de lo que argumentaron ellas con relación a los tipos de sílice y el efecto que genera uno de ellos, ¿qué opinan ustedes? Que opinan de su calificación, y de que algunos son más tóxicos que otros. ¿Qué opinan de acuerdo a la manipulación en el trabajo?

[Estudiante 1, Tema A]: Pues, en el uso industrial está el manejo de...

INV: No, que opinan en relación a lo que ellas hablaron, a su calificación, al hecho de que existan unos nocivos y otros no tan nocivos para la salud, ¿están de acuerdo con eso?

[Estudiante 1, Tema A]: Sí, el sílice se presenta en el entorno, por lo menos en este caso, los trabajadores siempre van a estar ahí expuestos y por lo tanto se exponen a más daño, pero en el caso de los alimentos, uno no se encuentra tan en contacto con el tipo de sílice que hace daño al cuerpo.

[Estudiante 1, grupo 1 - Tema C]: Para mí esto va de acuerdo a la exposición, por ejemplo, hay unos que causan más daño, si usted tiene más exposición el efecto no va a ser el mismo, algunos por ejemplo puede que den cáncer. Eso va de acuerdo a los controles que tenga la empresa, así que sea de muy poquita cantidad que no haga efecto inmediato, pero usted tiene mucha exposición, esto le va a generar cáncer, pulmonía, enfermedades respiratorias, todo esto va en el control de la empresa.

[Estudiante 2, Tema A]: El sílice también genera enfermedades de piel, enfermedades

INV: Ahora el grupo de carbón.

[Estudiante 1, grupo 1 - Tema C]: Bueno en este caso la profesora nos dio un artículo que hablaba sobre el humo, el humo del carbón en la leña de muchos hogares de Colombia, el objetivo es plasmar las afectaciones de la salud de la gente. A través del tiempo el carbón ha sido utilizado por diversas industrias, causando así una gran exposición tanto a los trabajadores de la industria como a la población aledaña, dentro de las afectaciones a causa de la explotación al carbono encontramos, posible ocurrencia de lluvia acida, aumento en la polución en el ambiente y cambios climáticos, con esto hacemos referencia las industrias como la del cerrejón, que está expuesto y al aire libre, entonces esto hace daño a las poblaciones aledañas a esas industrias y a los trabajadores, pues ellos son más propensos a desarrollar enfermedades como fibrosis progresiva, pulmón negro, neumoconiosis de los carbones, nosotros también encontramos una tabla que hace un estudio de las personas que se han expuesto, entonces están las personas expuestas menos de 18 años hasta 20 años, de 21 a 45 y este estudio arroja unos porcentajes de acuerdo a la edad, entre más joven serán más propenso a ese daño, entonces digamos en las personas entre 21 y 45 años se muestra un porcentaje mediano que va entre el 22 %, entre 46 a 60 años se hace un estudio a 63 personas de esas 63, 27 se encuentran

alteras siendo este el 42 %, ya con esto sabemos que el estudio arroja que entre más jóvenes menos propensos a esto.

INV: Su grupo niñas.

[Estudiante 1, grupo 2 - Tema C]: Bueno, nosotros investigamos y se relaciona al decreto 1477 donde se establece la tabla que el carbono es muy perjudicial para la salud del ser humano, no solo en la casa la chimeneas y las cocinas sino que el carbón es más perjudicial para la salud en los trabajadores, como en las actividades de minería, allí podemos encontrar varias enfermedades como lo son: disemia pulmonar, parénquima Pulmonar, síndrome de Caplan, enfermedad obstructiva crónica, asma bronquial, y neumoconiosis.

La neumoconiosis es una de las enfermedades más comunes que se puede ver, esta se puede desarrollar cuando el trabajador se ve muy expuesto en un periodo muy de 20 o más años al carbón en su vida laboral y de manera reiterada, se puede decir que la inhalación del carbón no solo se puede ver a largo plazo sino también a corto plazo, a corto plazo con síntomas como: como la tos, la dificultad para respirar, la resequedad de la garganta y esos síntomas, el carbón es muy perjudicial para la salud.

INV: Bueno entonces así llegamos a la conclusión de este trabajo, es importante que ustedes se den cuenta que los trabajos hay que argumentarlos con investigaciones, con lecturas de artículos, con documentos para que sean reales, muchas veces no basta con decir lo que uno considera cierto, es bueno que nos basemos en algo, a eso quería que llegáramos hoy, cuando ustedes tengan trabajos es bueno que ustedes revisen investigaciones y documentos, artículos, de personas que han estudiado fenómenos y con los cuales ustedes pueden justificar cuando es tóxica o no una sustancia para el efecto de la salud en los trabajadores y con eso sustentan lo que decía él capitán, los controles que van a aplicar, a eso va este taller. Muchas gracias por su participación, muy interesante, me entregan sus trabajos por favor.

## **Sesión 2. Preguntas abiertas**

En la Sesión 2. Parte 2. Para abordar la temática en general, se diseñan tres preguntas que se aplicaron para concluir la argumentación del tema de cada grupo. Respuesta de preguntas abiertas a todos los estudiantes sobre:

Preguntas 1: ¿Con qué están a favor y con qué no están a favor de esas lecturas?

Preguntas 2: ¿En qué casos es bueno el uso y en qué casos es malo el uso de estas sustancias?

Preguntas 3: ¿Qué es lo más sólido y lo más débil de estas investigaciones revisadas por ustedes con relación a la toxicidad de las sustancias químicas?

## **Sesión 3. Escritos argumentativos**

### **Análisis de los textos escritos por parte de los estudiantes**

#### **Tema asbesto**

#### **Trabajo de clase**

#### **Grupo 1**

### **Introducción**

El asbesto es el nombre de un grupo de minerales con fibras largas y delgadas. Antes se utilizaban mucho en aislamientos térmicos. También está presente en el medio ambiente. Las fibras de asbesto son micropartículas que flotan en el aire razón por la cual es una partícula más fácil de inhalar y por ende pueden afectar al sistema respiratorio, causando enfermedades como la Asbestosis, Mesotelioma y cáncer pulmonar.

### **Síntesis**

Durante la mitad del siglo XX han existido diferentes evidencias que mostraron que la respiración se veía afectada en los lugares con fibras de asbesto. La exposición no era controlada. Según en el artículo encontrado en la *American Cancer Society*, se han ido implementando medidas para proteger a los trabajadores de las industrias y así mismo implementar controles de ingeniería como son los sistemas de ventilación y escape de emisiones visto que se han presentado enfermedades en trabajadores desde la segunda guerra

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**  
mundial, por lo cual afirmamos que el asbesto es nocivo para la salud y causa daños irreversibles.

## **Argumentación**

### Positivo:

Se puede utilizar en los productos de fibrocemento como lo son las tejas y accesorios, materiales de fricción como pastillas y bandas para frenos, en Colombia, desde hace 30 años, no se utilizan los asbestos anfíboles que usaban en Europa, sino en crisolito, de acuerdo a los productores su morfología y características fisicoquímicas permiten el uso en condiciones que estén reguladas y vigiladas por una serie de normas y convenios internacionales.

Aunque ya está el asbesto en diferentes materiales actualmente se puede aislar este tóxico para que no haya un incremento en la afectación de las personas.

### Negativo:

Con base en el artículo *Ecological association between asbestos related diseases and historical asbestos conjunption: an international analysis* en el cual se evaluó la asociación ecológica entre las tasas de mortalidad nacionales de enfermedades relacionadas con el amianto y su consumo histórico, que arroja que el amianto fue un predictor positivo significativo en la tasa de mesotelioma pleural en hombres por un aumento de 18 veces en las muertes por esta enfermedad con un aumento de 1 k en el consumo de amianto en una población a partir de la cifra media de consumo (1.67 kg por cabeza). Esta relación no fue muy significativa en mujeres, lo cual resulta en 1.8 a 2.5 muertes por millón de personas según el estudio podemos afirmar que el amianto es una sustancia nociva para la salud ya que existen estudios y evidencias que contradicen la afirmación del ministro y con estas cifras apoyamos la determinación de la eliminación del amianto en los diferentes procesos productivos ya que con el pasar del tiempo es potencial una epidemia mundial de enfermedades relacionadas con el asbesto.

Además cabe resaltar que estamos en contra de lo que dijo el ministro porque le falta conocimiento o información ante la vulnerabilidad, pues consideramos que es más importante las personas que el dinero.

## **Bibliografía**

La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada

ProQuest.medicalsciences Artículo Ecological association between asbestos related diseases and historical asbestos conjuntion: an international analysis. 2007. (Helmer Franco).

Asbesto en Colombia: un enemigo silencioso. Informativo para el público, 2014. ProQuest. (Paola Salcedo)

Toxicología del asbesto, Cuaderno de medicina forense. Artículo dialnet plus 2019. (Milena Rodríguez.)

## Grupo 2

### Asbesto

Según la OMS más de 125 millones de personas, están expuestas a esta fibra y más de 110 000 mueren anualmente a causa de alguna enfermedad respiratoria que según los neumólogos se inhala sin saberlo, se encaja en los pulmones y produce desde complicaciones respiratorias hasta inflamación de la pleura, asbestosis o el mortal mesotelioma.

En Colombia aún se permite la utilización de la fibra en una presentación conocida como crisólito. El material es utilizado un 90 % en elaboración de tejas y fibrocementos y un porcentaje menor para la producción de pastillas de frenos y textiles.

Colombia se destaca por ser uno de los pocos territorios que permite la libre importación y uso de asbesto.

Según el caso discutido en clase de la señora de 41 años que vivía en Sibaté y tuvieron contacto no directamente con el asbesto y más adelante se presentó la repercusión de esta muerte por mesotelioma, podemos evidenciar que estar expuesta a este.

El asbesto es una fibra que no se puede ver y solo con esta partícula se puede tener complicaciones, en el hospital de Méderi al cual fue trasladada esta paciente se le hizo una biopsia en donde el resultado fue mesotelioma (cáncer en la membrana pulmonar). Según el ministerio de salud dice que el asbesto no genera riesgo asociado a la salud; según los estudios realizados por el artículo de asbestos, en la base de datos *AccesMedicine* publicado en el año 2014, es considerado como un material altamente dañino y perjudicial para la salud., el nivel de exposición puede ser directo o indirecto ya que este material particulado se propaga por medio de aire y el agua, siendo perjudicados, los trabajadores y la población cercana a esta empresa.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

A nivel mundial más de 60 países han prohibido el uso, y exportación de este material debido a la alta tasa de mortalidad causada por la inhalación, ingestión y mal uso del asbesto.

Nosotros pensamos que el ministro está completamente errado porque el asbesto es un gran generador de cáncer, pensamos que hay de por medio dinero influenciando al ministro para favorecer a esta empresa fabricadora de tejas con adiciones de asbesto.

Evidenciamos que desde los 24 años esta señora se ha visto expuesta de manera indirecta a este material, el asbesto en ella generó un daño a largo plazo, lo que se evidenció con la aparición de dicho cáncer en sus pulmones. En Colombia estas empresas deberían estar lejos del perímetro urbano para minimizar la exposición a la población.

Utilizar otros materiales que remplazar el asbesto para la fabricación de tejas, pastillas y frenos, creemos que es posible en cuestión de dinero y pérdida para la empresa.

### **Bueno**

- En cuestión de calidad, durabilidad
- Su flexibilidad

### **Malo**

- A largo plazo genera cáncer
- Afectaciones y reducción de vida de las personas.
- Alta toxicidad.

### **¿Qué genera el asbesto?**

Asbestosis, mesotelioma.

Eternit (tejas generadas a base de asbesto).

### **Bibliografía**

Accessciencie.com.exproxy.umng.edu.asbesto=Actividad mutagénica-articulo.2014

Accessmedicine.com

Asbesto: enfermedad pulmonar relacionada con el asbesto.

www.-clinicalkey-es.exproxy.umng.edu.co:2518/#!/content/jurnal/1-52.0-50025775308714386

Amianto factor de riesgo del cáncer de pulmón – revista Se dice que cuanto menor es el tamaño, de la partícula de asbesto, mayor es el riesgo potencial para la salud” – artículo de accessencie en el año 2014

## **Análisis escritos por parte de los estudiantes**

### **Tema sílice**

#### **Grupo 3**

En la base de datos Clinicalkey encontramos un libro llamado neumología clínica, en el capítulo 75 (páginas 623-631) el cual da la definición, los trabajos asociados a la exposición, los diagnósticos, las formas clínicas de la silicosis y las posibles enfermedades.

En las lecturas dadas por la docente se afirma que en Colombia han existido pocos casos relevantes, razón por la cual no se han realizado estudios; también se dice que el sílice no causa daños significativos al medio ambiente. En las personas se recomienda dar uso a los elementos de protección personal, (filtros para polvos, guantes, uniformes de manga larga) y ya que el sílice puede causar irritación acular cutánea pero no se ha encontrado que existan peligros de intoxicación.

En el libro del cual se tomó la referencia, se afirma que la principal causa enfermedad de silicosis es el trabajo realizado sobre rocas ornamentales como el granito, las pizarras y los nuevos materiales compactos de cuarzo y reina, estos materiales muy utilizados en la construcción y decoración.

La forma de manifestaciones clínicas, se dan en dos presentación crónicas (simples y complicadas) estas aparecen tras la exposición de sílice después de 15 años de trabajo. Además de esta presentación, se encuentra la silicosis acelerada, que ocurre en un tiempo inferior a los 10 años y es de evolución rápida.

Y por último se encuentra la silicosis aguda, la cual tiene tasa de mortalidad muy elevada, este diagnóstico puede ocurrir a partir de los 5 años en adelante.

Con la investigación en las bases de datos podemos inferir que para que en un trabajador manifieste silicosis o se vea afectado por la sílice, se necesita que hay una exposición mayor a 10 o 15 años y que la exposición inducida sea masiva.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

- La amorfa
- La cristalina

En la sílice cristalina existen 7 variedades, 1 de ellas es el cuarzo, el cual es el más abundante en la corteza terrestre. Este se encuentra en la mayoría de rocas y es uno de los compuestos más peligrosos.

A pesar de que la sílice puede ser perjudicial para la salud a una exposición continua, la sílice es uno de los minerales más importantes requeridos por nuestro cuerpo, que hacen que los huesos de gran alcance, se puedan defender de la osteoartritis.

Se encuentra naturalmente en las uñas, la razón por la cual los niños tienen las uñas perfectas, y hermosas y su piel suave es porque existe presencia de sílice en su cuerpo. A medida de que se envejece, su cantidad en el cuerpo se agota, por lo tanto es importante la ingesta de sílice en alimentos como:

- Papa
- Cebada
- Salvao de trigo
- Almendras
- Maní
- Avena

La sílice se conoce como “el mineral de la belleza” por la razón que preserva el colágeno, lo que a su vez, mantiene la piel sana y brillante.

**Beneficios para la salud**

1. Evita las deformidades en los huesos.
2. Mejora la función de las articulaciones
3. Evita la aterosclerosis
4. Reduce la celulitis
5. Evita la toxicidad e aluminio.
6. Mantiene saludable el aparato digestivo
7. Es bueno para el corazón
8. Fortalece el sistema inmunológico
9. Cura heridas
10. Mantiene flexibilidad de cuerpo

11. Trata el acné
12. Lucha contra el envejecimiento
13. Evita la fragilidad en las uñas
14. Promueve el crecimiento del cabello

Para concluir, la sílice tiene **daños perjudiciales** en el trabajador cuando el tiempo de la exposición es continuo y en la mayoría de casos mayor a los 10 años y cuando el componente derivado de la sílice es más peligroso al ser expuesto a un trabajador. Sí llegara a suceder el caso de que un trabajador se viera expuesto a la sílice con estas condiciones, el trabajador podría sufrir de:

Neoplasia pulmonar y pleural

1. Enfermedades de colágeno
2. Tuberculosis
3. Otras microbacteriosis pulmonares
4. Pérdida de función pulmonar
5. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

#### **Grupo 4**

**Medidas para reducir la posibilidad de exposición:** El lugar de trabajo con el producto debe tener buena ventilación, ya sea natural o forzada. Use los equipos de protección personal recomendados.

**Párametros para control:** Límite permisible: no está regulado. Límites permisibles ponderado (LPP), absoluto (LDA) y temporal (LPI) : Datos no disponibles.

**Protección respiratoria:** Si las condiciones del local la hacen necesario, use trampa de protección respiratoria con filtro para polvos.

**Guantes de protección:** Uso de neopreno de puño largo.

**Protección de la vista:** Use lentes de protección química, otros equipos de protección: no son necesarios.

**Ventilación:** Los lugares de trabajo con el producto debe tener una buena ventilación , ya sea natural o forzada.

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Las medidas expuestas de seguridad en el caso I, son generales y evidenciamos la falta de medidas preventivas no específicas de acuerdo al artículo “la silicosis, un asesino silencioso” publicado en el año 02/06/2013; nos sugiere tomar medidas correctivas y preventivas, así como la realización de exámenes de salud periódico de los trabajadores, se hace imprescindible para reducir la incidencia de afección al máximo, con el objetivo de evitar la aparición de la silicosis.

Dentro de las medidas de control encontramos la importancia de la higiene personal, mínima exposición, evitar comer en lugares expuestos, reducir la cantidad de polvo en el ambiente, la ropa de trabajo, realizar exámenes de salud periódicos y evitar fumar, todo esto fue en base al artículo consultado, “la silicosis , un asesino silencioso”.

Dentro del artículo de la declaración de políticas NIOSH encontramos dentro de recomendaciones el uso de respiradores de partículas de media cara con filtros N95 o mejores para las exposiciones a la sílice cristalina. La administración de la seguridad y salud ocupacional (OSHA) especifica el uso de un filtro de eficiencia de un grado de 95 (NIOSH – 2008 julio).

Resultado vital el uso de elementos de protección tanto respiratorios como de la vista, ya que esto disminuye la facilidad con que la sustancia ingresa en el cuerpo, no evita la inhalación y consecuencias en un 100 %, pero si retarda un poco las consecuencias y enfermedades pulmonares.

La sílice resulta o causa afectaciones negativas en el cuerpo dependiendo del tiempo de exposición a la sustancia.

Existen tres formas de presentarse la enfermedad:

- Silicosis crónica
- Silicosis acelerada
- Silicosis aguda

Lo cual se basa en que el factor principal es el tiempo de exposición a la sustancia. Debemos tener en cuenta que no hay tratamiento definitivo, por ella la importancia de la prevención.

Como conclusión, aportamos que la silicosis es una enfermedad que debemos prestarle mucha atención, ya que afecta de manera significativa y notable la salud del trabajador.

## **Bibliografía**

Del artículo “La silicosis, un asesino silencioso”- 02/06/2013-

Del artículo “enfermedades pulmonares en trabajadores expuestas o polvo de sílice en una empresa siderometalúrgica” 2006

## **Análisis escritos por parte de los estudiantes**

### **Tema Humo de carbón**

#### **Grupo 5**

En el artículo planteado anteriormente se hace énfasis en la exposición al humo de carbón o leña desde los usos del hogar, nuestro objetivo es plasmar las afectaciones a la salud en el ámbito laboral más específicamente en la industria minera.

A través del tiempo el carbón ha sido utilizado para diversas industrias causando así una alta exposición tanto a los trabajadores de las minas como a la población aledaña.

Dentro de las afectaciones a causa de la explotación de carbón encontramos:

#### **Afectación a la población aledaña:**

Posible ocurrencia a lluvia ácida

Smog

Aumento de la contaminación en el ambiente

Cambios climáticos

#### **Afectación a los trabajadores**

Los trabajadores son propensos a desarrollar enfermedades como: silicosis, fibrosis progresivas, pulmón negro o neumoconiosis.

Estamos de acuerdo con las demostraciones de los daños por la exposición de carbón, corroboramos con el artículo de “la utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minera del carbón con espirométrico alterado, según la edad bajo un trabajo de 40 horas semanales que introducen unos 14 000 litros de aire en las vías aéreas.

<b>Edad</b>	<b>Núm.</b>	<b>Alterado</b>	<b>Porcentaje</b>
Menor de 18	11	2	18.18

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

Hasta 20	19	4	21.05
21-45 años	304	67	22.04
46-60 años	63	27	42.86
Mayor 61	13	7	53.85
Total	410	107	26.10

Tomando en cuenta estos resultados afirmamos que de 410 trabajadores 107 ya están alterando nuestros trabajadores debido a la larga exposición a polvos de carbón.

## **Bibliografía**

### **Artículos**

Impacto ambiental del polvillo del carbón en Colombia.

Enfermedades relacionadas con el carbón.

## **Grupo 6**

De acuerdo a los artículos encontrados en los diferentes bases de datos (enfermedad pulmonar ocupacional y ambiental, dualidad, la locomotora minera vs el pulmón negro, neumoconiosis de minero del carbón y Programa de formación médica continuada acreditado serie 9, núm. 64) a cerca de la inhalación de polvos de carbón y con base a la tabla de enfermedades establecidas en el decreto 1477 de 2014 se puede determinar que la inhalación de polvos de carbón es altamente perjudicial para la salud del ser humano, en especial a las personas que laboran en actividades de minería subterránea generando en los trabajadores las siguientes enfermedades: enfisema pulmonar, Parénquima Pulmonar, Síndrome de Caplan, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma bronquial y neumoconiosis.

Una de las enfermedades más comunes encontradas en estos trabajadores es la neumoconiosis, la cual es desarrollada como consecuencia de la inhalación de polvo de carbón o grafito durante mucho tiempo, lo cual produce que se deposite y acumule polvo de carbón en los pulmones. Cabe aclarar que estas enfermedades dependen de tiempo de exposición al que el trabajador se vea obligado a laborar bajo esas condiciones. Por lo general las personas que llevan trabajando de 20 a más años están en estas minas de carbón.

Se encuentra en que cada año entre el 1 y el 2 % de las personas con la modalidad siempre de la neumoconiosis de los mineros de carbón desarrollan una forma de la enfermedad más grave llamada fibrosis masiva progresiva.

Se puede concluir que las enfermedades generadas por la inhalación de polvo de carbón contraen efectos a corto y largo plazo, ya que al principio se puede evidenciar síntomas como

la dificultad para respirar y dolor de cabeza que con el tiempo nos pueden causar enfermedades más severas.

### Bibliografía

1. Programa de formación médica continuado acreditado serie 9 N<sup>o</sup> 964, 2006.
2. Dualidad, La locomotora minera vs el pulmón negro 2006.
3. Neumoconiosis del minero del carbón, 2012.

---

### Lectura 1

#### **Asbesto causa muerte en Colombia y genera alerta por aumento de demoliciones**

*Categoría: Denuncia.*

*Publicado: 11 Enero 2017*

*Visto: 1192*

#### **Principio del formulario**

La dolorosa muerte de Ana Cecilia Niño, a causa del cáncer que había desarrollado por la exposición a asbesto, desata nuevamente la controversia por el uso y la producción de ese mineral en Colombia, así como por su manipulación en las demoliciones de edificaciones.

Ana Cecilia vivió por más de 17 años en el municipio de Sibaté en donde se ubicaba la fábrica de Eternit, que utilizaba asbesto o amianto, como también se le conoce, para la producción de tejas y tanques de agua. El 2 de septiembre de 2014, el hospital Universitario de Méredi le diagnosticó con mesotelioma, una clase de cáncer que afecta la membrana que recubre los pulmones.

Según la Organización Mundial de la Salud, la exposición al asbesto, incluido el crisotilo, es causa de cáncer de pulmón, laringe y ovario, así como de mesotelioma y también puede causar otras enfermedades, como la asbestosis.

El doctor Julio Cesar Granada, quien la operó el 3 de octubre de 2014, manifestó que "claramente logramos identificar el diagnóstico como mesotelioma por exposición al asbesto en años anteriores". Ana Cecilia expresó en una entrevista que "las calles del barrio se llenaban de un polvo por esos desechos con los que se levantaban las calles, jugábamos a las

**La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada**

escondidas entre los tubos rotos que dejaba la fábrica. El médico me explicó que esos desechos contenían un elemento llamado asbesto, me dijo que él tenía muchos pacientes de esa zona, que también padecieron mesotelioma”.



**Ni 18 radioterapias ni las 30 quimioterapias pudieron parar el avance del tumor de Ana Cecilia.**  
**Foto: Facebook Ana Cecilia Niño.**

Desde el momento del diagnóstico, ella y su esposo han estado luchando por la prohibición del asbesto en Colombia, se sumaron a una acción popular que se presentó en contra del Ministerio de la Protección Social para prohibir el asbesto. Además, interpusieron una demanda contra el Estado colombiano ante la Comisión Interamericana de Derechos Humanos. Sin embargo, todo su esfuerzo siempre se vio frustrado pues el Congreso decidió hundir el proyecto de ley que pretendía prohibir el uso de la fibra en las construcciones. Lea también Ley del asbesto terminó hundiéndose por diferencias al interior del Gobierno

El asbesto ha sido clasificado como un cancerígeno humano reconocido por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, por la EPA y por la Oficina Internacional para la Investigación del Cáncer. Según las investigaciones, la exposición al asbesto puede incrementar el riesgo de cáncer de pulmón y de mesotelioma, también puede aumentar el riesgo de asbestosis (enfermedad inflamatoria que afecta los pulmones y causa dificultad para respirar y daño permanente al pulmón) y otros trastornos no cancerosos de la pleura y de los pulmones. Según Global Unión, asociación sindical Suiza, en Colombia cerca de 320 personas mueren al año a causa de alguna enfermedad relacionada con el asbesto. Lea también. Bando enfrentados por la prohibición del asbesto.



**El asbesto ha sido prohibido en más de 50 países**  
Foto: [www.elespectador.com](http://www.elespectador.com)

En Colombia, las empresas fabricantes de asbesto han defendido su posición argumentando la existencia de un uso seguro del asbesto, la ausencia de estudios realizados en Colombia sobre sus efectos nocivos y la falta de estudios sobre posibles materiales sustitutos del amianto, sin embargo, en agosto de 2016 se presentó ante el congreso, nuevamente un proyecto para la prohibición del material. Lea también Vuelve y juega: con división en el Gobierno, proyecto anti asbesto inicia nuevo intento en el Congreso.

### **¿Qué le sucede al asbesto cuando entra al medio ambiente?**

La agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades —ATSDR, expone que las fibras de asbesto no se evaporan ni se disuelven en agua. Sin embargo, fragmentos de fibras pueden entrar al aire y al agua por la erosión de depósitos naturales y el desgaste de productos manufacturados de asbesto. Las fibras de diámetro pequeño pueden permanecer suspendidas en el aire largo tiempo y así ser transportadas largas distancias por el viento o corrientes de agua, generalmente no se degradan y permanecerán virtualmente inalteradas durante largo tiempo, cuando las fibras de asbesto son inhaladas, pueden permanecer atrapadas en los pulmones. A medida que pasa el tiempo, la cantidad de fibras en el tejido pulmonar aumenta y permanecen ahí por mucho tiempo. Las demoliciones de edificaciones con techos de asbesto y tuberías son una fuente potencial de riesgo para vecinos y trabajadores de las Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Revista ambiental.

La argumentación científica como estrategia de enseñanza de la asignatura de toxicología del programa de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Universidad Militar Nueva Granada

Catorce 6. Publicado: 11 Enero 2017 Visto: 2480.

#### **Minsalud afirma que no hay evidencia sobre efectos del asbesto en la salud pública**

Al referirse al proyecto de ley que pretendía prohibir el asbesto en el país, el ministro Alejandro Gaviria argumentó que todavía falta realizar algunos estudios.



Alejandro Gaviria, ministro de Salud. Foto: Colprensa

Latinoamérica

#### **La W09/06/2016 - ( hace 1 años )**

El ministro de salud Alejandro Gaviria afirmó que antes de prohibir el asbesto se debe hacer una ponderación entre un riesgo incierto a la salud y un riesgo cierto de lo que podría ser la pérdida de miles de empleos.

Según el ministro, los riesgos en la salud del tipo de asbesto que se utiliza en Colombia no son certeros, ya que no hay evidencia definitiva que pruebe que es malo para la salud. No obstante, el ministro sí dejó claro que, de prohibirse el uso de este mineral, se perderían alrededor de 60 000 empleos.

#### **Lista de senadores que votaron en contra del proyecto para prohibir el asbesto en Colombia.**

Comisión Séptima del Senado hundió el proyecto de ley con el que se pretendía prohibir la producción, comercialización, exportación, importación y distribución de este producto.



Senado de la República. Foto: Colprensa

**La W. 09/06/2016**

## Lectura 2

### Sílice y los beneficios para la salud

**Título:** el sílice y sus potenciales efectos beneficiosos sobre la salud

**Autor:** martin k.

**Título original:** the chemistry of silica and its potential health benefits

**Cita:** journal of nutrition, health and aging 11(2): 94-98, mar 2007

**Micro:** Existe un interés creciente en los efectos beneficiosos del sílice sobre la salud humana que parece contradecirse con las investigaciones previas efectuadas, las cuales se concentraron en los efectos tóxicos que provoca la inhalación de sílice cristalino, como por ejemplo, la silicosis.

### Introducción

Tradicionalmente, el sílice ha sido asociado con la aparición de enfermedades que afectan al hombre. No obstante, en la actualidad existe un interés renovado acerca de los efectos beneficiosos del sílice sobre la salud humana. Respecto de las entidades asociadas con la exposición al sílice, la silicosis es, tal vez, la más reconocida. Esta enfermedad, que afecta principalmente a los pulmones, se debe a la inhalación continua del polvo de los minerales que contienen sílice y se manifiesta como una fibrosis pulmonar progresiva que conlleva la aparición de un cuadro de disnea crónica. Uno de los principales ejemplos de compuesto perjudicial del sílice es el asbesto.

Sin embargo, también existen formas de sílice en la naturaleza que no son tóxicas, por ejemplo, cuando éste se disuelve en agua y da origen al ácido silícico, que ha sido considerado como un componente con potencial beneficio para la salud humana. El autor sostiene que es necesario un mayor entendimiento de la química del sílice, especialmente del ácido ortosilícico, para promover más cantidad de investigaciones sobre los efectos útiles potenciales de este compuesto.

El sílice se encuentra en el 26% de la corteza terrestre y en la mayoría de las rocas minerales, arenas y arcillas. Asimismo, dentro de la gran cantidad de formas del sílice se hallan el cuarzo, la esmeralda, el feldespato, la serpentina, la mica, el talco, el vidrio y los nombrados anteriormente. También ha sido utilizado como ingrediente en el acero, compuestos abrasivos y de transistores y de otros artefactos electrónicos. Respecto de sus

usos medicinales, puede hallarse sílice en implantes de siliconas y como excipiente de drogas y vitaminas. Por otro lado, también se utiliza como aditivo nutricional.

A nivel químico, la sílice es el óxido de silicio, un elemento no metálico que también se encuentra distribuido en todo el planeta. El sílice forma parte de algunas bebidas como el agua corriente y de manantiales, la cerveza y el café; a su vez, la ingesta de bebidas contribuye en el 55% de la ingesta total de silicio en forma de sílice. Se vio que el contenido de sílice en el agua depende del origen geológico de esta última.

#### Consideraciones químicas.

La sílice es un término que abarca a todas las formas (reactivas o no reactivas) del dióxido de silicio o silicatos formados a partir del silicio y del oxígeno junto con otros minerales y metales.

No obstante, el ácido silícico es la forma hidrosoluble y, por lo tanto, activa y relevante a nivel biológico, ya que es disuelta por el agua a partir de la arena, rocas y minerales. Se ha visto que las variaciones del pH provocan cambios en la conformación de este compuesto.

#### La química de la sílice determina su biodisponibilidad

La biodisponibilidad es la medida de la tasa y extensión de un compuesto activo de la dieta que alcanza la circulación sistémica, y está disponible en el sitio de acción en un tejido u órgano blanco. Además, depende de la solubilidad del compuesto que se encuentra íntimamente relacionada con la química.

Los cereales aportan el 30% del silicio en la dieta, seguido de las frutas, las bebidas (frías, calientes y alcohólicas) y los vegetales. En conjunto, estos alimentos brindan más del 75% de la ingesta diaria de silicio. La prueba que verifica la absorción de este elemento en forma de sílice es la excreción urinaria diaria de silicio, como orto silicato de magnesio, mayor del 50% de la ingesta diaria de silicio.

Por un lado, la sílice monomérico penetra en todos los líquidos y tejidos corporales y es excretado principalmente por la orina; los niveles plasmáticos del silicio aumentan en pacientes con insuficiencia renal. Por otro lado, existen altos niveles de silicio en el hueso, uñas, tendones, paredes de la aorta, glóbulos rojos, hígado, bazo, pulmones y riñones. Se encuentran niveles moderados en el hueso, piel, músculo y testículos. Los mayores niveles de ácido silícico se comprueban en las uñas.

La química de la sílice determina su toxicidad. La silicosis, la forma más conocida de toxicidad asociada con la sílice, es una enfermedad pulmonar que se origina a partir de la inhalación constante del polvo de minerales que contienen sílice y da lugar a la aparición de fibrosis pulmonar progresiva y disnea crónica. Asimismo, la sílice fue clasificada como un carcinógeno humano conocido, debido a la existencia de este elemento en el polvo inhalado. Existe una relación importante entre la vía de ingreso del sílice al organismo y la toxicidad; la vía inhalatoria es la más tóxica.

El autor comenta que existen muchas formas de sílice en la naturaleza, pero sólo la inhalación de sílice cristalina parece ser la única tóxica, ya que el consumo de agua con ácido orto silícico -la forma hidrosoluble de la sílice- no lo es, aun en grandes cantidades.

Consideraciones acerca de la salud

Existe una gran cantidad de estudios en seres humanos que determinan el papel esencial del silicio en forma de sílice. No obstante, queda por determinar el papel funcional de este elemento.

Se han llevado a cabo estudios en ratas y pollos en los que se estableció que la sílice es fundamental para el desarrollo correcto de los huesos, articulaciones, cartílagos y colágeno. Se observó que la depleción de este elemento produjo deformidades en la calota y los huesos periféricos, articulaciones escasamente formadas, disminución en el contenido mineral del cartílago y el colágeno y alteración del balance mineral en el fémur y vértebras de estos animales. Por otro lado, se ha visto que el sílice aumenta y mantiene al cartílago articular y al tejido conectivo debido a la interacción del silicio con los glucosaminoglucanos, además de formar parte de una enzima involucrada en la formación de la matriz ósea.

Otro de los probables efectos de la sílice en los seres humanos es el papel protector en la aterosclerosis, debido, en parte, a la interacción con los glucosaminoglucanos y el colágeno presentes en los vasos sanguíneos.

Finalmente, la sílice parece tener un papel beneficioso en la enfermedad de Alzheimer, ya que puede interactuar con el aluminio y prevenir la toxicidad por este último, tan frecuente en esta afección.

Por lo tanto, existe información que apoya el papel protector de la sílice a nivel óseo, del tejido conectivo, cerebral y circulatorio.

### **Discusión y conclusiones**

Existen muchas formas de la sílice con efectos tanto beneficiosos como perjudiciales para los seres humanos. Por ejemplo, las partículas inhaladas de este compuesto pueden ser tóxicas y el sílice disuelto en el agua es una forma biodisponible no tóxica. Se ha visto que la forma disuelta en agua se absorbe rápidamente, llega a los órganos blanco y es excretada por la orina; no obstante, la falta de datos contundentes acerca de la ausencia de toxicidad ha oscurecido los efectos benéficos de este compuesto.

El autor sostiene que son necesarios más estudios para determinar el papel fisiológico de la sílice y la dependencia de las especies químicas de este elemento en relación con la salud humana. Destaca que actualmente existe información acerca del posible papel beneficioso de la sílice en la aterosclerosis, hipertensión arterial, alteraciones óseas, enfermedad de Alzheimer, entre otras afecciones.

Ref: CLMED, NUTRI.

**Resumen objetivo elaborado por el Comité de Redacción Científica de SIIC en base al artículo original completo publicado por la fuente editorial. Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC) 2002.**

### **Lectura 3**

#### **Enfermedades respiratorias por exposición al humo de carbón o leña**

La exposición habitual al humo proveniente de combustibles sólidos como el carbón o la leña, comúnmente utilizados para cocinar o calentar ambientes, puede causar importantes problemas respiratorios.



Múltiples evidencias demuestran la relación entre la exposición al humo de carbón o leña con

las infecciones respiratorias en la infancia, así como casos de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y de cáncer de pulmón.

Recientemente, el Foro Internacional de Sociedades Respiratorias (FIRS) ha publicado un documento describiendo los conocimientos científicos más actuales sobre las enfermedades respiratorias provocadas por los combustibles conocidos como biomasa, para alertar a la población general y las autoridades gubernamentales sobre este importante problema para la salud pública.

Se calcula que alrededor de un 50% de la población mundial utiliza de forma habitual carbón o leña en sus hogares como fuente de energía para cocinar o calentar ambientes. El humo proveniente de este tipo de fuentes contiene numerosos compuestos potencialmente tóxicos para la salud respiratoria. En la actualidad, la exposición al humo de carbón o leña ocupa el cuarto lugar entre los factores de riesgo para la salud en los países en vías de desarrollo. En países desarrollados la situación es menos preocupante, pero no debe despreciarse. Las infecciones respiratorias en niños menores de cinco años o la EPOC en mujeres mayores de treinta años que nunca han fumado son las principales consecuencias respiratorias de este tipo de exposición hogareña. En el caso de las mujeres también se ha observado un incremento en la frecuencia de cáncer de pulmón por la exposición continuada al humo de carbón. Otros problemas respiratorios, como el asma bronquial o la tuberculosis, también han sido relacionados con la exposición a humos de biomasa, aunque las evidencias son menos concluyentes.

En un documento recientemente publicado en la revista "Proceedings of the American Thoracic Society", los expertos recomiendan la aplicación de medidas para reducir este tipo de contaminación en ambientes cerrados, incluyendo cambios de hábitos, mejoría de la ventilación y de los sistemas de calefacción de los hogares y la transición a nuevos combustibles más limpios.

**Autor:** Federico Gómez, Agosto, 2008. Fecha últ. Modificación: 19/10/2011

### **Bibliografía**

Torres-Duque C, Maldonado D, Pérez-Padilla R, Ezzati M, Vieg G; *On behalf of the Forum of International Respiratory Studies (FIRS) Task Force on Health Effects of Biomass Exposure. Biomass Fuels and Respiratory Diseases: A Review of the Evidence. "Proc Am Thorac Soc."* 2008; 5: 577-590.