



NIVELES DE ARGUMENTACIÓN Y MODELOS EXPLICATIVOS EN EL
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO RESPIRACIÓN EN ESTUDIANTES DE TERAPIA
RESPIRATORIA.

JHON FREDY CEPEDA SAINEA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2019

NIVELES DE ARGUMENTACIÓN Y MODELOS EXPLICATIVOS EN EL
APRENDIZAJE DEL CONCEPTO RESPIRACIÓN EN ESTUDIANTES DE TERAPIA
RESPIRATORIA.

JHON FREDY CEPEDA SAINEA

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las ciencias

Tutor

JOHN EDISON CARDONA OCAMPO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES
2019

DEDICATORIA

A Dios, primeramente, por darme la fortaleza, perseverancia y sobre todo por ser mi guía en la búsqueda y culminación de una meta más.

A mi esposa Kelly, por su paciencia y apoyo incondicional en este arduo, pero, fructuoso proceso de crecimiento y formación profesional.

A mis hijos Isabella y Emiliano, por ser la motivación y el motor que día a día permiten superar adversidades y convertirlas en triunfos.

A mi madre Edilma, a mis hermanos y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron con su apoyo moral y credibilidad en la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mi compañera de vida Kelly Johanna Cristancho Cruz, por su paciencia, entendimiento y compañía en el desarrollo de las diferentes etapas requeridas en esta nueva meta.

A mi amigo y compañero de trabajo Omar Iván Vargas, por su tiempo y orientación en asesorías brindadas para la culminación exitosa de este proyecto.

RESUMEN

Objetivo: Describir el nivel de argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de Terapia Respiratoria durante el aprendizaje del concepto de respiración.

Metodología: Investigación cualitativa de alcance descriptivo.

Resultados: la intervención didáctica fortaleció el desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes de Terapia respiratoria. Se evidencio como hallazgo relevante la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia de uno en particular. En la mayoría de los casos fue el modelo vitalista.

Conclusiones: Las argumentaciones suministradas se caracterizaron por justificaciones superficiales datos basados en la vivencia más que en una construcción científica del concepto. A pesar que existen acercamientos al concepto respiración en toda la vida escolar de los estudiantes.

Se evidencio como hallazgo relevante la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia de uno en particular. En la mayoría de los casos fue el modelo vitalista.

Al detallar el modelo dominante por estudiante y se relacionarlo con el nivel de habilidad argumentativa, se puede inferir que puede existir una relación entre el bajo nivel de argumentación y la adopción de modelos explicativos superficiales. De esta manera, se concluye que la construcción del concepto parte de una lógica lineal, lo cual no permite comprender el fenómeno desde su complejidad o involucrando otros niveles que requieren abstracción como son los procesos moleculares.

Palabras Claves: Respiración, Argumentación, modelos explicativos.

ABSTRACT

Objective: Describe the level of argumentation and explanatory models of the students of Respiratory Therapy during the learning of the concept of breathing.

Methodology: Qualitative research of descriptive scope.

Results: The didactic intervention strengthened the development of argumentative ability in students of respiratory therapy. The coexistence of explanatory models, with dominance of one in particular, was evidenced as a relevant finding. In most cases it was the vitalist model.

Conclusion: The arguments provided were characterized by superficial justifications based on experience rather than on a scientific construction of the concept. Although there are approaches to the concept of breathing throughout the students' school life.

The coexistence of explanatory models, with dominance of one in particular, was evidenced as a relevant finding. In most cases it was the vitalist model.

By detailing the dominant model per student and relating it to the level of argumentative ability, it can be inferred that there may be a relationship between the low level of argumentation and the adoption of superficial explanatory models. In this way, it is concluded that the construction of the concept is based on a linear logic, which does not allow us to understand the phenomenon from its complexity or by involving other levels that require abstraction such as molecular processes.

Keywords: Breathing, Argumentation, explanatory models.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	ANTECEDENTES.....	14
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	18
4	JUSTIFICACIÓN.....	21
5	REFERENTE TEÓRICO.....	25
5.1	ARGUMENTACIÓN	25
5.1.1	Modelo Argumentativo De Toulmin	25
5.1.2	Concepto Respiración.....	30
6	OBJETIVOS.....	35
6.1	Objetivo General.....	35
6.2	Objetivos específicos	35
7	METODOLOGÍA	36
7.1	LINEA DE INVESTIGACIÓN	36
7.2	ENFOQUE Y ALCANCE	36
7.3	DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO	36
7.4	DISEÑO METODOLOGÍCO.....	37
7.5	UNIDAD DE TRABAJO	38
7.6	UNIDAD DE ANALISIS	38
7.7	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
7.8	UNIDAD DIDACTICA.....	41
7.9	PLAN DE ANALISIS DE LA INFORMACIÓN.....	42
8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43

8.1	MOMENTO INICIAL: ANÁLISIS NIVEL DE ARGUMENTACIÓN Y MODELO EXPLICATIVO FRENTE AL CONCEPTO RESPIRACIÓN.	44
8.1.1	Análisis Nivel De Argumentación.....	44
8.1.2	Análisis Modelos Explicativos Frente Al Concepto Respiración.	48
8.2	ANÁLISIS NIVEL ARGUMENTATIVO FINAL DE LOS ESTUDIANTES DE TERAPIA RESPIRATORIA FRENTE AL CONCEPTO RESPIRACIÓN Y CAMBIOS EN EL MODELO EXPLICATIVO.....	55
8.2.1	Análisis Comparativo Nivel Argumentativo Inicial Y Final.....	55
8.2.2	Análisis Comparativo Modelo Explicativo Frente Al Concepto Respiración Inicial Y Final.....	58
9	CONCLUSIONES	67
10	RECOMENDACIONES	69
11	REFERENCIAS	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de competencia argumentativa.....	29
Tabla 2: Modelos explicativos concepto respiración	33
Tabla 3: Modelos explicativos concepto respiración	39
Tabla 4: Identificación de los niveles de argumentación identificada en el momento inicial.	44
Tabla 5: Descripción de respuestas momento inicial y su nivel de argumentación.	45
Tabla 6: Identificación de los modelos explicativos en el momento inicial.....	50
Tabla 7: Relación criterios modelo explicativo vitalista y respuestas de los estudiantes.....	50
Tabla 8: Relación criterios modelo explicativo teleológico - intercambio de gases y respuestas de los estudiantes.....	52
Tabla 9: Relación criterios modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes.....	53
Tabla 10: Nivel argumentativo individual.....	55
Tabla 11: Descripción de respuestas momento inicial - final y su nivel de competencia argumentativa.	57
Tabla 12: Comparación de los modelos explicativos y nivel de argumentación en el momento inicial y final.....	60
Tabla 13: Relación criterios modelo explicativo vitalista y respuestas de los estudiantes momento final.....	61
Tabla 14: Relación criterios modelo explicativo teleológico - intercambio de gases y respuestas de los estudiantes en el momento final.	62
Tabla 15: Relación criterios modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes en el momento final.	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del argumento de Toulmin 1956.....	25
Figura 2: Diseño metodológico. Autoría propia.....	37
Figura 3. Nivel de argumentación inicial.	45
Figura 4. Modelos explicativos identificados. Autoría propia.	49
Figura 5. Nivel de argumentación comparativo momento inicial y final. Autoría propia.	56
Figura 6. Modelo comparativo momento inicial y final. Autoría propia.	59

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Instrumento	76
Anexo 2. Consentimiento Informado	80
Anexo 3. Unidad Didáctica	83
Anexo 4. Lectura Línea Del Tiempo	89
Anexo 5. Lectura Ventilación Mecánica	90
Anexo 6. Formato Argumentación En Ventilación Mecánica	91

1 PRESENTACIÓN

La siguiente propuesta investigativa pretendió describir la habilidad argumentativa y los modelos explicativos en el aprendizaje del concepto respiración en estudiantes de Ciencias de la Salud de la Universidad de Boyacá, específicamente en Terapia Respiratoria, a través de las acciones de enseñanza propuestas en la unidad didáctica.

Esta indagación, permitirá un acercamiento a la argumentación en la enseñanza de ciencias en el aula. Analizando la estructura y competencia de los argumentos que emerjan de los estudiantes durante la enseñanza del concepto.

Esta propuesta teóricamente se desarrolla bajo la perspectiva del argumento de Stephen Toulmin y su aplicación en la indagación por medio de la escala valorativa del argumento propuesta por Erduran, Simon y Osborne (2004). La enseñanza del concepto respiración se estructura por medio de una Unidad Didáctica, donde se establecerá el nivel de competencia argumentativa del estudiante, y se realiza un acercamiento a los modelos explicativos entorno al concepto respiración que han construido los estudiantes, brindando elementos para una comprensión más integral y multinivel del concepto.

El desarrollo de la Unidad Didáctica pretende abordar los elementos que conforman el concepto respiración desde las dinámicas macroscópicas como celulares y moleculares, a través de momentos y actividades establecidas desde la enseñanza por medio de la argumentación de conceptos científicos. Por medio de instrumentos se indagó el nivel de argumentación durante el desarrollo de la Unidad y al final de la misma. El enfoque de la investigación es cualitativo ya que es de interés estudiar los niveles argumentativos que tienen los estudiantes de Terapia respiratoria en el proceso de enseñanza del concepto respiración. Por lo tanto, esta metodología permitió realizar un análisis profundo de los procesos argumentativos de los estudiantes, que pueden ser manifestadas o comunicados a través de diferentes instrumentos y su correspondiente análisis de contenido. Se pudo establecer que la intervención didáctica fortaleció el desarrollo de la habilidad

argumentativa en los estudiantes de Terapia respiratoria. Se evidencio como hallazgo relevante la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia de uno en particular. En la mayoría de los casos fue el modelo vitalista.

2 ANTECEDENTES

La relación de antecedentes de la presente propuesta investigativa, gira entorno a los estudios más relevantes en el campo del concepto respiración, modelos explicativos y argumentación.

Hernandez & Núñez (1990) indagan los esquemas conceptuales sobre la respiración en escolares, desde una propuesta didáctica sobre nutrición. Señalan como resultados relevantes el hecho que “los estudiantes desconocen la naturaleza de las sustancias que intervienen en la respiración celular e ignoran los detalles más elementales de este proceso” (p. 109). Esta circunstancia se relaciona con la separación de los procesos celulares con los ventilatorios, los autores señalan como posibles causantes de esta conceptualización superficial, una enseñanza sin relaciones sistemática y de forma tangencial el contenido de los libros de texto escolar que no favorecen el desplazamiento hacia modelos más integradores.

Los mismos autores posteriormente realizan una indagación sobre los modelos conceptuales en las relaciones sistémicas entre respiración, digestión y circulación. Núñez & Hernandez (1996) afirman: “encontramos diferencias significativas al comparar la comprensión de las relaciones digestión/circulación con las de respiración/circulación: mientras en el primer grupo se constata cierto conocimiento en la mayoría de los cursos investigados, la comprensión de las relaciones entre respiración y circulación resulta mucho más problemática, incluso en niveles superiores” (p.274). Los autores relacionan esta circunstancia con ausencia de una visión global de lo que se está enseñando, falta de progresión en los contenidos, y la enseñanza fragmentada y reduccionista de los contenidos.

En este sentido, García (1991) investiga y cuantifica la magnitud de las representaciones que poseen los estudiantes de educación media sobre respiración celular. García (1991) concluye: “Se propone una reestructuración de estos temas que facilite la construcción de un modelo interpretativo global, del abandono del modelo clásico y de un estudio

desconectado de los distintos aparatos y sistemas, prescindiendo de la gran cantidad de detalles y de «nombres» con los que se metrala a los alumnos, habiendo estudiado de antemano o a posteriori el nivel celular como un «ente» aislado” (p. 133). Confirma en este estudio la necesidad de la integración y el establecimiento de relaciones sobre el concepto respiración.

Uno de los antecedentes más representativos en relación al concepto respiración y los modelos explicativos es Tamayo (2001) en su tesis doctoral, donde propone el análisis de la evolución conceptual, modelización y relaciones epistemológicas en torno al concepto respiración y sus implicaciones didácticas. Tamayo (2001) concluye que los estudiantes utilizan modelos explicativos de diversa complejidad, de tal manera que coexisten en el mismo sujeto. En este trabajo se describen los modelos adoptados por los estudiantes y sus criterios explicativos.

Con este antecedente importante, Cardozo, Correa & Tamayo (2009) indagan no solo la identificación de los diferentes modelos que usan los estudiantes para explicar el concepto de respiración, también indagan sobre los posibles obstáculos en el aprendizaje del concepto de respiración. Esta indagación se relaciona a la presente propuesta debido a la similitud en la población abordada, que se inscribe en ciencias de la salud. En este caso en particular fue con estudiantes de Biología del programa de Odontología. Cardozo, Correa & Tamayo (2009) describen los siguientes obstáculos encontrados:

Asignar funciones purificadoras a la respiración y al oxígeno. Considerar que el oxígeno es fuente de energía. Desarticular la respiración de otros procesos celulares y del organismo. Considerar que la respiración es cuestión de naturaleza, una necesidad o condición del estar vivo. Considerar la respiración como intercambio de gases. » Imposibilidad de distanciamiento del mundo de lo concreto. Génesis del dióxido de carbono y del agua en el proceso de la respiración. Uso de analogías en la explicación de la respiración. Uso de lenguajes cotidianos para referirse a procesos bioquímicos y dificultad en el uso del lenguaje especializado. Dificultad para realizar explicaciones a nivel molecular (p. 1.822).

De esta investigación se desarrolla una propuesta didáctica recopilada en el libro de Orrego, Tamayo & Ruiz (2016) Unidades didácticas para la enseñanza de la ciencia. Se propone un instrumento para la exploración de los modelos en el concepto de respiración y el cual es referencia del presente trabajo.

En relación a propuestas en la enseñanza del concepto, Restrepo & Valencia (2014), en una tesis realizan una propuesta para recontextualizar el concepto de respiración a partir de un análisis histórico y epistemológico de los aportes de Otto Warburg, que permita su resignificación en la enseñanza. A partir del enfoque cualitativo esta investigación, se caracterizó especialmente por la intencionalidad y el carácter interpretativo de los investigadores, a través de la historia y epistemología de las ciencias se logra una aproximación a los procesos de construcción y validación del conocimiento científico, generando la posibilidad re-significar conceptos y crear rutas de enseñanza y significación de lo que puede ser asumido como respiración desde una perspectiva más compleja.

Por otro lado, en relación a la argumentación escolar Sardá, J. (2000) hace una revisión de las principales características de un texto argumentativo científico y se propone un modelo de análisis de las dificultades de un grupo de alumnos con el objetivo de generar propuestas didácticas para ayudar al alumnado a aprender a elaborar este tipo de texto en las clases de ciencias. Su propuesta surge por las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia.

En esta línea, Sánchez, González & García (2013) muestran cómo la argumentación en el contexto de la educación en ciencias, se ha convertido en tendencia en investigaciones sobre comunicación, aprendizaje y desarrollo de procesos de pensamiento, en donde son además consideradas las contribuciones hechas por Stephen Toulmin. Por ello presentan planteamientos sobre cómo el argumentar promueve logros como el conocimiento de ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas, e incluyen algunos principios de diseño para promover argumentación. Sánchez, González & García (2013)

Con respecto a la enseñanza de conceptos por medio de la argumentación, Vélez & Girón (2016) proponen la implementación de una unidad didáctica para identificar la habilidad argumentativa en el aprendizaje del concepto de vacunación en estudiantes universitarios del programa de enfermería de la ciudad de Tuluá, relacionándose en esta propuesta con el grupo de Ciencias de la Salud. Las investigadoras, parten de identificar los factores que predisponen a los estudiantes a no aprender y no lograr niveles de argumentación efectivos, para luego establecer estrategias que permitan fortalecer el proceso de aprendizaje, basándose en la importancia de la trasposición didáctica en este proceso, puesto que: “el uso adecuado de la trasposición didáctica permite que no solo por medio de la enseñanza de un objeto, esta sufra las transformaciones para ser enseñado, sino también de la capacidad del objeto para ser aprendido; además de la interpretación y apropiación que el estudiante hace del mismo”(Vélez & Girón, 2016, p.).

Con respecto a la valoración de la competencia argumentativa, Campillo & Guerrero (2013), se hace a partir del análisis de las argumentaciones escritas por los estudiantes identificando los diferentes componentes que estén conectados mediante relaciones lógicas correctas para, después, calificar la argumentación en función de la diversidad de los componentes utilizados. Para determinar el nivel de competencia argumentativa se toman en cuenta las categorías establecidas por Erduran, Simon & Osborne (2004) que van desde el nivel 1 al 5, en sentido creciente de calidad. Campillo & Guerrero (2013) concluyen: “a partir del modelo argumentativo de Toulmin, los estudiantes aprenden un esquema básico de las partes constitutivas de una argumentación y cómo éstas pueden ayudar a generar argumentaciones válidas, en un tiempo relativamente corto. De este modo, el aprendizaje de la ciencia – de la química – es percibido por los estudiantes como algo que sirve para dar explicaciones de los fenómenos que observan, con base en pruebas y no a partir de creencias” (p. 512). Siendo relevante este antecedente al relacionar la argumentación con la construcción de conceptos científicos, en este caso específico la movilización de modelos explicativos de la respiración.

3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Al respecto, desarrollar una argumentación adecuada es un proceso complejo, por lo cual los estudiantes pueden presentar dificultades en su ejecución. En ocasiones, los errores cometidos durante la tarea de argumentación son debidos a una falta de conocimientos sobre el tema que se debate o por dificultades para realizar un tipo de razonamiento, como por ejemplo: ofrecer una conclusión muy abstracta, aportar un razonamiento circular u obtener una conclusión general a partir de otra particular (Silvestri, 2001).

“La argumentación implica una posición propia y considera posiciones distintas, y es una herramienta de razonamiento en la cual se interrelacionan puntos de vista enfrentados” Candela (1991). De esta manera, en la formación universitaria se deben favorecer escenarios dialógicos donde se generen prácticas argumentativas a través del debate y las discusiones, que le permitan al estudiante tomar una postura propia, defenderla y ser crítico. Sin embargo, es necesario considerar las dificultades que presentan los estudiantes cuando se les pide asumir una posición crítica o argumentar una situación de forma contextual. Normalmente resulta más sencillo que el estudiante puede memorizar conceptos y resolver situaciones donde la solución es enfocada a relacionar, completar o escribir una definición, pero difícilmente tiene la habilidad argumentativa para cuestionar escenarios de su entorno profesional.

La habilidad argumentativa es parte fundamental de los procesos de enseñanza y aprendizaje inmersos en los contextos educativos; esta habilidad permite a los sujetos desarrollar una mayor capacidad para transmitir sus pensamientos, comunicar sus ideas, y relacionarse con los demás en la vida cotidiana.

De la misma manera, la habilidad argumentativa de los estudiantes universitarios se encuentra condicionada por los inconvenientes que presentan desde la formación básica

relacionados con la lectura y escritura. Contrariedades que han constituido una preocupación mundial ya que inciden directamente en el desarrollo de las regiones y naciones, debido a la dependencia directa que tiene con la cimentación de la capacidad científica.

En relación al aprendizaje del concepto respiración, se ha naturalizado el relacionarlo inmediatamente en la enseñanza con el proceso morfofisiológico de un sistema especializado, pero no responde a una perspectiva de la complejidad del fenómeno respiración, omitiendo en muchas de las oportunidades el intercambio, transporte o procesos celulares y moleculares con el oxígeno en su destino final. Es decir, que la enseñanza del concepto ha caído en un reduccionismo funcionalista macroscópico, evitando que el estudiante integre el concepto en su totalidad. Restrepo & Valencia (2014).

En este sentido, Restrepo & Valencia (2014) afirman: “La ausencia del carácter funcional del proceso de respiración, en las explicaciones, puede dificultar una comprensión integral y construir discursos desarticulados o meramente descriptivos sobre esta temática. Este concepto requiere para su estudio y aprendizaje, establecer diversas relaciones directas e indirectas con muchos otros procesos a nivel corporal y celular” (p. 10). Si bien es cierto que los conocimientos moleculares debido a su abstracción requieren uso de lenguajes diferentes, es un problema que en la formación específica de Ciencias de la Salud se tengan construcciones superficiales o erróneas sobre este concepto, más en el programa de Terapia Respiratoria.

Es así como, la aproximación al concepto en la enseñanza de la morfofisiología se puede dar tanto a nivel macroscópico como celular – molecular. Sin embargo, los obstáculos y las interpretaciones previas de los estudiantes hacen que persistan modelos retrógrados que repercuten hasta la atención profesional que brindan. En relación a los modelos Tamayo (2001) describe dos tendencias en la explicación del fenómeno, una como mero intercambio de gases y otra como modelo de combustión. Sin embargo, aunque las dos explicaciones son insuficientes para el fenómeno, concluye que el verdadero obstáculo no

es el modelo que adopten los estudiantes, sino la comprensión entre el fenómeno de ventilación y la transformación de energía a nivel mitocondrial.

El rol del educador es fundamental en la comprensión de fenómenos complejos como la respiración. Sin embargo, la responsabilidad también recae en libros de texto escolar en Ciencias de la Salud donde su contenido se orienta más hacia la explicación morfológica o fisiológica incompleta del fenómeno, con el pretexto de la orientación clínica.

Por otra parte, en el contexto específicamente en la Universidad de Boyacá donde, según registros académicos de la universidad el 40% de los estudiantes que cursaron la asignatura de morfofisiología en el segundo semestre 2018, reprobaron la asignatura. Siendo un promedio regular (Dato del sistema de registro institucional). Esto se debe tal vez a las dificultades que presentan los estudiantes en la adquisición de un concepto, la falta de conocimientos previos para abordar un tema, el poco análisis y razonamiento que pueden realizar en las diferentes situaciones y problemáticas de su entorno, donde es indispensable la argumentación para dar solución, y la poca motivación que encuentran cuando inician el curso. Las problemáticas anteriormente descritas permiten reflexionar y proponer la pregunta de investigación que orienta esta propuesta investigativa: ¿Cuál es el nivel de argumentación y modelos explicativos en el aprendizaje del concepto respiración en estudiantes de Terapia Respiratoria?

4 JUSTIFICACIÓN

El estudio del lenguaje y la argumentación en ciencias se ha convertido en la actualidad en una de las líneas de investigación con mayor importancia en la didáctica de las ciencias. Para Tamayo (2011) la razón se debe a que la argumentación constituye una de las dimensiones más importantes dentro del pensamiento crítico.

Teóricamente se ha intentado explicar desde diferentes contextos a lo que se refiere el “pensamiento crítico”, dándole así un importante papel en la enseñanza y por ende en el aprendizaje de los estudiantes. Es posible afirmar que, el desarrollo de este tipo de razonamiento, permitirá la formación de sujetos autónomos, conscientes de su proceso de aprendizaje y asertivos ante las adversidades que puedan encontrar en la sociedad.

En este sentido, Laskey y Gibson (1987), citados por Tamayo (2012) plantean que: “el pensamiento crítico hace referencia a una compleja serie de actividades cognitivas que actúan conjuntamente, tales como la resolución de problemas, pensamiento lógico, percepción de ideas, análisis, evaluación y toma de decisiones. Por tanto, los autores plantean la posibilidad de desarrollar el pensamiento crítico a través del planteamiento de diferentes tipos de preguntas en el aula, tales como aquellas destinadas a: recordar, interpretar, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar” (p. 214)

Es así como, la tarea de los docentes recae en generar ambientes de aprendizaje donde se puedan evidenciar las habilidades argumentativas que tienen los estudiantes, a través de procesos didácticos que contribuyan a la transformación de sus prácticas diarias. Es fundamental promover en el aula las habilidades discursivas que permiten al docente conocer y analizar aspectos, tales como los niveles argumentativos y los conceptos científicos que usa el estudiante, para que de forma contextual sea posible trascender en la construcción del pensamiento crítico.

Así mismo, es imprescindible que en la formación universitaria se abra paso a la evolución de la enseñanza tradicional mediante la inclusión de metodologías innovadoras que

promuevan la fundamentación de experiencias para el pensamiento crítico. Tamayo (2011) asegura que para cumplir con estos escenarios de transformación en la enseñanza y aprendizaje es necesario en primer lugar reconocer a los estudiantes desde su historia, experiencia, cultura e intereses, recordando así que la escuela es un espacio donde el sujeto enriquece su intelecto y construye su conocimiento de manera consciente. Igualmente, los docentes deben poseer la capacidad para comprender cómo aprenden los estudiantes y articularlo a procesos de enseñanza más significativos.

De esta manera, la investigación se convierte en una herramienta fundamental y articulada de manera intrínseca con los procesos de enseñanza en el aula; permitiendo conocer, comprender y evaluar el contexto de los estudiantes, a fin de propiciar escenarios que los lleven al trabajo científico, mediante el uso de los múltiples lenguajes y de la argumentación.

Por otra parte, los sistemas educativos deben dar mayor relevancia a otras formas de aprendizaje y no sólo a la adquisición de conocimientos; reto ineludible en la enseñanza de la morfología, una asignatura importante para los programas académicos de Ciencias de la Salud, dado que el estudio y comprensión de la estructura y comportamiento de los sistemas corporales permite el desarrollo posterior del razonamiento clínico, fundamental para el ejercicio de los profesionales de esta área.

Asimismo, para los estudiantes de Terapia Respiratoria comprender el concepto de respiración será el componente central en el aprendizaje de nuevos conceptos y elementos que definirán su práctica profesional. Por esta razón, es necesario que los docentes universitarios quienes orientan esta asignatura, diseñen estrategias didácticas que permitan mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes promoviendo el desarrollo de la habilidad argumentativa y el pensamiento crítico. Bien lo afirman Jiménez, Bugallo y Duschl, (2000) (citado por Jiménez y Díaz de Bustamante, 2003) quienes señalan: “el ámbito de la enseñanza de las ciencias debe ser un espacio en el cual se pueden potenciar las competencias argumentativas de los estudiantes, dado que uno de los fines de la

investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza” (p. 216).

La enseñanza de las ciencias debe ser la oportunidad para desarrollar, entre otras, la capacidad de razonar y argumentar, es decir, que en ésta se puedan construir modelos, explicaciones del mundo natural y operar con ellos (Jiménez, 1998). Para ello los estudiantes necesitan, además de aprender significativamente los conceptos implicados, desarrollar la capacidad de escoger entre distintas opciones o explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluarlas.

Sin embargo, es a través del uso intensivo del lenguaje, los argumentos y modos de comunicación que se puede lograr en los estudiantes un nivel significativo de comprensión (Mockus, 1999), por lo que resulta necesario que se fortalezcan los procesos de enseñanza de la morfo fisiología, cuestionando, mejorando y reformulando los espacios educativos de los cuales participan los estudiantes de la Universidad de Boyacá, con el objetivo de lograr resultados de aprendizaje autónomo, crítico y significativo. Lo anterior, a través de escenarios que promuevan las prácticas argumentativas de los estudiantes, pues ello les permitirá comunicarse con fluidez y fortalecer su habilidad cognitiva, además desempeñarse mejor en su práctica profesional.

Por consiguiente, es posible afirmar que la presente investigación tendrá un impacto significativo para los estudiantes de Terapia Respiratoria de la Universidad de Boyacá, y en general para todos los programas de Ciencias de la Salud de esta institución educativa, debido a la posibilidad real de potenciar el desarrollo de las habilidades argumentativas para la comprensión del concepto de Respiración, fundamental en el aprendizaje de la anatomía y fisiología humana.

De este modo, el desarrollo del proyecto influirá en la comprensión y buen desempeño en las futuras áreas de aprendizaje de los estudiantes de Terapia Respiratoria y, lo más importante en la formación de estudiantes críticos con una mayor apropiación de los

conocimientos adquiridos en su carrera, seguros de sí mismos y por ende con más éxito en el desarrollo de sus prácticas profesionales.

5 REFERENTE TEÓRICO

5.1 ARGUMENTACIÓN

Stephen Toulmin considera como argumento todo aquello que es utilizado para justificar o refutar una proposición. El modelo argumentativo de Toulmin es planteado desde la perspectiva de la lógica informal, y se retoma para examinar el discurso que se desarrolla en la clase de ciencias, precisamente porque la ciencia implica dar explicación a cómo y porqué ocurre un determinado fenómeno, y la forma de comunicarlo y sustentarlo es a través de la argumentación. Además según Pinochet (2015) el modelo de Toulmin no sólo ha permitido desarrollar numerosas investigaciones en el campo educativo, específicamente basados en la argumentación en la clases de ciencias, sino que se ha extendido a diversos ámbitos de diversa índole académica.

5.1.1 Modelo Argumentativo De Toulmin

Stephen Toulmin propone en su modelo argumentativo - *Toulmin's argument pattern* - (TAP) estudiar los argumentos sustantivos, que significa analizar argumentos según su contenido y no su forma o estructura. Identifica los componentes propuestos por Toulmin son: la hipótesis, las evidencias, las justificaciones, los respaldos o fundamentos y los refutadores que, a su vez, dan lugar a los calificadores modales o términos moderadores. Estos se distribuyen en el argumento de la siguiente manera.

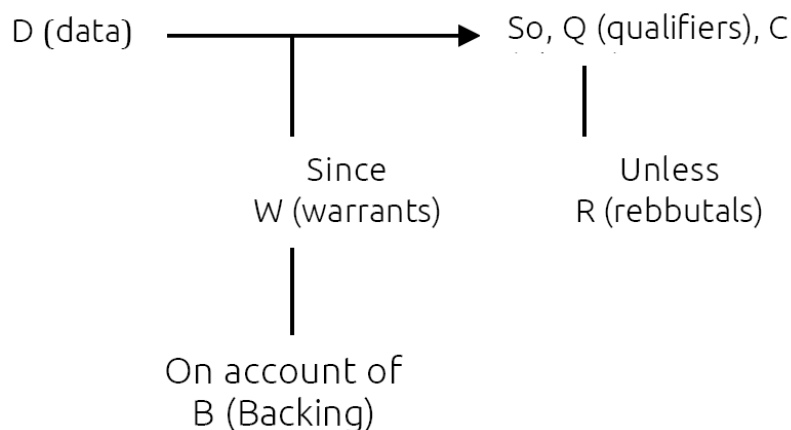


Figura 1: *Estructura del argumento de Toulmin 1956*

Cada uno de estos elementos hace referencia a un sentido lógico en la comunicación de conocimiento formal o discursivo, estos componentes básicos se definen de la siguiente manera:

Data (D): Representa los datos, información, antecedentes o hechos de los cuales se dispone para dar un fundamento.

Claim (C): Representa la conclusión que es generada a partir de dicha información o datos D. A esa inferencia, dentro de los procesos metodológicos de la investigación, también se le conoce como hipótesis o supuesto.

Warrants (W): Hace referencia al momento en que se hacen explícitas las razones, reglas y principios que permiten percibir a la hipótesis como un enunciado cierto o plausible. Dentro de la argumentación, esta tarea es una de las más arduas porque no sólo exige buscar evidencias sino hacer explícitas las razones teóricas que explican el contenido y las relaciones involucrados en la inferencia inicial.

Backing (B): una vez explícitas las razones por las cuales la hipótesis puede ser cierta o plausible es necesario mostrar los autores que sustentan los argumentos a los que apelamos.

Rebuttals (R) Son las hipótesis conocidas en la metodología como hipótesis nula o alterna, aquellos enunciados (o inferencias) que contradicen, desafían o pueden coexistir con lo que inferimos. (Stincer, Dení, & Blum, 2017).

Según los componentes del modelo de Toulmin (Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez; Duschl, 2000), son estructuras aplicables a cualquier contexto y por ello es muy utilizado para estudiar los argumentos desarrollados por los estudiantes en las clases de ciencias. Sin embargo, se hace necesario diseñar estrategias pedagógicas capaces de potenciar la argumentación en el aula. Además de la rigurosidad del docente para comprender las características de los argumentos que producen sus estudiantes.

Debido a lo expuesto anteriormente Pinochet (2015) muestra que algunos investigadores como McNeill y Krajcik (2007) han considerado modificar el modelo de Toulmin, de tal

forma que pueda analizar de una manera más precisa las situaciones típicas de aula, sin cambiar la estructura del modelo TAP, pero que además en estas se plantean preguntas las cuales los estudiantes deben responder.

5.1.1.1 Argumentación en ciencias

La enseñanza de las ciencias se fortalece desde el procedimiento cognitivo-lingüístico de la argumentación. Su importancia radica según Orrego, Tamayo & Ruiz (2016) como: “unas vía comunicativa privilegiada dentro del campo educativo; segundo, como mediador y regulador del desarrollo del pensamiento de los individuos” (p. 42). Por lo tanto el enseñar ciencias, por medio de la argumentación permite romper con el esquema trasmisionista y permite a los sujetos cuestionar el conocimiento “erudito” y construir criterios más sólidos sobre los conceptos en el aula.

La argumentación es una habilidad indispensable para la construcción de la ciencia, y por tanto para su enseñanza. La argumentación es una forma de discurso que necesita ser enseñada y potenciada, explícitamente, a través de actividades adecuadas, de apoyo y modelización (Bell y Linn, 2000; Grooms, 2011; Sampson y Grooms, 2009; Sandoval y Reiser, 2004; Yerrick, 2000; Zohar y Nemet, 2002) (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016).

Este reconocimiento, comparte como hipótesis y presupuesto básico, que la argumentación es una importante tarea de orden epistémico y un proceso discursivo por excelencia en las ciencias y, que propiciar la argumentación en la clase permite involucrar a los y las estudiantes en estrategias heurísticas para aprender a razonar, al tiempo que sus argumentos, como externalización del razonamiento, permiten la evaluación y el mejoramiento permanente de los mismos (Henao & Stipcich, 2008).

5.1.1.2 Niveles argumentativos

La referencia teórica acerca de la argumentación en el proyecto, es el modelo de estructura semántica del argumento de Toulmin. Sin embargo, esta es la base para analizar la estructura y condicionantes orgánicos del argumento; para poder lograr un acercamiento a la situación diagnóstica se requiere una valoración tanto del conocimiento como una

apreciación argumentativa inicial de los estudiantes, se debe retomar específicamente, la competencia argumentativa.

Este análisis permite la indagación de las construcciones cognitivo-lingüísticas en torno a la argumentación y procesos de aprendizaje, específicamente de conceptos complejos como el de respiración en estudiantes de Terapia Respiratoria; permitiendo indagar acerca de la naturaleza del discurso, como los diferentes elementos que caracterizan la argumentación.

Igualmente es importante señalar que el modelo de Toulmin TAP también presenta una gran desventaja pues el análisis que hacen los investigadores para emitir un juicio a los argumentos producidos por los estudiantes puede variar según la perspectiva del investigador, su experiencia e incluso de lo que para él significa un buen o mal argumento. Estas debilidades han llevado a investigadores como Erduran, Simón y Osborne (2004) a proponer una escala que permite cuantificar la argumentación según cinco niveles, el más básico denominado Nivel 1, hasta una argumentación muy sofisticada llamado Nivel 5.

La adaptación del modelo TAP para fines metodológicos ha creado la investigación de nuevas Posibilidades en investigación. A pesar, de que el uso de TAP en estudios anteriores ha proporcionado información valiosa sobre el razonamiento y la argumentación de los estudiantes, sobre todo de cómo la calidad del discurso de la argumentación podría progresar a través de intervención en el aula o, de hecho, cómo se puede usar el TAP para monitorear este cambio.

En otras palabras, el potencial de TAP para expresar la calidad del discurso de argumentación en el aula en un período de tiempo prolongado a través del apoyo educativo ha sido un abandono componente del análisis del discurso de la argumentación.

Se han desarrollado dos métodos metodológicos enfoques para el análisis del discurso de las discusiones de toda la clase y en grupos pequeños. Primero, hemos adaptado TAP con el propósito de codificar datos que se originan en toda la clase. Conversaciones donde se puede rastrear la implementación sucesiva de las lecciones para mejorarlas. Calidad de la argumentación. (Erduran, Simon y Osborne, 2004).

Pérez & Chamizo (2013), desarrollaron la investigación titulada “El ABP y el diagrama heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias” ; en este artículo se desarrolla una evaluación del nivel de competencia argumentativa, a partir del análisis de las argumentaciones escritas por los estudiantes identificando los diferentes componentes conectados mediante relaciones lógicas correctas para, después, calificar la argumentación en función de la diversidad de los componentes utilizados. En este estudio se toma como referencia un método valorativo de la calidad del argumento para aplicación tanto en la oralidad como en producciones escritas.

Para determinar el nivel los autores tomaron de referencia la escala valorativa de Erduran, Simon y Osborne (2004) modificada por Tamayo (2011), donde se establecen categorías desde el nivel 1 al 5, en sentido creciente de calidad de la siguiente manera:

Tabla 1: Niveles de competencia argumentativa

Nivel	Característica competencia argumentativa
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

La tabla 1 muestra los niveles de competencia argumentativa y sus características. Erduran, Simon, Osborne (2004) Modificado por Tamayo (2011).

Los autores aplicaron la escala valorativa en escritos; para tal fin consideraron la aplicación de la escala hasta el nivel 4. El nivel 5 se puede apreciar en debates orales. La escala permitirá establecer el nivel de la competencia argumentativa, durante el desarrollo de las actividades de la unidad didáctica. Ahora bien, se debe establecer como identificar el modelo explicativo frente al concepto y sus relaciones con el aprendizaje de los diversos componentes del concepto respiración. Para esta valoración, se desarrollará una serie de preguntas abiertas descritas en el instrumento.

5.1.2 Concepto Respiración

El desarrollo del concepto respiración ha tenido cambios importantes en el transcurso de la historia de la ciencia. Cada hito o explicación, se relaciona con los paradigmas científicos de cada momento. Por lo tanto, el concepto respiración es una especie de marcador del pensamiento explicativo sobre los fenómenos, de tal manera que es imprescindible abordar el concepto desde los acontecimientos históricos que lo transformaron.

Inicialmente Aristóteles (384 A.C) pensaba que el aparato respiratorio era un auténtico arbusto o árbol invertido con un tronco amplio (la tranquea) que se divide a su vez en dos ramas principales (los bronquios derecho e izquierdo). (González, 2014). Posteriormente, Paracelso (1.530 D.C) realizó el primer aparato mecánico respiratorio con un fuelle, como si fuera un pulmón artificial, siendo el primero en proponer una mecánica ventilatoria. (González, 2014). Realdo Colombo (1545), identificó el paso de la sangre a través de los pulmones al verlo en animales, al hacerlo se empezó a pensar que la respiración era mucho más que una mera ventilación, esto significó el acercamiento al fenómeno de la respiración más allá del acto ventilatorio. (González, 2014). Juan Valverde (1587) dijo que la sustancia del pulmón es esponjosa y blanquecina y que el oficio principal de los pulmones es recibir aire, brindando una especificidad fisiológica a una víscera especializada. (González, 2014).

Marcello Mallpighi (1660) descubrió en un pulmón de rana los alveolos, como tejido especializado, sin embargo no se dimensionaba su especificidad en el intercambio gaseoso, Marcello aporta a la descripción histológica más que a la fisiológica. (González, 2014). Robert Hooke (1668) demostró que lo necesario para la respiración era el aire y no el

movimiento, aportando a separar la ventilación de la respiración. (González, 2014).Antonie Lavoisier (1754) se dio cuenta de que la quinta parte del aire que se respira se forma un gas llamado oxígeno y que es indispensable para la vida, además dijo que cuando el hombre respira, el aire penetra en sus pulmones, la sangre toma parte del oxígeno del aire y a su vez despiden otro gas que es el anhídrido carbónico, esta premisa del gran científico Lavoisier aporta a una explicación desde la perspectiva bioquímica y fisiológica al fenómeno de la respiración y se acerca a la definición actual (González, 2014).Philipp Drinker (1929) inventó el pulmón artificial, aportando desde la comprensión de la mecánica ventilatoria a la aplicación terapéutica.

Por otra parte, quien cambia la perspectiva actual sobre el fenómeno de la respiración a nivel celular es Otto Heinrich Warburg (1931) quien recibe el Nobel de Fisiología por su contribución en el entendimiento bioquímico y molecular del fenómeno respiratorio a nivel mitocondrial, al descubrir las enzimas involucradas en el uso del oxígeno en la célula, producción de energía (adenosintrifosfato) –ATP- El Gran aporte de Warburg están determinados por su firme creencia de que la materia viviente obedece las leyes de la física y la química, y a sus desarrollos experimentales en el campo de la bioquímica, que implicaron nuevas maneras de entender los procesos respiratorios más allá del marco vitalista de la época. De ahí la relevancia de los aportes de este teórico para la comprensión y recontextualización del concepto de respiración para el proceso de la enseñanza. (Restrepo & Valencia, 2014).

Es de esta manera, que el abordaje del fenómeno de la respiración es un acercamiento al pensamiento científico a las perspectivas sociales e históricas que han influido en nuestra comprensión de la fisiología. El fenómeno de la respiración involucra diversos procesos tanto morfológicos, fisiológicos y a nivel molecular lo cual obstaculiza su conceptualización a nivel escolar, ya que en la enseñanza el concepto se ha concentrado en la fisiología ventilatoria más que en la complejidad del concepto desde una perspectiva molecular hasta macroscópica y sus relaciones (Banett & Nuñez, 1988).

Finalmente, podemos definir la respiración como:

Una función bioquímica fundamental de los seres vivos, donde el oxígeno captado del aire es transportado por la sangre hasta las células del cuerpo y utilizado en reacciones de óxido-reducción donde se libera la energía contenida en los enlaces químicos de las moléculas orgánicas y es almacenada en forma de ATP, para ser utilizada en todas las funciones y procesos vitales (Restrepo & Valencia, 2014).

En este documento se hará referencia específicamente a los modelos históricos sobre la respiración y como su explicación es referencial para el proceso de enseñanza en los estudiantes de Terapia Respiratoria.

5.1.2.1 *Modelos explicativos concepto respiración.*

En la evolución conceptual histórica de la respiración, han emergido diferentes modelos explicativos que se relacionan directamente a la enseñanza del mismo. Estos modelos persisten en la construcción de estudiantes del fenómeno fisiológico, dado que en la enseñanza no se establecen en muchas de las oportunidades relaciones entre la ventilación y la respiración celular, dándose como resultado concepciones reduccionistas morfológicas o moleculares. Tamayo (2001) realiza un abordaje histórico epistemológico referenciando los principales modelos explicativos del campo conceptual de la respiración relacionados con la construcción del estudiante y punto de partida enseñanza del mismo.

Tamayo (2001) describe los siguientes modelos con sus criterios explicativos, que pueden encontrarse en el grupo de estudiantes.

Tabla 2: Modelos explicativos concepto respiración

Modelo	Criterio Explicativo
Vitalismo	Oxígeno como fuente de Energía
	Función purificadora del aire
	La respiración como condición para vivir
Modelo teleológico	Respiramos por necesidad
Modelo intercambio de gases	Intercambio gaseoso a nivel sistémico
Modelo combustión	Quemar sustancias
Modelo pseudo - molecular	Explicaciones moleculares
	Ubicación submolecular de los procesos
Modelo quimiósmotico (molecular)	Ciclo ADP-ATP
	Ciclo fosfato
	Hipótesis quimiosmótica

La tabla 2 muestra la descripción de los modelos explicativos de la respiración y sus criterios explicativos. (Orrego, Tamayo & Ruiz, 2016, p. 98).

En relación a los modelos más complejos y que propiciaron una ruptura epistemológica en el campo conceptual de la respiración, se explican de la siguiente manera en la perspectiva molecular.

1. Ciclo ADP-ATP. La energía libre, liberada por las reacciones metabólicas, se almacena en forma de ATP, principalmente, o se disipa como calor. La energía almacenada como enlaces de fosfato se utiliza para cualquier trabajo biosíntesis celular.

2. Ciclo del fosfato, el cual se da en tres fases:

- Incorporación del fosfato inorgánico en enlaces macroenergéticos mediante acoplamiento con reacciones de oxidación – reducción.
- Transferencia de fosfatos al adenosinmonofosfato.

- Utilización de la energía libre del enlace pirofosfato de alta energía del ATP con la liberación de fosfato inorgánico.

Llegar a este segundo gran paradigma supuso la maduración del concepto de acoplamiento entre oxido-reducción y formación de compuestos ricos en energía.

3. Hipótesis quimiosmótica. Une el transporte electrónico, la síntesis e hidrólisis del ATP y el transporte de solutos a nivel de membranas celulares. Esta teoría une la bioenergética con la electrofisiología clásica; a partir de la fosforilación oxidativa o fotosintética en tejidos, bacterias o cloroplastos. (Tamayo, 2001, p. 62)

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

¿Describir el nivel de argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de Terapia Respiratoria durante el aprendizaje del concepto de respiración.

6.2 Objetivos específicos

- Determinar el nivel de argumentación inicial de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración y modelos explicativos.
- Identificar cambios en el nivel de argumentativo final de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración y cambios en el modelo explicativo.

7 METODOLOGÍA

7.1 LINEA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta los conceptos y problema de investigación, el proyecto se inscribe en la Línea de investigación *Didáctica de las Ciencias Naturales*, de la Maestría en Enseñanza de la Ciencias.

7.2 ENFOQUE Y ALCANCE

Esta investigación se acoge al paradigma de investigación cualitativa. El enfoque de la investigación es cualitativo ya que es de interés estudiar los niveles argumentativos que tienen los estudiantes de Terapia respiratoria en el proceso de enseñanza del concepto respiración. Por lo tanto, el estudio cualitativo permitirá realizar un análisis profundo de los procesos argumentativos de los estudiantes, que pueden ser manifestadas o comunicados a través de diferentes instrumentos.

En el campo educativo, la mejor manera de producir conocimiento será a partir del conocer, comprender e interpretar la realidad existente, la cual se puede abordar a través de un enfoque de investigación cualitativa, la cual, permite interpretar con profundidad y detalle lo que está sucediendo con un objeto de estudio que parte de la realidad pero que dicha interpretación se hace de manera integral, donde el sujeto investigador hace parte del fenómeno u objeto que está estudiando (Cerdeña, 2011, p.115).

En relación al alcance de esta investigación, es de tipo descriptivo. Analizando las categorías argumentación y respiración en el proceso de enseñanza.

7.3 DESCRIPCIÓN DEL CONTEXTO

La presente propuesta de investigación se desarrolló en la Universidad de Boyacá, con estudiantes de segundo semestre del programa de Terapia Respiratoria, que están cursando la asignatura de *Morfología II*. La interacción didáctica con los estudiantes se desarrolló en

las en las dos sesiones semanales de 3 horas, que se destinan a este componente teórico/practico. La enseñanza del concepto respiración, fundamental en el entendimiento de la fisiología ventilatoria, se conceptualiza en las sesiones iniciales.

7.4 DISEÑO METODOLÓGICO

Para analizar la relación entre el nivel de argumentación y modelos explicativos en el aprendizaje del concepto respiración, se desarrollaron las siguientes fases de investigación:

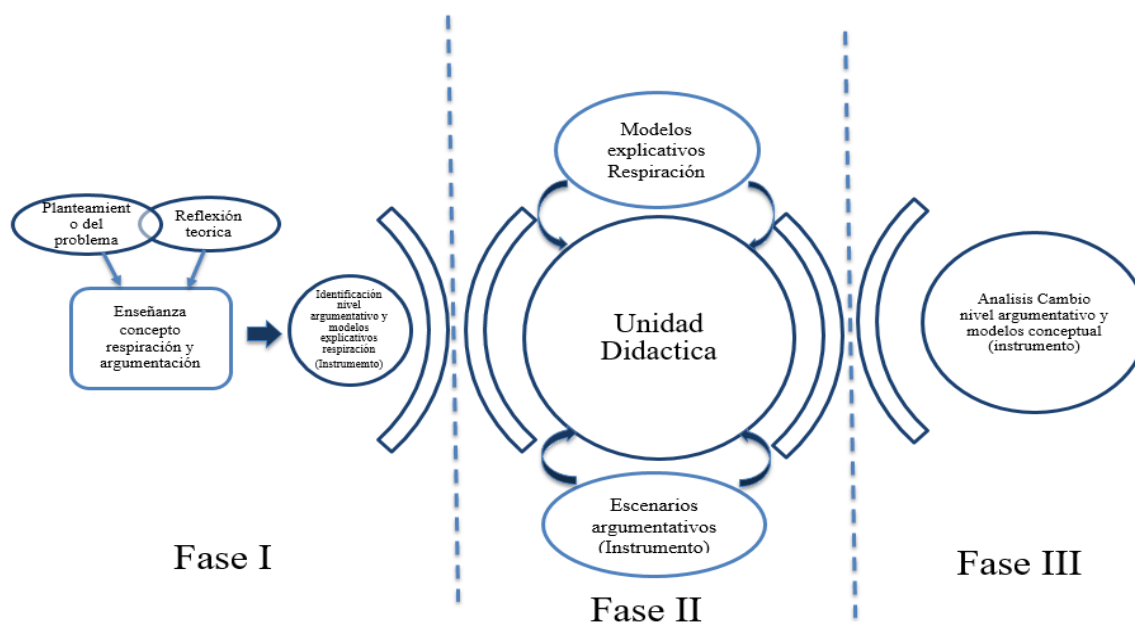


Figura 2: *Diseño metodológico. Autoría propia.*

Fase I: En esta fase se desarrolló la reflexión epistemológica sobre la enseñanza del concepto respiración en estudiantes de Terapia respiratoria, desde la asignatura de Morfofisiología I. En esta fase se establece la pregunta problema de la investigación y se identifican las categorías de análisis y objetivos de investigación. Por otra parte, se decide el instrumento a utilizar para la identificación del nivel argumentativo y afinidad con modelos explicativos frente al concepto respiración.

Fase II: Se diseñó la Unidad Didáctica a partir de los hallazgos de la exploración con el instrumento inicial. Allí se identificarán obstáculos de tipo epistemológico o argumentativo donde se adaptará según las necesidades del grupo de estudiantes para su enseñanza contextualizada. Una vez diseñada, se desarrolló la unidad didáctica, estableciendo momentos y escenarios argumentativos donde emergerá información para analizar el nivel argumentativo y el proceso de enseñanza del concepto.

Fase III: En esta fase se aplicó el mismo instrumento inicial para evidenciar si existió o no cambios tanto en el nivel argumentativo, como en los modelos explicativos. De igual manera se obtuvo la información para el análisis y triangulación indagando la relación existente entre las categorías y la enseñanza del concepto.

7.5 UNIDAD DE TRABAJO

Se estableció como unidad de trabajo el grupo de 6 estudiantes de segundo semestre del programa de Terapia Respiratoria, que están cursando la asignatura de *Morfología II*. Se limita esta cantidad de estudiantes, por la naturaleza de la asignatura teórico / practica donde se establece por lineamientos institucionales grupos de máximo 6 estudiantes. Esto por un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que “permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador” (Otzen&Manterola, 2017, p. 230).

7.6 UNIDAD DE ANALISIS

Con respecto a la estructuración y sistematización teórica de la propuesta investigación, se proponen las siguientes categorías y subcategorías de análisis:

Tabla 3: Modelos explicativos concepto respiración

Pregunta Problema	Objetivo general	Objetivo específico	Categorías	Subcategorías
¿Cuál es el nivel de argumentación y modelos explicativos en el aprendizaje del concepto respiración en estudiantes de Terapia Respiratoria?	Describir el nivel de argumentación y modelos explicativos de los estudiantes de Terapia Respiratoria durante el aprendizaje del concepto de respiración.	Determinar el nivel de argumentación inicial de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración y modelos explicativos.	Argumentación	Niveles de argumentación de Erduran, Simon, Osburne (2004) Modificado por Tamayo (2011): Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4 Nivel 5
			Modelos Explicativos	Vitalismo Teleologico Intercambio de gases Combustión Pseudomolecular Quimiosmotico. Tamayo (2001)
		Identificar cambios en el nivel de argumentativo final de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración y cambios en el modelo explicativo.	Argumentación	Niveles de argumentación de Erduran, Simon, Osburne (2004) Modificado por Tamayo (2011): Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4 Nivel 5
			Modelos Explicativos	Vitalismo Teleologico Intercambio de gases Combustión Pseudomolecular Quimiosmotico. Tamayo (2001)

La tabla 3 describe las categorías que conforman la unidad de análisis y su correlación con los objetivos investigativos. Autoría propia.

7.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el logro del objetivo propuesto en la presente investigación, se tomó de referencia el libro de Orrego, Tamayo & Ruiz (2016). *Unidades Didácticas para la enseñanza de las ciencias*. Específicamente los instrumentos planteados en la *Unidad Didáctica: Respiración*, de Autoría de la profesora Alba Regina Dávila. Se decide retomar estos instrumentos, ya que,

Las preguntas en los instrumentos corresponden a planteamientos de los modelos histórico – epistemológicos que han surgido a través del desarrollo científico del campo conceptual de la respiración y están distribuidas en cinco categorías: ¿porque respiramos?, relación respiración – intercambio de gases, relación respiración - ejercicio, relación respiración - energía y relación respiración nutrición (Orrego, Tamayo & Ruiz, 2016, p. 93).

Los instrumentos contemplados en el texto, permiten un acercamiento a los modelos explicativos que tiene los estudiantes frente al concepto por medio de una escala Likert y de igual manera permiten obtener información para establecer el nivel de argumentación en el que se establece. El instrumento inicial y posterior se describe en el anexo 1 y 2 respectivamente.

Con respecto al a validez de los instrumentos, en el libro se describe lo siguiente:

Los diferentes cuestionarios empleados para la recolección de la información fueron validados mediante la realización de pruebas piloto, a partir de las cuales se realizaron las modificaciones correspondientes. Con base en los lineamientos generales encontrados, se diseñaron los cuestionarios utilizados para recoger la información a lo largo de la aplicación de las unidades didácticas. (Orrego, Tamayo & Ruiz, 2016, p. 78).

Los autores de referencia diseñaron el instrumento en dos partes:

En la primera se presentan diez preguntas abiertas en las cuales el estudiante debe responder mediante la selección de una de cuatro opciones (MA: muy de acuerdo, A: acuerdo, MD: muy en desacuerdo y D: desacuerdo). Cada una de estas preguntas está acompañada de un espacio en blanco en el cual el estudiante debe explicar su respuesta. La segunda parte del instrumento consiste en una serie de preguntas abiertas en las cuales se presentan al estudiante situaciones cotidianas relacionadas con la respiración. Para cada una de las preguntas planteadas en esta sección los estudiantes deben explicar por escrito sus respuestas. Se incluyen también en esta parte del instrumento preguntas en las cuales los alumnos deben responder mediante el empleo de dibujos, esquemas, gráficas, etc. (Tamayo, Orrego & Davila, 2014, p. 133). Para la presente investigación se dejaron las preguntas y afirmaciones del instrumento sin las opciones de acuerdo.

7.8 UNIDAD DIDACTICA

En relación a la unidad Didáctica, se diseña teniendo presente una estructura básica de tres momentos para la conceptualización contextualizada: Ubicación, desubicación y reenfoque, tomando la postura de unidad didáctica a la luz de los autores Tamayo, Vasco, Suarez de La Torre, Quiceno, Castro y Giraldo (2011). Estos momentos involucran actividades de forma secuencial, propiciando espacios argumentativos en los estudiantes y el análisis de los modelos explicativos. En el momento de ubicación se establecerá el nivel de argumentación y modelos explicativos de los estudiantes del concepto respiración. En la desubicación se pretende desarrollar y favorecer la crítica por medio de escenarios argumentativos frente a los modelos explicativos y los fenómenos bioquímicos de la respiración, como su aplicación del concepto en el quehacer del terapeuta respiratorio. Por último, la unidad la conforma el momento de reubicación donde se plantea integrar los elementos del concepto, modelos explicativos y aplicar el mismo instrumento inicial para evidenciar si existieron cambios en el nivel de argumentación o afinidad con los modelos explicativos.

El desarrollo de estos momentos proporcionará la información necesaria para su análisis y triangulación. Las descripciones de los momentos de la UD se encuentran en el anexo 3 y los instrumentos en el anexo 1.

7.9 PLAN DE ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

Como técnica en el análisis de información, se desarrolló el análisis de contenido, “tomando en consideración las potencialidades para analizar respuestas de los sujetos participantes, los documentos producidos y las propias observaciones realizadas. Durante el proceso investigativo de la realidad educativa” (Porta, 2009, p 72). Esto permitió, evidenciar el nivel de argumentación de los estudiantes en los diferentes momentos e instrumentos. Por otra parte, para identificar la afinidad al modelo explicativo de la respiración, se relacionaron las respuestas con los criterios definitorios de cada modelo y se le asignó una etiqueta para poder analizar estadísticamente la afinidad con medidas de tendencia central, para describir tanto la afinidad como la posible influencia de la UD en la adopción de modelos explicativos.

8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar contestación al objetivo general propuesto en la investigación, se analizó la información en tres momentos, acordes a los dos objetivos específicos. Es de esta manera, inicialmente, se indaga el nivel de competencia argumentativa de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración. La información analizada es la que se recolectó en el instrumento descrito en el capítulo anterior. Este instrumento, por la naturaleza de sus preguntas en su estructura, permite conformar el corpus para el análisis de contenido y al mismo tiempo facilita establecer el modelo explicativo adoptado por los estudiantes frente al concepto de respiración.

La información recolectada corresponde al momento de ubicación, desubicación y reenfoque de la Unidad Didáctica. En este momento participaron 6 estudiantes del programa de Terapia Respiratoria de la Universidad de Boyacá. Estos estudiantes mencionados, participaron de todos los momentos de la Unidad Didáctica y accedieron a diligenciar los instrumentos propuestos. Los participantes descritos se configuran como la unidad de trabajo, acorde a los criterios de inclusión: Participar en la totalidad del desarrollo de la Unidad Didáctica y dar el consentimiento informado para la participación y diligenciamiento de los instrumentos.

Para el análisis de contenido, la información se transcribió e identificó inicialmente el nivel de competencia argumentativa y afinidad con los modelos explicativos. La descripción de los resultados se relaciona desde los datos cuantitativos del nivel de argumentación de forma individual y cualitativa para comprender la naturaleza de los argumentos y su afinidad con los modelos explicativos.

8.1 MOMENTO INICIAL: ANÁLISIS NIVEL DE ARGUMENTACIÓN Y MODELO EXPLICATIVO FRENTE AL CONCEPTO RESPIRACIÓN.

8.1.1 Análisis Nivel De Argumentación

Posterior a la transcripción y análisis de la estructura de los argumentos suministrado por los estudiantes en las veinte preguntas abiertas del instrumento. La aplicación del instrumento fue en el momento inicial previo al desarrollo de la Unidad Didáctica. En relación al nivel de competencia argumentativa descrito por Tamayo (2011), se identificó en cada participante los siguientes resultados:

Tabla 4: Identificación de los niveles de argumentación identificada en el momento inicial.

Estudiante	Nivel Argumentativo Determinado por moda en respuestas
E1	2
E2	1
E3	1
E4	1
E5	1
E6	2

La tabla 4 describe el nivel de argumentación inicial de los estudiantes. Autoría propia.

El nivel se determinó por la moda en el nivel de competencia argumentativa en las veinte respuestas suministradas en el instrumento. Los argumentos se caracterizan por proceder de la vivencia, y en dos casos se identifica una conclusión y datos, Tamayo (2011). Sin embargo, en los tanto en el primer nivel como en el segundo, los argumentos son superficiales, explicaciones que no responden a una explicación más profunda del fenómeno de la respiración. De igual manera se analizaron las respuestas en conjunto, encontrando el predominio en el grupo del nivel 1 con un 69,2%, el nivel 2 se establece en un 25,6%. Sin embargo, se encontraron argumentos en un nivel 3 con características de

poseer datos, conclusiones y justificación, Tamayo (2011). Los hallazgos se evidencian en la siguiente gráfica:

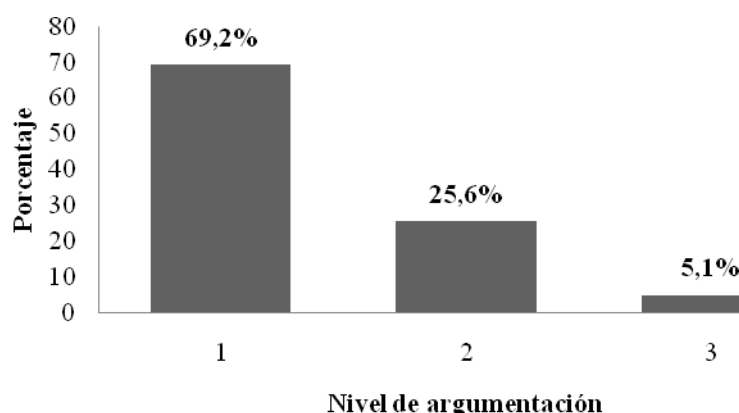


Figura 3. Nivel de argumentación inicial.

A continuación se relacionan fragmentos de los argumentos suministrados de los estudiantes más relevantes en el análisis de argumentos:

Tabla 5: Descripción de respuestas momento inicial y su nivel de argumentación.

Estudiante	Pregunta	Respuesta	Nivel de argumentación Tamayo (2011)
E2	¿Porque al hacer ejercicio cambia nuestra respiración?	<i>D: Porque mejora</i>	1
E1	¿Por qué cree que lo seres vivos respiran?	<i>C: Para poder oxigenar la sangre y así hacer una buena circulación</i>	1
E6	¿Por qué sentimos que nos falta el oxígeno cuando hacemos ejercicio?	<i>C: Porque estamos realizando procesos químicos de oxidación D: que hacen que gastemos más energía y necesitamos más oxígeno.</i>	2
E5	¿Cómo cree que se	<i>C: La nutrición es muy importante para</i>	2

	relaciona la respiración y la nutrición?	<i>todos los seres humanos D:ya que sin la ingesta de alimentos losórganos no van a funcionar, requieren de energía aportado por los alimentos</i>	
E1	¿Cómo crees que obtiene la energía un deportista cuando hace ejercicio anaerobio (levantamiento de pesas – 100 metros planos)?	<i>C:Van de la mano ya que si el cuerpo no tiene nutrientes suficientes J:va a entrar en un estado de alteración para ahorrar energíaD:disminuyendo funciones básicas secundarias e inclusive disminuyendo la frecuencia de la respiración.</i>	3
E6	¿Cómo crees que obtiene la energía un deportista cuando hace ejercicio anaerobio (levantamiento de pesas – 100 metros planos)?	<i>C:Algunos deportistas pueden optar por trabajar en su proceso de respiración J:haciéndolo como un ejercicio más propio para obtener energía. J:Pero otros pueden optar por mejorar cambios alimenticios y obtener energía de algunosD:alimentos ricos en carbohidratos.</i>	3

C: Conclusión, **D:** Dato, **J:** Justificación.

La tabla 5 describe el ejemplo de algunas respuestas y el nivel de argumentación inicial de los estudiantes. Autoría propia.

Las argumentaciones suministradas se caracterizaron por justificaciones superficiales datos basados en la vivencia más que en una construcción científica del concepto. A pesar que existen acercamientos al concepto respiración en toda la vida escolar de los estudiantes. Los argumentos poseen características propias de la cotidianidad, es evidente el alejamiento de explicaciones científicas. Ejemplo: **E3P11** “Para obtener energía y así poder desarrollar las actividades cotidianas”, **E3P12I** “Ya que sin oxígeno los pulmones no responderían por ellos”, **E6P16I** “ellos realizan respiración como todos los seres vivos”. Esta dificultad en el desarrollo de argumentos de conceptos científicos se relaciona según Tamayo (2012) “La experiencia de los sujetos, su aspecto ontológico, es determinante del desempeño argumentativo. La experiencia argumentativa, de discusión, de confrontación, en la que han participado las personas a lo largo de su vida, constituyen los presaberes o los modelos

argumentativos que ponen en ejercicio los estudiantes en un momento determinado” (p. 229). Por lo tanto, se puede considerar que este grupo de estudiantes ha desarrollado unas construcciones frente al concepto a partir de la experiencia más que de la formación específica.

Sin embargo, el partir de la vivencia en los argumentos, puede ser una base en la cual desarrollar argumentos frente a los conceptos de forma crítica, como lo menciona Osborne, Erduran, & Simón (2004): “Primero, incluso los escenarios más simples pueden involucrar a los estudiantes en actividades epistémicas que modelan de cerca las de los científicos profesionales. Lo esencial es que el proceso está respaldado por un cuerpo de evidencia relevante que los estudiantes pueden considerar para apoyar una teoría u otra” (p. 1016). Por lo tanto aunque superficiales o de nivel de competencia argumentativa 1, son insumo para la deconstrucción de modelos vitalistas y poder profundizar en modelos de mayor complejidad.

Estos resultados del momento inicial también pueden aportar en la comprensión de la Este de la competencia argumentativa y su relación que existe entre las actividades cognitivas y las discursivas que autores como Sardá (2005) y Buitrago et al. (2013) le han atribuido a la argumentación.

Es importante señalar que se encontró un predominio de niveles de argumentación uno en los cuales se originaban afirmaciones aisladas, razón por la cual no se localizaron apoyos que logaran vincularse con lo que se discutía. Ejemplo: **E2P2I** “*Porque mejora*”, **E2P4I** “*El descanso más que todo*”, **E2P17I** “*se efectúa en los pulmones*”, **E2P2I** “*cualquier actividad requiere respiración*” A partir de lo anterior debe mencionarse que la argumentación es el mecanismo que relaciona la información concreta con las abstracciones y generalizaciones; es decir, es el proceso que relaciona justificaciones y garantías frente a una determinada premisa o dato (Moreno & Martínez, 2009). Por lo tanto, adoptar una postura frente a cualquier concepto se podría dificultar, y en particular en el grupo de estudiantes de Terapia Respiratoria, relacionado sus posturas conceptuales con el futuro quehacer en el cuidado cardiorrespiratorio.

8.1.2 Análisis Modelos Explicativos Frente Al Concepto Respiración.

Identificar los modelos explicativos iniciales de los estudiantes en relación al concepto respiración, en esta investigación reviste una importancia al “poder identificar los obstáculos que potencialmente inciden sobre el aprendizaje” (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016, p. 80). Esta caracterización es base de la reflexión sobre la cual se diseña y desarrolla la Unidad Didáctica para la enseñanza del concepto.

Para caracterizar el modelo explicativo predominante en las respuestas de los estudiantes, se estableció por medio del análisis de contenido de cada una, relacionándolas con los criterios definitorios de cada modelo descritos por Tamayo (2001) donde se describen los principales modelos explicativos del campo conceptual de la respiración (ver tabla 2). De esta manera, se identificó la afinidad de cada respuesta con un modelo en particular. Una vez establecido el modelo de cada respuesta, se agruparon por estudiante para identificar la afinidad por el modelo. Esta identificación, se realizó por medio de la moda en las respuestas que se generó por la asignación de un valor numérico a cada modelo, permitiendo etiquetar cada respuesta en la matriz de análisis de la información según correspondiera, de la siguiente manera: 1: Vitalismo, 2: Teleológico, 3: Intercambio de gases, 4: Combustión, 5: pseudomolecular y 6: molecular.

Las respuestas analizadas para este propósito, hacen parte del instrumento inicial (Anexo 1). Aplicado a los seis estudiantes de la unidad de trabajo, el cual consta de 20 preguntas abiertas e indagan directamente los modelos de los estudiantes. Para describir los hallazgos se agruparon las respuestas haciendo referencia a cada uno de los modelos.

De Las 116 respuestas analizadas se determinó el modelo predominante según las características relacionadas con los criterios descriptivos de cada modelo. Se evidencio como hallazgo relevante la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia de uno en particular en todos los casos el modelo vitalista con presencia en el 56% de las respuestas. El 54% restante se distribuyó mayoritariamente entre los modelos: teleológico con el 18,1%, intercambio de gases 14,7%, y en menor proporción los modelos con elementos definitorios más complejos que relacionan el nivel molecular.

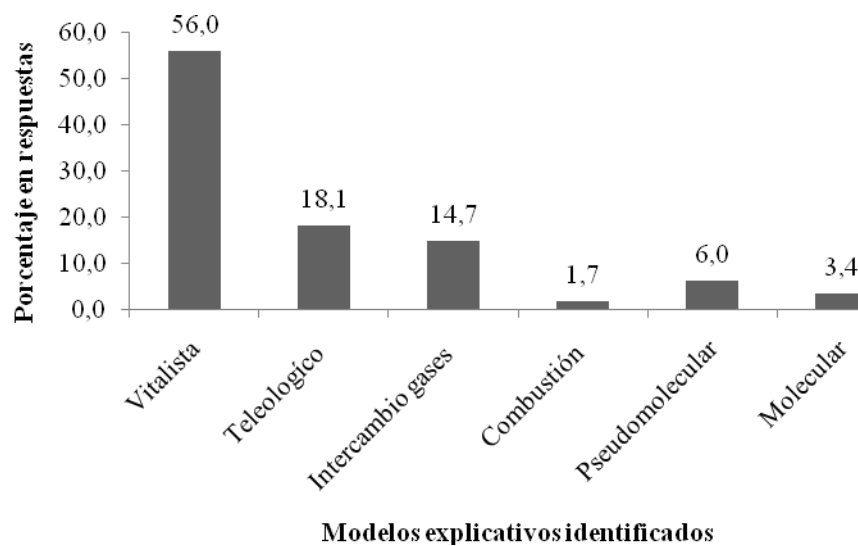


Figura 4. Modelos explicativos identificados. Autoría propia.

De igual manera, se detalló el modelo dominante por estudiante y se relacionó con el nivel de competencia argumentativa (tabla 6). Se puede inferir que puede existir una relación entre el bajo nivel de argumentación y la adopción de modelos explicativos superficiales. Tamayo (2012) relaciona este nivel de argumentación con la explicación desde la cotidianidad de los fenómenos. Esta causalidad en el argumento es cercana a la explicación de Orrego, Tamayo & Ruiz (2016) frente a la adopción de modelos explicativos superficiales de determinismo biológico como “una perspectiva causal y mecanicista de los fenómenos relacionados con la respiración” (p. 238). Por lo tanto, al parecer existe una relación entre el nivel argumentativo y la adopción de modelos explicativos.

Tabla 6: Identificación de los modelos explicativos en el momento inicial.

Estudiante	Modelo explicativo Identificado	Nivel de competencia argumentativa Tamayo (2011)
E1	Modelo vitalista	2
E2	Modelo vitalista	1
E3	Modelo vitalista	1
E4	Modelo vitalista	1
E5	Modelo vitalista	1
E6	Modelo vitalista	2

La tabla 6 relaciona el modelo explicativo y el nivel de argumentación inicial de los estudiantes. Autoría propia.

Sin embargo, coexisten modelos explicativos en las respuestas suministradas por los estudiantes, lo cual permite a continuación se realizará el análisis de cada uno de los modelos triangulándolos con las respuestas suministradas.

8.1.2.1 Modelo vitalista

Este modelo posee los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Oxígeno como fuente de Energía, función purificadora del aire, la respiración como condición para vivir. Estos criterios los encontramos en algunas respuestas:

Tabla 7: Relación criterios modelo explicativo vitalista y respuestas de los estudiantes.

Oxígeno como fuente de Energía	<i>E3P1I: “Para obtener energía y así poder desarrollar las actividades cotidianas”</i>
	<i>E3P15I: “Requieren respiración dado el grado de intensidad y el gasto de energía que se requiere”</i>
	<i>E1P1I: “Necesitan de oxígeno para obtener energía, hacer procesos metabólicos oxigenar órganos y mantener un equilibrio en el organismo”</i>
función purificadora del aire	<i>E1P2I: “Porque al hacer ejercicio se ejercitan y se mejora el ingreso de oxígeno, lo que beneficia al cuerpo”</i>
	<i>E2P1I: “Para poder oxigenar la sangre y así hacer</i>

	<i>una buena circulación”</i>
	<i>E4P2I: Porque al hacer ejercicio la entrada de oxigeno aumenta permitiéndonos respirar mejor</i>
la respiración como condición para vivir	<i>E2P14I: “sin esto el organismo estaría muerto y no funcionarían sus órganos”</i>
	<i>E5P18I: “porque la respiración es fundamental para el funcionamiento de los órganos”</i>

La tabla 7 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo vitalista y las respuestas de los estudiantes. Autoría propia.

Los elementos descritos permiten determinar que en las respuestas se asume la necesidad de respirar, sin relacionarla con una aproximación de tipo científica. Se apropia la respiración como proceso involucrado en la generación de energía, mas no se especifican procesos a nivel molecular. Se asigna un papel protagonista del oxígeno en proceso de respiración, sin embargo, no se argumenta como el oxígeno adquiere esta importancia o como interactúa a nivel molecular para determinar su importancia en la respiración del organismo. Orrego, Tamayo & Ruiz (2016) relacionan este tipo de respuestas con determinismo biológico: “Estas respuestas de los estudiantes muestran por una parte causalismo y por otra parte finalismo” (p. 238). De esta manera, se infiere que la construcción del concepto parte de una lógica lineal, lo cual no permite comprender el fenómeno desde su complejidad o involucrando otros niveles que requieren abstracción como son los procesos moleculares, coincidiendo con lo referido por Hernández y Núñez (1990) “desconocen la naturaleza de las sustancias que intervienen en la respiración celular e ignoran los detalles más elementales de este proceso” (p. 109).

En lo referido por los estudiantes en las respuestas suministradas, de igual manera, se pueden identificar obstáculos de naturaleza epistemológica, coincidiendo con los identificados por Orrego, Dávila & Tamayo (2009): “Asignar funciones purificadoras a la respiración y al oxígeno, Considerar que el oxígeno es fuente de energía, Desarticular la respiración de otros procesos celulares y del organismo, dificultad para realizar explicaciones a nivel molecular. Continuidad de la materia” (p. 1822). Este estudio coincide con las características de la unidad de trabajo al ser un grupo de ciencias de la

salud, resultado que permite asumir que en la formación de ciencias de la salud en general, se experimentan los mismos obstáculos en la conceptualización del fenómeno.

8.1.2.2 Modelo teleológico e intercambio de gases

Los modelos identificados en las respuestas en un proporción de 18, 1% y 17, 7%, fueron el teleológico y el de intercambio de gases. Estos modelos poseen los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Teleológico: Respiramos por necesidad; Modelo intercambio de gases: Intercambio gaseoso a nivel sistémico. Estos criterios los encontramos en algunas respuestas:

Tabla 8: **Relación criterios modelo explicativo teleológico - intercambio de gases y respuestas de los estudiantes.**

Modelo teleológico. Criterio: Respiramos por necesidad	<i>E1P19I: “El oxígeno no solo va a los pulmones, se necesita sangre para oxigenar el cuerpo, en el cerebro para la sinapsis y procesos neurológicos”</i> <i>E5P3I: “La nutrición es muy importante para todos los seres humanos ya que sin la ingesta de alimentos los órganos no van a funcionar, requieren de energía aportado por los alimentos”</i> <i>E2P17I: “Los pulmones es donde recibe el oxígeno y es uno de los órganos esenciales para la respiración”</i>
Modelo intercambio de gases. Criterio: Intercambio gaseoso a nivel sistémico	<i>E4P20I: “esto se da por el intercambio gaseoso al ingresar el oxígeno sale dióxido de carbono”</i> <i>E5P14I “Ingresa oxígeno y eliminamos dióxido de carbono”</i> <i>E5P17I “si es ahí donde llega el oxígeno inhalado para luego eliminarlo como dióxido de carbono”</i>

La tabla 8 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo teleológico y de intercambio de gases con las respuestas de los estudiantes. Autoría propia.

En relación al modelo teleológico, los estudiantes los estudiantes argumentan la necesidad de la respiración inclusive a nivel sistémico, sin relacionar esto a una explicación.

Simplemente se da por hecho la necesidad sin establecer los mecanismos de la misma.

Estos hallazgos son compatibles a los descritos en Orrego, Tamayo & Ruiz (2016): No se da ninguna explicación molecular al fenómeno de la respiración. En otras palabras, piensan que es algo natural de los seres vivos y por tal razón debe realizarse”(p. 225). De igual manera se relaciona al obstáculo descrito por Orrego, Dávila & Tamayo (2009):

“Considerar que la respiración es cuestión de naturaleza, una necesidad o condición del estar vivo.” (p. 1822). A pesar que son estudiantes de formación universitaria y que han tenido contacto con la explicación del fenómeno en diferentes niveles educativos, los argumentos se siguen identificando desde la vivencia lo cual se relaciona con el nivel de competencia argumentativa y con la adopción de modelos superficiales en la explicación. En este sentido, los contenidos deben organizarse de forma que exista continuidad a lo largo de la etapa escolar y permitan a los alumnos progresar adecuadamente y relacionarlos, retornando a cada aprendizaje allí donde lo dejaron anteriormente, Pérez de Eulate (1993).

8.1.2.3 Modelo pseudo-molecular y molecular

Los modelos identificados en menor proporción en las respuestas de 6 % y 3.4% fueron el pseudo-molecular y molecular. Estos modelos poseen los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Modelo pseudo - molecular: Explicaciones moleculares, Ubicación submolecular de los procesos; Modelo quimiósotico (molecular): Ciclo ADP-ATP, ciclo fosfato, Hipótesis quimiosmótica. Estos criterios los encontramos en algunas respuestas:

Tabla 9: Relación criterios modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes.

Modelo pseudo– molecular Criterio: Explicaciones moleculares, Ubicación submolecular de los procesos	<i>E1P10I: “Por medio de alimentos ricos en carbohidratos, pero en un organismo (tiene)celular obtiene su energía por procesos de respiración”</i> <i>E2P10I: “En el caso de las plantas obtienen su energía gracias a la fotosíntesis”</i> <i>E6P9I: “Porque estamos realizando procesos químicos de oxidación que hacen que gastemos más energía y necesitamos más oxígeno”</i>
Modelo molecular Criterio: Ciclo ADP-ATP, ciclo fosfato, Hipótesis quimiosmótica.	<i>E4P1I: “Los seres vivos respiran ya que necesitan del oxígeno para obtener energía en forma de ATP”</i> <i>E6P2I: “Porque aceleramos todo el metabolismo que funcionamiento general del cuerpo lo que produce que necesitamos más energía que se quema por la oxidación de glucosa en el cuerpo”</i> <i>E6P10I: “por la oxidación de glucosa, glucogeno y otros compuestos por medio del oxígeno de la respiración”</i>

La tabla 9 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes. Autoría propia.

En estos modelos identificados, los estudiantes argumentan con procesos moleculares el fenómeno de la respiración. Relacionan elementos como: Fotosíntesis, oxidación, ATP, glucosa y glucógeno. En estas respuestas, se describe la respiración con un claro propósito: oxidación de la glucosa para obtener energía. En ninguna respuesta se relaciona el proceso ventilatorio, con lo cual, aunque la explicación sea más satisfactoria frente al proceso bioquímico, esta desligada del resto del proceso ventilatorio.

Dentro de la enseñanza de las ciencias, la respiración celular representa un tópico muy complejo, puesto que requiere para su comprensión el conocimiento detallado de un número importante de conceptos químicos, fisicoquímicos y bioquímicos y sus relaciones, lo que hace indudablemente comprometido su aprendizaje significativo. Tamayo (2001). Es además imprescindible considerar que para la comprensión de este proceso vital, es necesario asumirla como un proceso multisistémico que abarca diversos fenómenos desde la ventilación, el transporte de gases, la transformación de energía a nivel celular. Restrepo & Valencia (2014).

En la descripción anterior se puede inferir la existencia de diferentes modelos explicativos en algunos participantes para explicar el fenómeno en diferentes cuestionamientos suministrados. Es de resaltar que en cinco participantes dominaron los modelos vitalista y teleológico, sin embargo el participante número seis (**P6**) es quien argumenta varias respuestas bajo las características del modelo pseudo - molecular y molecular (7 respuestas). De igual manera, su nivel de argumentación es de 3, según Tamayo (2012) con las siguientes características: Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.

La coexistencia de modelos en esta investigación es acorde a lo descrito por Tamayo (2001): “la diferenciación y la jerarquización entre los modelos permite referirse a los distintos contextos o situaciones generadas por las preguntas” (p. 268) De esta manera, podemos reconocer como la existencia de estos modelos son el punto de partida para aprendizajes más significativos y que el estudiante pueda identificarlos para dar paso a cambios conceptuales por medio de la intervención didáctica.

8.2 ANÁLISIS NIVEL ARGUMENTATIVO FINAL DE LOS ESTUDIANTES DE TERAPIA RESPIRATORIA FRENTE AL CONCEPTO RESPIRACIÓN Y CAMBIOS EN EL MODELO EXPLICATIVO.

En este análisis se realizó la comparación de los resultados obtenidos en el instrumento inicial y los resultados del instrumento final, el cual se aplicó posterior al desarrollo de la unidad didáctica, cuyo propósito fue fomentar el desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes. Este análisis permite establecer si se dieron cambios en el nivel de argumentación, así como evidenciar si existió movilización de los modelos explicativos del concepto respiración.

8.2.1 Análisis Comparativo Nivel Argumentativo Inicial Y Final.

En relación al nivel establecido el momento inicial y al final, se evidencia que en cinco estudiantes se mantiene la moda del nivel de argumentación en las respuestas. En un caso se evidencia un cambio en el nivel argumentativo. Sin embargo, las respuestas, aunque en su estructura argumentativa, se caracterizan por proceder de la vivencia Tamayo (2011), cabe resaltar que se involucran más elementos explicativos a los cuestionamientos y se relacionan explicaciones que demuestran mayor claridad con respecto al modelo explicativo.

Tabla 10: Nivel argumentativo individual.

Estudiante	Nivel Argumentativo Determinado por moda (Momento inicial)	Nivel Argumentativo Determinado por moda (Momento inicial)
E1	2	2
E2	1	1
E3	1	1
E4	1	2
E5	1	1

E6	2	2
----	---	---

La tabla 10 relaciona los niveles argumentativos de los estudiantes de forma individual, determinado por moda y su comparativo con el momento inicial. Autoría propia.

Aunque en el análisis por moda individual predomina el nivel argumentativo, en el análisis de las respuestas en conjunto, se encontró a diferencia del momento inicial el predominio del nivel 2 con un 54,1%, el nivel 1 se establece en un 39,1%. El comparativo de los hallazgos se evidencian en la siguiente gráfica:

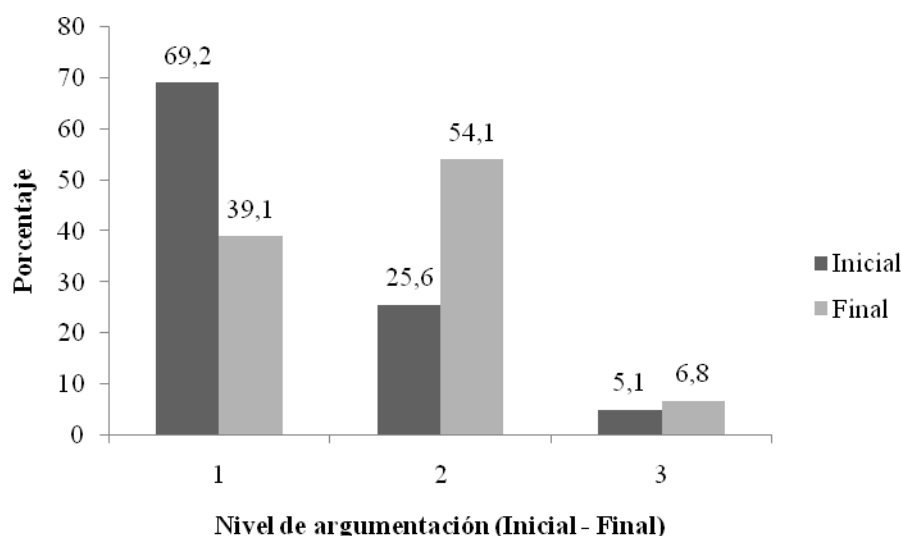


Figura 5. *Nivel de argumentación comparativo momento inicial y final. Autoría propia.*

Es evidente la movilización en las respuestas del nivel de argumentación del momento inicial al final, la diferencia porcentual es marcada tanto en el nivel 1 y 2. Sin embargo, disminuye el porcentaje de la presencia de las respuestas de nivel 1 y aumenta las del nivel 2. Este es un indicador que permite establecer como la intervención didáctica fortaleció el desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes de Terapia respiratoria. En el análisis de las respuestas se observan elementos que no se relacionaban con el concepto y por lo tanto enriqueció las respuestas. Ejemplo: **E1P10F** “(C) El ser humano, debe consumir alimentos para poder obtener energía necesaria para sus funciones vitales, (J)

pero además con la respiración obtiene ATP necesario para el metabolismo celular”, **E2P2F** “(C) Al hacer ejercicio los músculos van necesitando más oxígeno para hacer su contracción, (J) los pulmones van a tratar de suplir esa necesidad ejerciendo más trabajo de ventilación”. De igual manera, el léxico utilizado en las respuestas es más enriquecido y contextualizado a la explicación del fenómeno de la respiración. Este hallazgo es compatible a lo propuesto por Jorba, Gómez & Prat (2000): Si en la reconstrucción del conocimiento a través de los contenidos de las distintas áreas se trabajan conjuntamente las operaciones cognitivas y las habilidades lingüísticas, el alumnado mejorará sus aprendizajes (p. 126). A continuación, se describe en un cuadro comparativo el nivel de las respuestas en algunos estudiantes y la estructura del argumento utilizado.

Tabla 11: Descripción de respuestas momento inicial - final y su nivel de competencia argumentativa.

Estudiante	Pregunta	Respuesta y nivel de competencia argumentativa Tamayo (2011) - momento inicial	Respuesta y nivel de competencia argumentativa Tamayo (2011) - momento final
E2	¿Porque al hacer ejercicio cambia nuestra respiración?	D: Porque mejora - Nivel: 1	C: Se efectúan las reacciones de combustión, J: durante esta combustión se libera energía que es almacenada en forma de D: compuestos químicos llamados ATP. Nivel: 2
E1	¿Por qué cree que lo seres vivos respiran?	C: Para poder oxigenar la sangre y así hacer una buena circulación - Nivel: 1	C: Necesitamos oxígeno para las reacciones de combustión J: al liberar energía almacenada en compuestos llamados ATP. - Nivel: 2
E6	¿Por qué sentimos que nos falta el oxígeno cuando hacemos ejercicio?	C: Porque estamos realizando procesos químicos de oxidación D: que hacen que gastemos más energía y necesitamos más oxígeno.- Nivel: 2	C: por la fatiga que se genera en el cuerpo J: ya que empezamos a quemar nutrientes almacenados en los músculos D: los cuales para realizar ciertos procesos requieren energía y oxígeno - Nivel: 2
E5	¿Cómo cree que se relaciona la respiración y la nutrición?	C: La nutrición es muy importante para todos los seres humanos D: ya que sin la ingesta de alimentos los órganos no van a funcionar, requieren de energía aportado por los alimentos - Nivel: 2	C: Para que el cuerpo pueda estar en equilibrio, D: requiere de nutrientes y de oxígeno, J: la sangre se nutre de estos componentes manteniendo el organismo en funcionamiento. - Nivel: 2
E4	El oxígeno que incorporamos cuando respiramos se usa para quemar los alimentos.	C: ya que el oxígeno sirve para la respiración. Nivel: 1	C: El oxígeno se usa para descomponer la glucosa de los alimentos, J: catabolismo de la glucosa en la mitocondria para que se pueda desintegrar. - Nivel: 2
E3	¿Por qué después de suspender la respiración	J: Porque las células no están recibiendo oxígeno y C: al volver a	J: Porque está interrumpiendo la ventilación pulmonar y al

por un minuto respiras de manera más acelerada?	<i>tomar la respiración se acelera para que el organismo se vuelva a estabilizar</i>	<i>interrumpirla no habrá respiración celular. C: Por lo tanto el organismo necesita recompensar el oxígeno que no ingresó.</i>
---	--	---

C: Conclusión, D: Dato, J: Justificación.

La tabla 11 contrasta las respuestas de los estudiantes y su comparativo con el momento inicial. Autoría propia.

Como se evidencia en el cuadro comparativo los argumentos suministrados en algunos casos como en los estudiantes: E1, E2, E4 mejoraron el nivel y así mismo el contenido denota un fortalecimiento de elementos explicativos del concepto. Se encuentran más datos en las justificaciones y el uso de palabras relacionadas con el fenómeno, de forma que los estudiantes desarrollan habilidad de comunicar los conceptos desde la construcción de los mismos en el aula. En este sentido coincide con lo descrito por Chion, Meinardi, & Bravo (2014): “La enseñanza de la argumentación en las clases de ciencias, es decir la inclusión del lenguaje y en especial el escrito, hace posible que los estudiantes se familiaricen con ciertas particularidades de la ciencia tales como la comunicación de las ideas teóricas con un propósito persuasivo” (p. 989).

En este sentido la construcción del conocimiento científicos es importante la discusión y el contraste de las ideas como del lenguaje inicial, confrontando sus características con respecto a las del final de la intervención didáctica, también sería necesario dar mucha más importancia en la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar, en la discusión de las ideas en el aula y en el uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo, a menudo necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para los estudiantes en la construcción de conceptos. Sardá & Sanmartí (2000).

8.2.2 Análisis Comparativo Modelo Explicativo Frente Al Concepto Respiración Inicial Y Final.

Al igual que en el momento inicial, se identificó la afinidad con el modelo explicativo, por medio del análisis de contenido de cada una, relacionándolas con los criterios definitorios de cada modelo descritos por Tamayo (2001) donde se describen los principales modelos explicativos del campo conceptual de la respiración (ver tabla 2). De esta manera, se

identificó la afinidad de cada respuesta con un modelo en particular. Una vez establecido el modelo de cada respuesta, se agruparon por estudiante para identificar la afinidad por el modelo en general.

De Las 120 respuestas analizadas se determinó el modelo predominante según las características relacionadas con los criterios descriptivos de cada modelo. Se identificó de nuevo la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia del modelo vitalista, con la diferencia del porcentaje presente en las respuestas, este estuvo presente en el 39,7 % de las respuestas, lo que correspondería a 16,3 % menos en relación al momento inicial. El 60. 3% restante se distribuyó mayoritariamente entre los modelos: teleológico con el 20,7%, intercambio de gases 18,1% con, y en menor proporción los modelos con elementos más complejos que relacionan el nivel molecular. No obstante, cabe resaltar el aumento de las respuestas con criterios del modelo pseudomolecular, presentando un aumento en las respuestas afines a este modelo en un 9,5%. A continuación, el comparativo por medio de grafica de barras para visualizar las diferencias descritas:

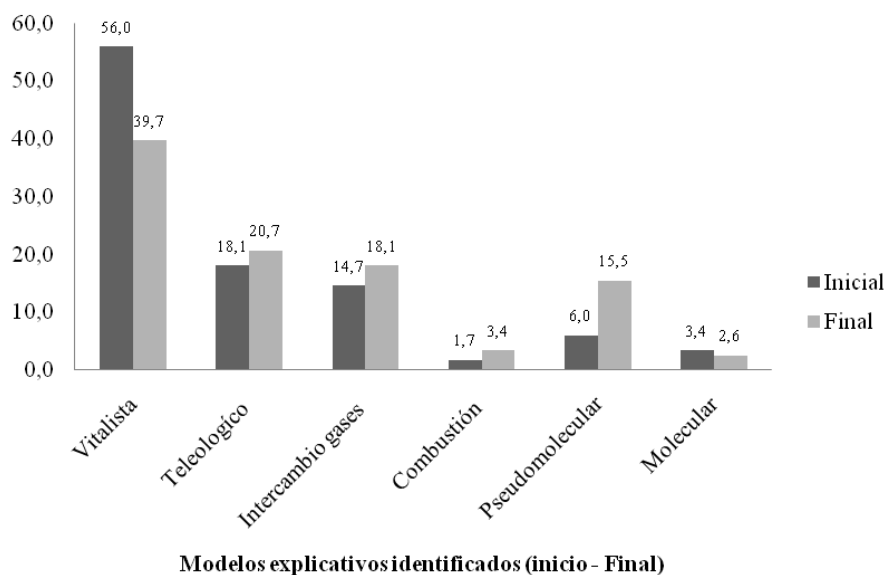


Figura 6. *Modelo comparativo momento inicial y final. Autoría propia.*

Por otra parte, se agruparon las respuestas de forma individual para identificar la afinidad posterior a la intervención didáctica y el nivel de argumentación inicial y final en el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 12: **Comparación de los modelos explicativos y nivel de argumentación en el momento inicial y final.**

Estudiante	Modelo explicativo Identificado Inicial	Nivel de competencia argumentativa Tamayo (2011) Inicial	Modelo explicativo Identificado Final	Nivel de competencia argumentativa Tamayo (2011) Final
E1	Modelo vitalista	2	Modelo Intercambio de gases	2
E2	Modelo vitalista	1	Modelo vitalista	1
E3	Modelo vitalista	1	Modelo vitalista	1
E4	Modelo vitalista	1	Modelo Pseudomolecular	2
E5	Modelo vitalista	1	Modelo vitalista	1
E6	Modelo vitalista	2	Modelo vitalista	2

La tabla 12 relaciona el modelo explicativo y el nivel de argumentación inicial y final de los estudiantes. Autoría propia.

En el cuadro se puede evidenciar cambios en el modelo explicativo de dos estudiantes participantes, pasando del predominio del modelo vitalista a modelo de intercambio de gases y pseudomolecular respectivamente. Es interesante la movilidad del estudiante **E4**, quien en particular adopta como modelo explicativo uno de mayor complejidad como el pseudomolecular y simultáneamente se identifican cambios en el nivel de argumentación. A continuación, se realizará el análisis por modelo explicativo, criterios definitorios y los argumentos suministrados por los estudiantes.

8.2.2.1 Modelo vitalista momento final

Este modelo posee los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Oxígeno como fuente de Energía, función purificadora del aire, la respiración como condición para vivir. A continuación, se relacionan estos criterios con las respuestas del momento final.

Tabla 13: Relación criterios modelo explicativo vitalista y respuestas de los estudiantes momento final.

Oxígeno como fuente de Energía	<i>E6P2F: “por el gasto de energía y mayor consumo de oxígeno nuestro cuerpo aumenta su ritmo para mayor obtención de oxígeno y poder cumplir con las exigencias del entorno”</i>
	<i>E3P1F: “Porque es vital para vivir y hacer se obtiene energía”</i>
	<i>E2P15F: “Cualquier actividad física necesita de gasto de energía”</i>
función purificadora del aire	<i>E3P3F:” Mediante la respiración se obtiene oxígeno, y este nutre a la sangre. Así mismo, se mantiene el organismo en funcionamiento”</i>
	<i>E4P7F: “Para poder regular el oxígeno y el carbono a través de la homeostasis.”</i>
la respiración como condición para vivir	<i>E2P12F: “Sin oxígeno ninguna de nuestras funciones dentro del organismo podría realizarse”</i>
	<i>E2P19F: “Ya que el oxígeno es importante para nuestras funciones vitales”</i>

La tabla 13 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo vitalista y las respuestas de los estudiantes en el momento final. Autoría propia.

Aunque en menor medida, se siguen presentando respuestas con los criterios que definen cada modelo. Las respuestas se generan desde una lógica vivencial, donde se le asumen propiedades vitalistas al oxígeno, pero al igual que el momento inicial no se relacionan elementos que expliquen esa importancia del oxígeno en el funcionamiento de los seres vivos y su obtención de energía o su interacción en el nivel molecular. Persisten respuestas superficiales en preguntas o enunciados que son generales frente al concepto, como, por ejemplo: ¿Por qué respiran los seres vivos? A pesar de la intervención didáctica, persiste el distanciamiento de explicaciones del ámbito celular o molecular, al parecer por ser modelos explicativos alejados de la experiencia directa de los estudiantes, Orrego, Tamayo & Ruiz (2016). Los autores citando a Köninsberg (1999) señalan que uno de los principales problemas para el aprendizaje de la respiración se debe a que los estudiantes realizan

explicaciones macroscópicas de los fenómenos que observan y no realizan explicaciones en el nivel molecular, lo que se constituye en una especie de “caja negra” en el aprendizaje de la bioquímica. Esta afirmación es relevante, ya que en esta indagación también se puede afirmar que las repercusiones de la falta de conceptualización multinivel de la respiración se observan en el aprendizaje de otras asignaturas del componente de formación básica como morfología, y que posiblemente repercuta en el quehacer profesional directo de los futuros terapeutas en el cuidado de la salud.

En este mismo sentido, podemos caracterizar la persistencia de este modelo como un obstáculo de naturaleza epistemológica en el aprendizaje de los estudiantes. De igual manera, podemos identificar que este modelo es persistente a pesar de la intervención didáctica, esta situación hace reflexionar sobre la enseñanza de conceptos científicos durante la vida escolar de los estudiantes y en la misma formación universitaria. Sin embargo, esta situación debe encaminar a la mejora de la enseñanza. Coincidiendo con Cardozo, Correa & Tamayo (2009) cuando afirman: “Éstos se deben constituir en el punto de partida de los procesos de enseñanza, de tal manera que los profesores diseñemos los ambientes educativos previa identificación de los obstáculos de los estudiantes frente al aprendizaje, de esta manera podremos aportar al logro de aprendizajes más significativos (p. 1822).

8.2.2.2 Modelo teleológico e intercambio de gases momento final

Los modelos identificados en las respuestas en una proporción de 20, 7% y 18, 1%, fueron el teleológico y el de intercambio de gases respectivamente. Estos modelos poseen los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Teleológico: Respiramos por necesidad; Modelo intercambio de gases: Intercambio gaseoso a nivel sistémico. Estos criterios los encontramos en algunas respuestas:

Tabla 14: **Relación criterios modelo explicativo teleológico - intercambio de gases y respuestas de los estudiantes en el momento final.**

Modelo teleológico.	E3P10F: “Por medio de la respiración y a partir de fuentes orgánicas.”
	E4P19F: “El oxígeno es un elemento fundamental para

Criterio: Respiramos por necesidad	<i>que los órganos del cuerpo funcionen correctamente.”</i>
	E5P15F: “Toda actividad que realizaron requiere de oxígeno”.
Modelo intercambio de gases.	E1P3F: “La sangre se nutre de distintos nutrientes que circulan en el organismo en funcionamiento, además en el intercambio de gases se produce una molécula de ATP.”
Criterio: Intercambio gaseoso a nivel sistémico	E3P14F: “Porque ingresa oxígeno el cual pasa a la sangre oxigenada y se administra por el cuerpo, mientras que el CO2 va a la sangre desoxigenada para ser eliminada por la exhalación”
	E5P8F: “Porque es un mecanismo por el cual ellas logran obtener energía, tomando el oxígeno del aire circundante y eliminando el CO2”

La tabla 14 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo teleológico y de intercambio de gases con las respuestas de los estudiantes en el momento final. Autoría propia.

Aunque en la afinidad frente al modelo explicativo teleológico y de intercambio de gases hubo aumento, las diferencias porcentuales no son marcadas. No obstante, la presencia de estos modelos persiste en los argumentos y con las mismas características del momento inicial, donde se le atribuye a la respiración y específicamente al oxígeno propiedades fundamentalistas e inamovibles, se determina el oxígeno como insumo primordial y necesario para la vida, sin relacionar explicación alguna de los mecanismos de acción o moleculares que permiten otorgarle esa importancia para la vida. Ejemplo: **E2P5F:** “Es un componente importante para los beneficios en cuanto a la salud”, **E2P18F** “Gracias a la respiración, podemos controlar la temperatura de nuestro cuerpo por medio de técnicas de respiración”. De igual manera, este tipo de respuestas carecen de fundamentación conceptual y por lo tanto su nivel de argumentación es bajo, al no poseer datos o garantías que los respalden, se reducen a simples conclusiones.

Por otra parte, el modelo de intercambio de gases persiste, pero es relevante como los estudiantes integran elementos o terminología propia de modelos más complejos como el pseudomolecular o el mismo molecular, pero sin relacionarlos de manera adecuada o en el proceso apropiado. Es decir, se menciona esa terminología pensando en la justificación de un modelo más complejo, pero que al final del argumento no permite conceptualizar el fenómeno respiratorio más allá de un intercambio de gases. Ejemplo: **E1P3F:** “La sangre se nutre de distintos nutrientes que circulan en el organismo en funcionamiento, además en

el intercambio de gases se produce una molécula de ATP. ”, **E6P20F** “porque al realizar el proceso de hematopoyesis se hace un intercambio donde se busca eliminar el CO_2 ”. Se puede concluir de estos hallazgos que a pesar de la intervención didáctica, no existen mecanismos de relación entre el nivel ventilatorio y la respiración celular. Este análisis coincide con los resultados de Orrego, Tamayo & Ruiz (2016), donde posterior a la intervención didáctica afirman: “ya no solo asignan a la respiración el intercambio de gases, sino que utilizan un lenguaje característico del modelo molecular y se considera el intercambio de gases a nivel celular” (p. 231). En respuestas como: **E3P14F** “Porque ingresa oxígeno el cual pasa a la sangre oxigenada y se administra por el cuerpo, mientras que el CO_2 va a la sangre desoxigenada para ser eliminada por la exhalación”, **E5P14F** “Ingresa oxígeno, pasa a la sangre oxigenada y se riega por el cuerpo mientras que el CO_2 va en la sangre desoxigenada sale al exterior por la exhalación”, se evidencia que a pesar que el modelo persiste ya se integran elementos no solo del intercambio, sino de la circulación de oxígeno a otros órganos diferentes al sistema respiratorio, lo que indica el establecimiento de relaciones más sistémicas del fenómeno respiratorio.

8.2.2.3 Modelo pseudo-molecular y molecular momento final

Estos modelos poseen los siguientes criterios definitorios según Tamayo (2001): Modelo pseudo - molecular: Explicaciones moleculares, Ubicación submolecular de los procesos; Modelo quimiomótico (molecular): Ciclo ADP-ATP, ciclo fosfato, Hipótesis quimiosmótica. Estos modelos en particular tanto al momento inicial como en el final, representaron los menores porcentajes en las respuestas suministradas: 15,5 % y 2,6% fueron el pseudomolecular y molecular respectivamente. No obstante, existió una movilización importante en las respuestas hacia el modelo pseudomolecular con respecto al 6% inicial. A continuación, los criterios encontrados en algunas respuestas:

Tabla 15: **Relación criterios modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes en el momento final.**

Modelo pseudo– molecular	E1P6F: “Gracias a las pequeñas reservas de energía presentes en los músculos pueden hacer disponible energía rápidamente mediante procesos anaeróbicos.”
Criterio: Explicaciones moleculares, Ubicación	E2P17F: “La respiración se efectúa en las células”

submolecular de los procesos	E3P17F: “La respiración es un proceso que se da en la célula, exactamente en la mitocondria.” E4P11F: “El oxígeno se usa para descomponer la glucosa de los alimentos, catabolismo de la glucosa en la mitocondria para que se pueda desintegrar.” E4P17F: “La respiración se da en las células, lo que se da en los pulmones es la ventilación mecánica.”
Modelo molecular Criterio: Ciclo ADP-ATP, ciclo fosfato, Hipótesis quimiosmótica.	E1P1F: “Necesitamos oxígeno para las reacciones de combustión al liberar energía almacenada en compuestos llamados ATP” E1P10F: “El ser humano, debe consumir alimentos para poder obtener energía necesaria para sus funciones vitales, pero además con la respiración obtiene ATP necesario para el metabolismo celular.” E5P12F: “El oxígeno es necesario para la respiración celular porque gracias a este la glucosa se oxidorreduce dentro de la mitocondria, se descompone en compuestos más sencillos.”

La tabla 15 relaciona los criterios definitorios del modelo explicativo pseudo - molecular y molecular con respuestas de los estudiantes en el momento final. Autoría propia.

En este momento, se identifican respuestas con mayor riqueza en relación a la terminología utilizada y que está directamente relacionada con el fenómeno y los sistemas implicados. A diferencia del momento inicial, existe mayor claridad frente a lo que es la ventilación pulmonar y respiración celular. Los participantes suministraron respuestas acordes a los procesos bioquímicos desarrollados a nivel celular, identificando la oxidación de los carbohidratos como fuente de energía, e identificando estructuras celulares como la mitocondria como el lugar del desarrollo de estos procesos, asociando procesos en niveles diferentes a solamente el macroscópico del sistema pulmonar.

Se observa un avance en la comprensión de la complejidad del concepto, en comparación con el momento inicial. Aunque, se identifican obstáculos conceptuales y de relación entre los niveles del fenómeno representados por la falta de precisión en los términos utilizados en los argumentos e imprecisiones en la descripción de los procesos moleculares. Este resultado coincide con el descrito por Orrego, Tamayo & Ruiz (2016), donde refieren: “las respuestas de los estudiantes se localizaron en el modelo pseudomolecular. Son explicaciones que incluyen algunos aspectos moleculares de la respiración, sin embargo, no llegan a realizarlo de manera rigurosa. Por ejemplo, se menciona la oxidación del alimento

sin explicar en qué consiste el proceso de oxidación, o la relación que éste tiene con la producción de energía” (p.233). El acople de la explicación del nivel macroscópico al nivel microscópico constituye en uno de los más importantes obstáculos epistemológicos para el aprendizaje del concepto de respiración. Olsher & Beit (1999). Esta situación hace constante la adopción de modelos descontextualizados hasta la educación superior, inclusive en niveles que requieren una conceptualización profunda como lo es la formación en terapia respiratoria.

9 CONCLUSIONES

- Tanto en el momento inicial como en el final se identificó el dominio del nivel de argumentación 1 en los estudiantes, con porcentajes de 69,2 % y 39,1% respectivamente. Las argumentaciones suministradas se caracterizaron por justificaciones superficiales datos basados en la vivencia más que en una construcción científica del concepto. A pesar que existen acercamientos al concepto respiración en toda la vida escolar de los estudiantes. Los argumentos poseen características propias de la cotidianidad, es evidente el alejamiento de explicaciones científicas.
- Se evidencio como hallazgo relevante la coexistencia de modelos explicativos, con dominancia de uno en particular. En la mayoría de los casos fue el modelo vitalista.
- Al detallar el modelo dominante por estudiante y se relacionarlo con el nivel de habilidad argumentativa, se puede inferir que puede existir una relación entre el bajo nivel de argumentación y la adopción de modelos explicativos superficiales. De esta manera, se concluye que la construcción del concepto parte de una lógica lineal, lo cual no permite comprender el fenómeno desde su complejidad o involucrando otros niveles que requieren abstracción como son los procesos moleculares.
- Es evidente la movilización en las respuestas del nivel de argumentación del momento inicial al final, la diferencia porcentual es marcada tanto en el nivel 1 y 2. Sin embargo, disminuye el porcentaje de la presencia de las respuestas de nivel 1 y aumenta las del nivel 2. Este es un indicador que permite establecer como la intervención didáctica fortaleció el desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes de Terapia respiratoria.

- Se evidencian cambios en el modelo explicativo de dos estudiantes participantes, pasando del predominio del modelo vitalista a modelo de intercambio de gases y pseudomolecular respectivamente. Es interesante la movilidad del estudiante **E4**, quien en particular adopta como modelo explicativo uno de mayor complejidad como el pseudomolecular y simultáneamente se identifican cambios en el nivel de argumentación, pasando de un nivel 1 al 2.
- Los modelos más superficiales y carentes de explicaciones de nivel molecular son persistentes a pesar de la intervención didáctica, esta situación hace reflexionar sobre la enseñanza de conceptos científicos durante la vida escolar de los estudiantes y en la misma formación universitaria.
- El modelo de intercambio de gases persiste, pero es relevante como los estudiantes integran elementos o terminología propia de modelos más complejos como el pseudomolecular o el mismo molecular, pero sin relacionarlos de manera adecuada o en el proceso apropiado. Es decir, se menciona esa terminología pensando en la justificación de un modelo más complejo, pero que al final del argumento no permite conceptualizar el fenómeno respiratorio más allá de un intercambio de gases.
- Se evidencia que a pesar que el modelo de intercambio de gases persiste ya se integran elementos no solo del intercambio, sino de la circulación de oxígeno a otros órganos diferentes al sistema respiratorio, lo que indica el establecimiento de relaciones más sistémicas del fenómeno respiratorio.
- Se identifican respuestas con mayor riqueza en relación a la terminología utilizada y que está directamente relacionada con el fenómeno y los sistemas implicados. A diferencia del momento inicial, existe mayor claridad frente a lo que es la ventilación pulmonar y respiración celular.

10 RECOMENDACIONES

- Es importante indagar sobre las relaciones de la argumentación y otros conceptos fisiológicos como nutrición, circulación, o eliminación.
- Es necesario integrar a la enseñanza de la morfología perspectivas que enlacen el nivel macroscópico con el microscópico en cada concepto.
- Indagar sobre modelos del concepto respiración en los docentes que orientan este tipo de asignaturas.
- Analizar el aprendizaje del concepto respiración con otras habilidades del pensamiento crítico.
- Involucrar en la enseñanza de conceptos morfofisiológicos como la respiración, experimentación para que el estudiante relacione los procesos bioquímicos con los macroscópicos del fenómeno.

11 REFERENCIAS

- Buitrago, A., Mejía, N. y Hernández Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa* 11(63),17 – 39.
- Campillo, Y. P., & Guerrero, J. A. C. (2013). El ABP y el diagrama Heurístico como herramientas para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciência&Educação*, 19(3), 499-516.
- Candela, M. A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y aprendizaje*, 14(55), 13-28.
- Cerda, H. (2011). Los elementos de la investigación cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Chion, A. F. R., Meinardi, E., & Bravo, A. A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Scienceeducation*, 88(6), 915-933.
- García Zaforas, A. M. (1991). Estudio llevado a cabo sobre representaciones de la respiración celular en los alumnos de bachillerato y COU. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 129-134.
- García A, González J y Sánchez L. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 11-28. Manizales: Universidad de Caldas.

- Girón, M. y Vélez M. (2016). Desarrollo de la habilidad argumentativa en la enseñanza – aprendizaje del concepto de vacunación en estudiantes universitarios. Universidad autónoma de Manizales. Maestría Enseñanza de las ciencias. Facultad de educación.
- González, J. P. H. (2011). Breve historia del aparato respiratorio. Majorensis: Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología, (7), 14-18.
- Henao, B. & Stipcich, M. (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 Enseñanza De Las Ciencias, 7(1), 47 - 62. Recuperado de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf
- Hernández, E. B., & Núñez, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 8(2), 105-110
- Jiménez, A. y Díaz, Joaquín. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. Departamento de Didáctica das Ciencias Experimentales. Universidad de Santiago de Compostela.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “doing science”: Argument in high school genetics. Science Education, 84(6), 757-792.
- Jiménez, A (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), pp. 203-216.
- Jorba, J., Gómez, I., & Prat, À. (Eds.). (2000). Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares: editores, Jaume Jorba,

Isabel Gómez y Àngels Prats. Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciències de l'Educació.

Moreno & Martínez (2009). Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. *Revista Nodos y nudos*, 3 (27), 30-42.

Mockus Sivickas, A. (1999). *Pensar la universidad*. Fondo Editorial Universidad Eafit.

Núñez, F., & Hernández, E. B. (1996). Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 261-278.

Olsher, G and Beit, B. O. (1999). Biotechnologies as a context for enhancing junior high-school student's ability to ask meaningful questions about abstract biological processes. *International Journal Science Education*, 21(2), 137-153.

Otzen Tamara, Manterola Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* [Internet]. 2017 Mar [citado 2019 Mar 25] ; 35(1): 227-232. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.

Orrego, Dávila, y Tamayo, (2009). Obstáculos en el aprendizaje del concepto de respiración. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1820-1822

Orrego Cardozo, M., Tamayo Alzate, O., & Ruiz Ortega, F. (2016). *Unidades Didácticas para la enseñanza de las ciencias* (1st ed., pp. 93 - 161). Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.

- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of research in science teaching*, 41(10), 994-1020.
- Pérez de Eulate, L. 1993. Revisión Bibliográfica sobre Preconceptos en Fisiología de la Nutrición Humana. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3). pp. 345.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. Facultad de Educación. Universidad Alberto Hurtado (UAH). Santiago Centro, Chile. 2015
- Porta, L., & Silva, M. (2019). La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa. *Anuario Digital de Investigación Educativa*, (14).
- Restrepo, J. C., & David Valencia, M. (2014). A propósito de la respiración: una propuesta de re-contextualización en la enseñanza desde la perspectiva de Otto Warburg.
- Ruiz, Francisco (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação Pesquisa*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 629-646.
- Ruiz O., Francisco J, Tamayo A., Óscar E. y Márquez B., (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. No. 1, Vol. 9, pp. 29-52. Manizales: Universidad de Caldas
- Sánchez Mejía, L., González Abril, J., & García Martínez, Á. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1).

- Sardá, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. Departament de Didàctica de la matemàtica i de les ciències experimentals. UAB.
- Sardá, A. (2005). Enseñando a argumentar en torno a la educación ambiental. *Educar*(33). 17 - 26.
- Silvestri, A. (2001). La producción de la argumentación razonada en el adolescente: Las falacias de aprendizaje. En M. C. Martínez (Eds.) *Aprendizaje de la argumentación razonada. Desarrollo temático de los textos expositivos y argumentativos* (Vol. 3, pp. 29-48). Cátedra UNESCO para la Lectura y la Escritura, Universidad del Valle: Cali
- Stincer Gómez, Dení, & BlumGrynberg, Bertha. (2017). El modelo argumentativo de Toulmin y la eficacia de titulación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(4), 9-19. <https://dx.doi.org/10.24320/redie.2017.19.4.1331>
- Tamayo Alzate, O.E. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto respiración. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Tamayo Alzate, O.E., Vasco Uribe, C.E., Suarez de la Torre, M.M., Quiceno Valencia, C.H., García Castro, L.I. y Giraldo Osorio, A.M. (2011). La clase multimodal y la formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Tamayo Alzate, O.E (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.
- Tamayo Alzate, O. E., Orrego Cardozo, M., & Dávila Posada, A. R. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Bio-Grafía Escritos Sobre La Biología Y Su Enseñanza*, 7(13), 129-145. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.7num.13bio-grafia129.145>

Vélez, M. y Girón, M. (2016). Desarrollo de la habilidad argumentativa en la enseñanza – aprendizaje del concepto de vacunación en estudiantes universitarios. Universidad autónoma de Manizales. Maestría enseñanza de las ciencias facultad de educación.

ANEXOS

ANEXO 1. INSTRUMENTO

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Los siguientes cuestionamientos se relacionan directamente con el concepto de respiración. No es un formato evaluativo, este es un instrumento que permitirá comprender mejor la construcción que usted tiene acerca del concepto y partir de esta información para proponer una metodología didáctica adecuada y que permita una enseñanza y aprendizaje del concepto.

A continuación, encontrará una serie de preguntas frente a las cuales debe justificar su respuesta en las líneas dadas a continuación. Es muy importante que en las respuestas trate de explicar lo que cree que sucede; en tal sentido debe emplear todo el espacio dado para la respuesta.

1. ¿Por qué cree que lo seres vivos respiran?

2. ¿Porque al hacer ejercicio cambia nuestra respiración?

3. ¿Cómo cree que se relaciona la respiración y la nutrición?

4. ¿Qué cree que debe hacer un organismo para obtener energía después de tener un ayuno prolongado?

5. ¿Qué relaciones se pueden establecer entre actividad física y energía? ¿Por qué?

6. ¿cómo crees que obtiene la energía un deportista cuando hace ejercicio anaerobio (levantamiento de pesas – 100 metros planos)?

7. ¿Por qué después de suspender la respiración por un minuto respiras de manera más acelerada?

8. ¿Cree que las plantas respiran? ¿Por qué?

9. ¿Por qué sentimos que nos falta el oxígeno cuando hacemos ejercicio?

10. ¿Cómo obtiene un organismo la energía para sus funciones vitales?

Parte 2

11. El oxígeno que incorporamos cuando respiramos se usa para quemar los alimentos.

¿Por qué?

12. Sin oxígeno es imposible respirar.

¿Por qué?

13. Cuando un animal se muere, se enfría.

¿Por qué?

14. La principal función de la respiración en un organismo es incorporar oxígeno y eliminar gas carbónico.

¿Por qué?

15. Correr, saltar, caminar o brincar son actividades que requieren respiración

¿Por qué?

16. A diferencia de los animales las plantas no respiran

¿Por qué?

17. La respiración es un proceso que se efectúa en los pulmones

¿Por qué?

18. La respiración permite mantener la temperatura corporal

¿Por qué?

19. Sin el oxígeno es difícil conservar la vida por más de tres minutos

¿Por qué?

20. El oxígeno que inhalamos lo eliminamos en forma de dióxido de carbono.

¿Por qué?

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado estudiante, con el ánimo de mejorar los procesos de apoyo a su aprendizaje se ha propuesto llevar a cabo un estudio que pretende analizar el nivel de argumentación en la enseñanza del concepto respiración. Para cumplir con este objetivo solicitamos a usted su participación voluntaria mediante el diligenciamiento del presente consentimiento informado, para posteriormente realizar lectura y respuesta al cuestionario anexo de exploración de modelos explicativos de la respiración.

¿Cuál es el propósito del diligenciamiento de este consentimiento?

Este consentimiento se da a usted para ayudarle a entender las características del estudio, de tal modo que usted pueda decidir voluntariamente si desea participar o no. Si luego de leer este documento tiene alguna duda, pida al personal del estudio que le explique. Él le proporcionará toda la información que necesite para que usted tenga un buen entendimiento del estudio.

¿Cuál es el objetivo de este estudio?

Fomentar la competencia argumentativa y la enseñanza del concepto respiración en estudiantes de Terapia Respiratoria.

¿Cuál es la importancia del estudio?

Innovar en la enseñanza de la morfofisiología, con procesos didácticos más contextualizados que fomenten el pensamiento crítico.

¿Cuáles son los posibles riesgos?

Este estudio no implica ningún riesgo físico o psicológico para usted. Sus respuestas no le ocasionarán ningún riesgo académico o personal. Cuando los resultados de la investigación se publiquen o se discutan, no se incluirá información que pueda revelar su identidad.

Nadie fuera del investigador tendrá acceso a su información sin su autorización escrita.

Si durante el diligenciamiento de la encuesta o posterior a ella usted tiene alguna duda puede contactarse con los investigadores que desarrollan este proyecto. Su participación en esta investigación es voluntaria. Si usted decide participar, usted está libre retirarse en cualquier momento sin tener ninguna consecuencia para usted.

En el momento que solicite información relacionada con el proyecto el investigador se la proporcionarán. Consentimiento: Se me informó de los objetivos, proceso y alcance de la investigación a la que se me invita a participar, al igual que los posibles riesgos, beneficios y procedimientos alternativos.

He entendido toda la información, además he tenido la oportunidad de realizar las preguntas que me han parecido oportunas, las cuales, me han sido respondidas satisfactoriamente con información suficiente y comprensible. Recibí información sobre todo lo que atañe al proceso de investigación y tengo conocimiento de que puedo aceptar o rechazar mi participación en el proyecto sin que eso afecte la relación con el investigador y/ o las Instituciones participantes. Expreso que he brindado toda la información relacionada con los objetivos de la investigación. Por lo anterior, autorizo de manera libre, voluntaria y consciente participar en la investigación FIRMA DEL PARTICIPANTE_____CC_____

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO Yo, _____ revoco el Consentimiento prestado en fecha _____ y declaro por tanto que tras la información recibida no consiento no participar en el Proyecto de Investigación: _____

Como profesional Investigador de la Universidad de Boyacá expreso haber brindado al participante quien va a dar su consentimiento o a la persona autorizada para ello, la información relacionada con el proyecto de Investigación **FOMENTO DE LACOMPETENCIA ARGUMENTATIVA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO RESPIRACIÓN EN ESTUDIANTES DE TERAPIA RESPIRATORIA**. Según lo contemplado en el presente documento. Además, expreso haber establecido las condiciones

necesarias y las precauciones pertinentes para que se cumplan los objetivos propuestos sin detrimento de los participantes.

FIRMA DEL INVESTIGADOR_____CC_____

ANEXO 3. UNIDAD DIDÁCTICA

Institución: Universidad de Boyacá Concepto: Respiración Objetivo de la clase: Desarrollar en el grupo de estudiantes de Terapia respiratoria a una conceptualización científica de la respiración por medio de la argumentación. Programa: Terapia Respiratoria Asignatura: Morfología II Intensidad Horaria Semanal: 6 Horas			
Momento	Elemento de la UD	Actividad	Objetivo
Ubicación	Identificación modelos explicativos de la respiración y nivel de argumentación	Se aplicará el instrumento de indagación de modelos explicativos y nivel de argumentación frente al concepto respiración. Tiempo destinado: 2hr	Identificar los modelos explicativos de los estudiantes de Terapia Respiratoria frente al concepto respiración y el nivel de argumentación en sus respuestas.
Desubicación	Historia - Epistemología	Inicialmente se dará una contextualización histórica del concepto respiración. Se realizará una línea del tiempo con imágenes preseleccionadas para el grupo de estudiantes. Para realizar la línea del tiempo al grupo se le suministrara la lectura <i>Tamayo Alzate, O. (2001). Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto</i>	Conocer los modelos explicativos de la respiración y confrontar su sustento científico.

		<i>respiración. Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona.Pg 58 – 61. (Anexo4).</i> Los estudiantes cruzarán las imágenes con los acontecimientos en torno al concepto. Al finalizar se realizará un conversatorio con los acontecimientos más importantes que fueron estableciendo el concepto como lo conocemos hoy en día. En segundo lugar y para confrontar los diferentes modelos explicativos con sus argumentos frente al concepto respiración, se dividirá el grupo en 5 subgrupos. A cada subgrupo se asignará al azar un modelo: <i>Modelo vitalista</i> <i>Modelo Teleológico</i> <i>Modelo Intercambio de gases</i> <i>Modelo Combustión</i> <i>Modelo Pseudomolecular</i>	
--	--	--	--

		Modelo quimiosmotico Cada grupo realizará un video donde explique y argumente con evidencias la adopción del modelo. Una vez socializado cada uno de ellos, se desarrollará de forma grupal un cuadro comparativo de los modelos según sus características. Tiempo destinado: 20 horas	
	Respiración celular y ventilación	El grupo se dividirá en dos. Y se asignaran los temas: Respiración celular, intercambio gaseoso y ventilación pulmonar. Cada grupo realizara consulta en conjunto en la Biblioteca institucional, extraerán la bibliografía relacionada con el concepto asignado. En grupo desarrollaran un esquema explicativo de cada uno de los fenómenos, en una infografía. En el aula se socializarán las tres	Conceptualizar la respiración celular, intercambio gaseoso y ventilación pulmonar como procesos sistémicos.

		infografías y en conversatorio se establecerán las relaciones y conceptualizaciones de los tres fenómenos. Por ultimo cada grupo realizara un esquema único de los tres fenómenos como proceso fisiológico en el ser humano. Tiempo destinado: 12 horas	
	Respiración y CTS	El grupo de estudiantes realizaran la lectura del texto: <i>-Casabona, L., Santos, R. and Lillo, M. (2017). Historia y evolución de la ventilación mecánica. In: F. Soto del Arco, ed., Manual de Ventilación Mecánica para Enfermería, 1st ed. España: Panamericana, pp.3 – 10 (Anexo 5).</i> Al finalizar la lectura cada estudiante responderá en un documento suministrado los aciertos, desaciertos de la ventilación mecánica en su desarrollo (Anexo6).	Identificar el desarrollo de la ventilación mecánica, su impacto y problemáticas.

		En el mismo documento expondrá las problemáticas actuales de la ventilación mecánica, propondrá desde su quehacer como terapeuta respiratorio 3 posibles soluciones y argumentara porque funcionarían para mejorar los problemas derivados de la ventilación mecánica. Tiempo destinado: 6 horas	
	Respiración y cuidado de la Salud	Los estudiantes en grupo de dos, indagaran en la comunidad donde residen e identificarán los problemas de tipo respiratorio que aquejan a la comunidad. De igual manera, consultaran las leyes, programas o legislación relacionada con la prevención de los problemas identificados en la comunidad. En el salón de clases, se realizará un debate, acerca de la aplicación, intereses y repercusión de la normatividad en las comunidades. Tiempo destinado: 8	Contextualizar el concepto respiración y su relación con la salubridad pública.

		horas	
Reubicación	Conceptualización	Los estudiantes de todo el grupo realizarán una presentación en powerpoint describiendo la anatomía y fisiología del sistema respiratorio. Relacionando los elementos del concepto respiración desarrollados anteriormente, haciendo énfasis en que órgano, tejido o célula lo realiza. Al finalizar la socialización de la fisiología y anatomía, se realizará la aplicación del instrumento de indagación de modelos explicativos y nivel de argumentación frente al concepto respiración. Tiempo destinado: 6 horas	

ANEXO 4. LECTURA LINEA DEL TIEMPO

3. 10. 3. La respiración para los científicos modernos.

La respiración, vista inicialmente por los griegos como fuente de vida y de calor interno pasa a ser considerada por Lavoisier en el siglo XVIII como una combustión lenta. Hasta este momento las observaciones fueron realizadas en organismos y basadas específicamente en estudios fisiológicos de sus aparatos respiratorios, así como del intercambio de gases. Para Lavoisier, "la respiración es una combustión lenta de una porción de carbono que contiene la sangre, y que el calor animal lo mantiene una porción de calórico que se desprende cuando el aire vital de la atmósfera se convierte en gas carbónico, como ocurre en toda combustión del carbono" (Giordan, et al. 1988).

Diferentes investigadores de la época realizaron estudios desde muy diversas perspectivas con el propósito de comprender lo sucedido en la respiración. Se destacan entre otros, según Giordan 1988, los trabajos encaminados a evaluar la relación entre el O₂ entrante y el CO₂ saliente, (Allen y Peppys, Dulong, Desprez); los orientados a buscar los componentes de la sangre que intervienen en la oxidación, (Berzelius, Liebig); y los centrados en nuevas mediciones termodinámicas que sentaron las bases para el estudio del metabolismo realizados entre los años 1820 y 1850. Sólo a finales del siglo XIX con el desarrollo de la segunda ley de la termodinámica y los conceptos de entropía y entalpia (Clausius, Kelvin, 1850-1852), de la termodinámica aplicada a la química (Gibbs, Helmholtz, 1847) y de la calorimetría (Thomson, 1875; Berthelot, 1881; Rubner, 1894), se logra medir la producción de calor considerando la relación entre el carbono y el hidrógeno intercambiados en la respiración.

Son importantes los aportes de Galeno quien estudia aspectos anatómicos del pulmón y del corazón, además de estudiar la mecánica respiratoria. Llegó a concluir que las funciones de la respiración son: la refrigeración del cuerpo, producir el aliento vital y el calor interno, lo cual sucede en el corazón, y eliminar del cuerpo productos fuliginosos gracias a lo cual no se extingue la combustión. Las ideas de Galeno se imponen hasta el siglo XVII y XVIII. (ver figura 3. 3).

No obstante diferentes descripciones de la respiración realizadas a partir de estudios morfológicos del pulmón y del sistema circulatorio adelantadas en los siglos XV y XVI, las interpretaciones se realizaban desde el marco galénico. Sólo con los postulados de Vesalio, quien pone en duda la existencia de poros en el tabique interventricular propuestos por Galeno, de Malpighi, quien centró la

atención en la microestructura de los pulmones y en los mecanismos de intercambio de gases, y de Hooke, quien consideró que no existía aire en las venas pulmonares, se empieza a desplazar la idea del fuego interior y del aliento vital; toman así fuerza los mecanismos de ventilación y la transformación del aire una vez es respirado, (Giordan et al. 1988).

Durante el siglo XVII los científicos se ocuparon de estudiar si la sangre sufría transformaciones a su paso por los pulmones, y de ser así cuáles eran las relaciones entre estas transformaciones y su movimiento. Dentro de los fenómenos más estudiados relacionados con lo anterior se destaca el cambio de color de la sangre, el cual según van Helmont se debía a la fermentación sufrida por ésta en el ventrículo izquierdo.



Figura 3. 3: Evolución de las ideas respecto del campo conceptual de la respiración hasta el siglo XVII.

Hasta finales del siglo XVIII se mantienen las ideas de Mayow, quien propone un sistema por el cual el aire transmite a la sangre una sustancia responsable del cambio de color y de la producción de calor, según Mayow, estas partículas desaparecen en la medida en que son consumidas, y es necesario un nuevo paso por los pulmones para que la sangre pueda re-oxigenarse.

Con los aportes de Priestley se propone un nuevo modelo en el que la sangre llega a los pulmones cargada de flogisto y sale desflogisticada. Según él, la espiración elimina el exceso de flogisto y la respiración flogistiza el aire y lo hace irrespirable al tiempo que produce aire fijo. Se llega de esta forma a aceptar que la respiración ejerce "una acción evidente sobre el aire de la atmósfera, que

disminuye de volumen, que cambia de naturaleza y que en un intervalo de tiempo bastante breve, el fluido que sirve para esta función pierde la propiedad de mantener la vida de los animales", (Giordan et al. 1988).

Frente a las interpretaciones de la respiración en términos vitalistas, Lavoisier, Laplace y Seguin, proponen una perspectiva determinista. Con este propósito se adelantaron estudios calorimétricos sobre la respiración cuyas conclusiones se orientaban a considerar la respiración como una combustión muy lenta producida en el interior de los pulmones.

"la respiración es una combustión lenta de una porción de carbono que contiene la sangre, y que el calor animal lo mantiene una porción de calórico que se desprende cuando el aire vital de la atmósfera se convierte en gas carbónico, como ocurre en toda combustión del carbono" (Lavoisier, 1777, citado por Giordan, et al 1988).

Considerar la respiración como una combustión condujo a los investigadores de la época a nuevos problemas importantes en cuanto al estudio de las concentraciones del O₂ y CO₂ en el aire inspirado y espirado, al estudio de los compuestos de la sangre que participan en la oxidación y a estudios termodinámicos con que permitieron determinar que el calor producido por el animal era igual al calor de combustión de los elementos.

A finales del siglo XIX con el descubrimiento de las mitocondrias, los citocromos y los estudios metabólicos, se llegó a diferenciar entre respiración y combustión. A principios del siglo XX con el descubrimiento de las deshidrogenasas, las enzimas respiratorias, la glucólisis, el ciclo de Krebs y el ciclo del ATP, se llega a proponer un modelo para la respiración a nivel molecular. La última fase en el desarrollo de los conceptos de la bioenergética se dan a nivel ultraestructural con el planteamiento de la teoría quimiosmótica, (ver figura 4).

ANEXO 5. LECTURA VENTILACIÓN MECÁNICA

CAPÍTULO 1

Historia y evolución de la ventilación mecánica

I. Casabona, R. Santos y M. Lillo



OBJETIVOS

- Realizar una breve revisión histórica de la ventilación mecánica remarcando los principales avances en este campo.
- Conocer las principales complicaciones en los pacientes sometidos a ventilación mecánica invasiva que constituyen una importante fuente de morbilidad y mortalidad.



RESUMEN CONCEPTUAL

Respirar resulta fundamental para la vida, pero este acto puede verse interrumpido de múltiples formas. Sin embargo, el cese de la respiración no siempre va unido a un fatal desenlace para el paciente; esto es debido a la capacidad de generar una respiración artificial.

A través de la primera parte de este capítulo se realizará un breve recorrido por la historia y los principales avances en este campo.

La ventilación mecánica invasiva constituye una importante herramienta en el tratamiento de los pacientes en situación de insuficiencia respiratoria. Tal utilidad la convierte en uno de los principales métodos de soporte de las funciones respiratorias y cardíacas; sin embargo, su aplicación no está exenta de riesgos ni de efectos potencialmente letales. La ventilación mecánica invasiva constituye una importante fuente de complicaciones en los pacientes que se someten a la terapia, constituyendo así una importante fuente de morbilidad y mortalidad, como se expondrá en la segunda parte de este capítulo.

CONTENIDO

Introducción

Historia de la ventilación mecánica

Evolución de la ventilación mecánica

INTRODUCCIÓN

El simple hecho de respirar resulta fundamental para la vida, pero este hecho puede verse interrumpido de múltiples formas. No obstante, como ya se ha comentado, el cese de la respiración no siempre va unido a un fatal desenlace para el paciente, gracias a la capacidad de generar una respiración artificial. En su intento de supervivencia, la humanidad ha ido aunando esfuerzos por preservar la función respiratoria, desde el antiguo Egipto hasta la historia contemporánea. A través de este capítulo se realizará un recorrido por los principales avances en este campo, muy unidos a la anatomía, la química y la fisiología.

ANEXO 6. FORMATO ARGUMENTACIÓN EN VENTILACIÓN MECÁNICA

Problemas de la ventilación mecánica	Posibles soluciones desde el que hacer del terapeuta	Argumente porque sería efectiva la solución