



**NIVELES ARGUMENTATIVOS Y MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LA  
SÍNTESIS DE PROTEÍNAS**

AUTORA  
SOL ÁNGELA OJEDA HOLGUÍN

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

2019

**NIVELES ARGUMENTATIVOS Y MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LA  
SÍNTESIS DE PROTEÍNAS**

Autor

SOL ÁNGELA OJEDA HOLGUÍN

Proyecto de grado para optar al título de Magister En Enseñanza De Las Ciencias

Asesora

MG. YESENIA QUICENO SERNA

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

2019

## **AGRADECIMIENTOS**

Manifiesto mis más sinceros agradecimientos a Dios por iluminar siempre mi camino y permitirme alcanzar un nuevo logro.

A mi madre por apoyarme e impulsarme a salir adelante en lo que me propongo y no desfallecer ante las dificultades.

A mi familia, por su paciencia, cariño, apoyo incondicional y soporte en los momentos difíciles.

A la profe Yesenia Quiceno, asesora del presente proyecto, por su valioso acompañamiento, apoyo constante y sabia orientación.

A todos los docentes de la Maestría en enseñanza de las ciencias, porque a partir de sus enseñanzas y conocimiento cambie el chip de mi práctica docente.

A los estudiantes de grado 9-1 de la Institución Educativa Centauros porque a partir de su conocimiento, experiencias y participación pude realizar este trabajo de investigación.

## RESUMEN

El objetivo central de la presente investigación fue comprender cómo aporta la argumentación a la transformación de modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas; para esto, se tuvo en cuenta la escala de niveles argumentativos de Erduran, Simon y Osborne (2004) y los modelos explicativos obtenidos a partir de la investigación. El estudio es de tipo cualitativo interpretativo con enfoque estudio de caso, desarrollándose la propuesta en 4 fases: proceso de construcción y estructuración del proyecto, diseño de la unidad didáctica, recolección de la información y el análisis de los resultados obtenidos.

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Centauros, ubicada en el municipio de Villavicencio y se desarrolló con estudiantes de noveno grado, cuyas edades oscilaban entre los 14 y 17 años. Una vez analizados los resultados se obtienen los modelos explicativos para síntesis de proteínas: modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, modelo asociado a los órganos, modelo incompleto y finalmente el modelo celular – molecular y se observa en tres de los cuatro casos seleccionados el cambio en el nivel argumentativo y movilización del modelo explicativo inicial al modelo celular – molecular.

De este trabajo se concluye la importancia que tuvo la implementación de la unidad didáctica “*tu cuerpo y las proteínas*” para promover la argumentación en el aula y la elaboración de argumentos más completos y coherentes que incluían conceptos propios de las ciencias naturales, acercando al estudiante al uso del lenguaje científico escolar, en este caso la síntesis de proteínas.

**PALABRAS CLAVE:** Argumentación, Niveles Argumentativos, Modelos explicativos y Síntesis de proteínas.

## ABSTRAC

The main objective of the present investigation was understanding how the argumentation contributes to the transformation of explanatory models about the protein synthesis, for this work, were taken into account; the scale of argumentative levels of Erduran, Simon and Osborne (2004) and the explanatory models obtained from the investigation. The study is interpretative qualitative type with a case study approach. The proposal has been developing in four phases: project construction and structuring process, design the teaching unit, information gathering and the analysis of the obtained results.

The research has been made at Centauros school, located in the municipality of Villavicencio and the study population corresponds to ninth grade students whose ages are between 14 and 17 years old. Once analyzed the results, exploratory models are obtained for protein synthesis: model of obtaining protein from food, model associated with organs, incomplete model and finally the cell – molecular model and three of the four selected cases change in the level of argument and mobilization of the initial explanatory model to the cell – molecular model.

The importance of the implementation of the didactic unit is concluded *your body and proteins* to promote argumentation in the classroom and the elaboration of more complete and coherent arguments which included concepts typical of the natural sciences, bringing the student closer to the use of scientific language school, in this case, the protein synthesis.

**Keywords:** Argumentation, Explanatory models and Protein synthesis.

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>13</b>
2.1	ARGUMENTACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES	13
2.2	ARGUMENTACIÓN Y MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES	14
2.3	MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES	15
2.4	LA ENSEÑANZA DE LAS PROTEÍNAS EN EL AULA	16
<b>3</b>	<b>ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>REFERENTE TEÓRICO</b>	<b>22</b>
5.1	MODELOS EXPLICATIVOS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS	22
5.2	SOBRE LA ARGUMENTACIÓN EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE	25
5.2.1	La Argumentación Y El Argumento	25
5.2.2	La perspectiva de stephen toulmin, como vía para incentivar la argumentación en la clase de ciencias naturales.	28
5.3	RECONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE PROTEÍNA	31
5.3.1	Algunos Apuntes Sobre El Hallazgo De Las Proteínas	31
5.3.2	Sobre El Proceso De La Síntesis De Proteínas En Medio Natural	34
<b>6</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>38</b>
6.1	OBJETIVO GENERAL	38
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
<b>7</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>39</b>
7.1	TIPO DE ESTUDIO	39
7.2	CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES	40
7.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
7.3.1	Fase 1. Proceso de construcción del proyecto de investigación	42
7.3.2	Fase 2. Diseño de la Unidad Didáctica	42
7.3.3	Fase 3. Recolección de la información	44
7.3.4	Fase 4. Análisis y triangulación de la información	46
7.4	DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	48
<b>8</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>50</b>
8.1	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS	51

8.1.1	Modelo De Obtención De Proteínas A Partir De Los Alimentos.	52
8.1.2	Modelo Asociado A Los Órganos	54
8.1.3	Modelo Incompleto	57
8.1.4	Modelo Celular – Molecular	59
8.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS. LOS CASOS DE ALICIA, MARCELA, HUGO E ISABEL.	61
8.2.1	Caso 1. Alicia	62
8.2.2	Caso 2. Marcela	70
8.2.3	Caso 3. Hugo	77
8.2.4	Caso 4. Isabel	84
8.3	POSIBLE APORTE DE LA ARGUMENTACIÓN A LA TRANSFORMACIÓN DE MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	89
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>92</b>
<b>10</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>94</b>
<b>11</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>95</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre modelos mentales y conceptuales .....	24
Tabla 2. Niveles argumentativos de Erduran, Simon y Osborne (2004).....	30
Tabla 3. Relación entre la unidad didáctica, técnicas e instrumentos y objetivos de investigación.....	45
Tabla 4. Matriz de datos. ....	47
Tabla 5. Matriz diseño metodológico. ....	49
Tabla 6. Códigos asignados a las unidades de contexto (fuentes de información). ....	50
Tabla 7. Modelos explicativos para síntesis de proteínas.....	51
Tabla 8. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos.....	52
Tabla 9. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo asociado a los órganos. ....	55
Tabla 10. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo incompleto. ....	57
Tabla 11. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo científico .....	59
Tabla 12. Características de los participantes.....	61
Tabla 13. Rangos para la hemofilia .....	75

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema argumentativo de Toulmin. ....	28
Figura 2. Replicación del ADN. ....	35
Figura 3. Transcripción de ADN a ARNm. ....	35
Figura 4. Iniciación de la Proteína. ....	36
Figura 5. Elongación de la cadena polipeptídica. ....	37
Figura 6. Terminación de la proteína. ....	37
Figura 7. Diseño metodológico. Elaboración propia. ....	39
Figura 8. Estructura de la unidad didáctica. Elaboración propia basada en el ciclo didáctico propuesto por Jorba y Sanmartí (1995). ....	43
Figura 9. Recolección y tratamiento de datos según Creswell (2010) y Hernández et al, (2014). ....	47
Figura 10. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos. ....	54
Figura 11. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo asociado a los órganos. ....	56
Figura 12. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo ....	58
Figura 13. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo científico. ....	60
Figura 14. Secuencia en desorden de la síntesis de proteínas. ....	66
Figura 15. Proceso de Alicia durante la intervención didáctica. ....	69
Figura 16. Proceso de Marcela durante la intervención didáctica. ....	76
Figura 17. Representación Hugo, pregunta 6 CE1 ....	78
Figura 18. Representación Hugo pregunta 1 CE1 ....	78
Figura 19. Proceso de Hugo durante la intervención didáctica ....	83
Figura 20. Proceso de Isabel durante la intervención didáctica ....	88
Figura 21. Comparación momento inicial y final participantes. ....	90

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado .....	102
Anexo 2. Instrumento de explicitación de modelos iniciales .....	104
Anexo 3. Formato notas de campo .....	107
Anexo 4. Unidad didáctica “ <i>Tu cuerpo y las proteínas</i> ” .....	108

## 1 PRESENTACIÓN

En los últimos años la argumentación ha ocupado un lugar importante en el campo de la didáctica de las ciencias naturales (Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2007, citado en Buitrago, Mejía y Hernández, 2013 y Pinochet, 2015) y se considera fundamental en la comprensión significativa de los conceptos trabajados en el aula (Ruiz, Tamayo y Márquez, 2015). En cuanto a los modelos explicativos, se constituyen en una estrategia para identificar los obstáculos de aprendizaje que pueden presentar los estudiantes (Orrego, Tamayo y Ruiz, 2016) y a partir de la identificación de estos, favorecer la reflexión sobre el aprendizaje, llevando a que los estudiantes sean más activos con el fin de promover competencias científicas, relacionadas con el pensamiento crítico (Arzola, Muñoz, Rodríguez y Camacho, 2011).

Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó el presente proyecto y se buscaron los antecedentes de mayor relevancia para esta investigación que estuvieran relacionados con la argumentación, los modelos explicativos y la enseñanza de la síntesis de proteínas en el aula (Castillo, 2018, Trujillo, 2018 y Ordoñez, 2018), para comprender cómo aporta la argumentación a la transformación de modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas.

En cuanto a las bases teóricas, se toma la perspectiva de Stephen Toulmin (2003) y los niveles de argumentación de Erduran, Simon y Osborne (2004), ya que ofrecen la posibilidad de identificar la estructura de los argumentos que los estudiantes construyen y reconocer la importancia de éstos en el aprendizaje; los modelos explicativos se abordan desde la perspectiva de Orrego, López y Tamayo (2013) y Justi y Gilbert, (1999) citados por Felipe, Gallarreta y Merino (2005), entendiendo que un modelo explicativo surge del modelo mental que tiene un sujeto respecto a un conocimiento, experiencia o idea y que al plasmarlo de forma escrita, gráfica o verbal se convierte en un modelo explicativo.

El diseño metodológico se sitúa en un paradigma cualitativo (Rodríguez y Valdeoriola, 2009); de carácter interpretativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) con enfoque estudio de caso intrínseco (Stake, 1999). La investigación se llevó a cabo en la

Institución Educativa Centauros, ubicada en el municipio de Villavicencio, capital del departamento del Meta, Colombia. La población de interés para este estudio correspondió a estudiantes de grado noveno, jornada mañana, cuyas edades oscilan entre los 14 y 17 años. Se aplicó la unidad didáctica sobre la síntesis de proteínas en la totalidad del grupo y a partir de la información aportada por los 47 estudiantes, se identificaron los modelos explicativos sobre el tema de estudio. El estudio de caso se realizó a 4 participantes Alicia, Marcela, Hugo e Isabel, elegidos por su desempeño académico en ciencias naturales, siendo Alicia una estudiante participativa que evidencia desempeño académico de alto a superior, Isabel se caracteriza por su responsabilidad con las actividades académicas e inseguridad al momento de participar en clase, por lo cual presenta un desempeño básico; por su parte Marcela y Hugo presentan dificultades académicas en ciencias naturales, con baja o nula participación y generalmente alcanzan desempeños bajos y en ocasiones básicos.

Finalmente, la estructura del trabajo se desarrolla en 10 capítulos, donde se podrán encontrar apartes como los antecedentes, problema y pregunta de investigación, justificación, referente teórico, metodología, los resultados y discusión, entre otras que orientan el propósito y desarrollo de la investigación.

## 2 ANTECEDENTES

En la búsqueda de los antecedentes se tuvo en cuenta investigaciones que pudieran aportar de alguna manera al presente proyecto y que estuvieran relacionadas con la argumentación en el aula de ciencias naturales, los modelos explicativos y los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre la síntesis de proteínas. El rastreo bibliográfico se realizó a través de bases de datos de revistas en open access, el repositorio de la UAM y a través del buscador de Google académico, en un periodo de 12 años atrás (2007-2019).

A continuación, se presentan brevemente los antecedentes encontrados, agrupados de acuerdo con la temática específica con la que se relaciona en la presente investigación.

### 2.1 ARGUMENTACIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES

Como antecedentes relacionados con argumentación en el aula de ciencias; se tuvo en cuenta las investigaciones de Castaño, Ruiz, y Cadavid (2016) y Pájaro y Trejos (2017) enfocadas en el desarrollo de habilidades y/o competencias argumentativas para el aprendizaje de las ciencias naturales. La investigación de Castaño, Ruiz y Cadavid (2016), brinda información sobre la relación entre el desarrollo de la habilidad argumentativa y el aprendizaje del concepto ciclo del agua, mientras el trabajo de Pájaro y Trejos (2017), pretende establecer relaciones entre el desarrollo de la competencia argumentativa y el aprendizaje del concepto tejido muscular. Cabe señalar que ambas investigaciones se apoyaron en los lineamientos de la investigación cualitativa con profundidad descriptiva.

Los investigadores concluyen que implementar actividades que promuevan la argumentación en el aula de ciencias favorece la comprensión de los conceptos abordados; además Pájaro y Trejos recomiendan identificar las ideas previas de los estudiantes con instrumentos eficientes que permitan identificar los obstáculos de aprendizaje y así mejorar la intencionalidad de la unidad didáctica para minimizar los obstáculos que las ideas alternativas puedan representar.

De igual manera, Betancourt (2018), en su investigación implementa el enfoque cualitativo de investigación y busca promover la habilidad argumentativa en los estudiantes. El autor analiza sus resultados a la luz de la perspectiva propuesta por Weston (2006) e identifica la influencia de la habilidad argumentativa en la evolución conceptual, concluyendo que ésta actúa como una herramienta positiva en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que permite fundamentar posturas más críticas y reflexivas frente a sus propias realidades y recomienda dar continuidad a este tipo de procesos para seguir contribuyendo al aprendizaje en profundidad.

## 2.2 ARGUMENTACIÓN Y MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES

En la consolidación de los antecedentes de la presente investigación, se encuentran también las investigaciones que relacionan dos de los tópicos centrales de este trabajo, la argumentación y los modelos explicativos. En esta línea, las investigaciones de Castillo (2018), Trujillo (2018) y Ordoñez (2018), todas de carácter cualitativo, se enfocan en explorar dicha relación

En su trabajo de investigación, Castillo (2018) concluye que hubo un cambio significativo en los niveles argumentativos y modelos explicativos de los estudiantes luego de la intervención didáctica, para esto, implementó actividades que llevaron a los estudiantes a hacer uso de analogías, análisis de casos, elaboración de mapas conceptuales entre otras, que permitieran la apropiación del concepto. También afirma que, la implementación de unidades didácticas basadas en la argumentación favorece que los estudiantes estructuren de mejor manera sus argumentos de forma oral y escrita; recomienda elaborar unidades didácticas más potentes que promuevan aumentar los niveles argumentativos de los estudiantes hasta los de mayor complejidad y que permitan vencer los obstáculos de aprendizaje identificados.

Trujillo (2018) por su parte, describe la incidencia de la argumentación en el cambio de los modelos explicativos de los estudiantes, resaltando que los procesos argumentativos ofrecen muchas posibilidades para el aprendizaje en el aula. Por su parte, Ordoñez

(2018) concluye que la aplicación de unidades didácticas donde los estudiantes proponen, justifican y explican, promueven cambios positivos en los niveles argumentativos y que, al mejorar el nivel argumentativo, el alumno puede explorar nuevos modelos explicativos y se apropia de ellos. Los autores coinciden en que propuestas de este tipo son acertadas para el aprendizaje en el aula de ciencias.

### 2.3 MODELOS EXPLICATIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES

Sobre los modelos explicativos, se pueden encontrar investigaciones como la de Tamayo, Orrego y Dávila (2014), Camacho, Jara, Morales, Rubio, Muñoz y Rodríguez (2012) y Martínez (2018), todas inscritas igualmente en el paradigma cualitativo.

En el trabajo de Tamayo et al., (2014), los resultados sobre los modelos explicativos realizados por los estudiantes sobre la respiración dan a conocer diferentes tipos de obstáculos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje del concepto; se concluye que la identificación de dichos obstáculos es fundamental como punto de partida para pensar y planear la enseñanza.

Al respecto, la investigación de Camacho, et al., (2012) se focaliza en la identificación de los modelos explicativos sobre el concepto célula eucarionte animal antes y después de la intervención didáctica; los autores consideran que la implementación de la unidad didáctica basada en el modelo cognitivo de la ciencia mejoró significativamente los modelos explicativos de los estudiantes.

Martínez (2018), además de lo expuesto anteriormente, recomienda la implementación de herramientas tecnológicas para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje cuando se hace uso de la argumentación en función de la transformación de los modelos explicativos.

## 2.4 LA ENSEÑANZA DE LAS PROTEÍNAS EN EL AULA

Por otro lado, la enseñanza de las proteínas en el aula de ciencias cuenta con trabajos como los desarrollados por Castellanos (2014), Giraldo (2014), Delgado (2014), Cepeda (2016) y Contreras (2017), todas de corte cualitativo.

En la investigación de Castellanos (2014) se desarrolló una propuesta didáctica en cuatro fases, cuyo propósito fue enseñar con mayor profundidad el papel de las proteínas en la nutrición a estudiantes de grado noveno, décimo y once, entendiendo las proteínas como macromoléculas producidas en el organismo y las obtenidas a partir de los alimentos; la investigación se fundamentó en los parámetros de la pedagogía dialogante, partiendo principalmente de las ideas previas de los estudiantes. El resultado de la investigación dio como producto el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas y una revista digital de corte científico elaborada y editada por los estudiantes.

En esta misma línea, Giraldo (2014) centró su trabajo en identificar las ideas previas para la caracterización de los modelos explicativos de los estudiantes sobre la síntesis de proteínas, para a partir de ellos, plantear actividades que ayudaran a superar obstáculos epistemológicos identificados para la apropiación del concepto. Con el uso del software Atlas-Ti, analizó el discurso escrito y a partir de las ideas previas de los estudiantes, la autora identificó los modelos explicativos “cotidiano y científico”, para dar cuenta de las ideas presentes en los estudiantes.

La autora concluye que, al ser el tema complejo, se identifican varios obstáculos de aprendizaje, como el uso de lenguaje tautológico, dificultad para reconocer estructuras celulares y moleculares, y dificultad en el uso de lenguaje científico relacionado a la síntesis de proteínas entre otros. Afirmo que el componente metacognitivo al igual que la implementación de la unidad didáctica, son esenciales para que los estudiantes puedan superar los obstáculos y se logre un aprendizaje profundo.

Por su parte Delgado (2014), plantea en su proyecto de investigación la enseñanza del ADN y su relación con el ARN y las proteínas, a través de la implementación de herramientas tecnológicas principalmente la plataforma de aprendizaje Moodle y el modelo de mini proyectos, con el fin de superar las dificultades observadas a partir de la

experiencia docente en la enseñanza de este tema y promover la formación del pensamiento científico. La autora concluye que el diseño de herramientas didácticas apoyadas en las Tic, facilitan los procesos de enseñanza – aprendizaje en temas de gran complejidad como este, aunque se hace necesario que estudiantes y docentes estén capacitados para el manejo adecuado de las diferentes herramientas tecnológicas.

En cuanto al trabajo por mini proyectos, afirma que fomenta el auto aprendizaje, trabajo en equipo, capacidad argumentativa e investigativa respecto al tema, ya que, al ser actividades cortas y concretas, que involucran el contexto del estudiante, no dan paso a confusiones por parte de estos.

En cuanto a la investigación de Cepeda (2016), se enfoca en la elaboración de material lúdico – didáctico que les permita a los estudiantes comprender integralmente la síntesis de proteínas a través del juego, ya que la autora considera que al ser un tema de tal importancia adolece de material lúdico para su enseñanza.

Como producto obtiene un juego llamado “Camino hacia las proteínas” y concluye que la estructura del juego permite organizar paso a paso el proceso y esto facilita la comprensión y aprendizaje de los estudiantes respecto a la síntesis de proteínas; además el trabajo en equipo permite mayor apoyo, se facilita la retroalimentación y se genera una mejor apropiación del tema. Recomienda hacer una actividad donde se profundice sobre los organelos celulares y su función en la síntesis de proteínas.

Contreras (2017) plantea en su investigación la implementación de una secuencia didáctica que promueva el aprendizaje de la síntesis de proteínas; para ello, parte de las dificultades que presentan los estudiantes respecto al tema y evalúa la influencia de la secuencia en el aprendizaje de los estudiantes.

La autora concluye que la prueba diagnóstica es importante, ya que permite identificar los obstáculos presentados por los estudiantes como el manejo de conceptos científicos aislados, el desconocimiento de la síntesis de proteínas como un proceso celular y la relación que hacen los estudiantes de las proteínas con los alimentos. En la secuencia

didáctica plantea actividades lúdicas como la elaboración de la cadena de ADN humana, proyección de videos y trabajo con fichas en cartulina entre otras; manifestando que este tipo de actividades promueven el trabajo colaborativo e involucran al estudiante en su proceso de formación.

En este orden de ideas, afirma que el diseño e implementación de la secuencia didáctica permitió la movilización de saberes de los estudiantes hacia el reconocimiento y funciones de las estructuras celulares involucradas en el proceso y por ende a mejorar la explicación de los fenómenos relacionados con la síntesis de proteínas.

### 3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A partir de la experiencia docente en el aula de ciencias naturales de la Institución Educativa Centauros, se hace evidente que los procesos de enseñanza y aprendizaje generalmente se centran en la memorización de contenidos específicos por parte de los estudiantes. Como consecuencia de tal situación, se presentan casos en los que la inmediatez de los conocimientos aprendidos es para las evaluaciones únicamente; hay ausencia de las relaciones causales en los procesos biológicos, situación que es notoria en la participación de los estudiantes y su baja capacidad para argumentar y sustentar su postura sobre los contenidos básicos abordados.

Sumado a esto, la falta de articulación que existe en la enseñanza de la síntesis de proteínas con la argumentación y los modelos explicativos genera que los estudiantes tiendan a conocer el proceso bioquímico para la inmediatez de la clase y lo que se busca es que vayan más allá, encuentren, aprendan y argumenten la relación entre los genes, las proteínas, su formación y el funcionamiento de su propio organismo; temática que por tener un alto nivel de complejidad, se dificulta su comprensión por parte de los estudiantes lo que coincide con lo expresado por Contreras (2017), Cepeda (2016) y Delgado (2014) en sus trabajos de investigación.

Lo anterior, se asocia también a otras situaciones que limitan el desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase, entre ellos, falta de conocimiento y capacitación de los docentes y las actividades extra asignadas, el déficit de la infraestructura y carencia de recursos como aulas especializadas, insuficiencia de materiales didácticos, biblioteca y acceso a internet, además de un contexto social con dificultades que involucran, falta de acompañamiento por parte de padres o acudientes, violencia intrafamiliar y abandono infantil entre otras.

Teniendo en cuenta lo expuesto, este proyecto se plantea como pregunta de investigación *¿Cómo aporta la argumentación a la transformación de modelos explicativos de los estudiantes sobre la síntesis de proteínas?*

## 4 JUSTIFICACIÓN

Teniendo en cuenta la problemática planteada, se hace necesario iniciar un cambio en la práctica docente de ciencias naturales en la Institución Educativa Centauros que promueva la argumentación, pues “La tarea didáctica ya no consiste sólo en enseñar, sino en crear las condiciones para que los alumnos aprendan” (Mallart, 2001, en Sepúlveda y Rajadell, 2001, p.18). Es aquí donde se convierte en un reto para los docentes, la generación de esas condiciones donde no solo contemplen los intereses, motivación y presaberes de los estudiantes, sino también el contexto que los rodea para promover su formación integral.

En este orden de ideas, desarrollar en los estudiantes la argumentación es clave, ya que promueve la participación y el contraste de los diferentes puntos de vista, con el fin de comunicarse y llegar a compartir ideas (Jorba, Gómez y Prat, 2000), las cuales, pueden favorecer la transformación de los modelos explicativos iniciales a modelos más acordes al conocimiento científico actual; esto no solo ayudará al aprendizaje, también permitirá a los estudiantes analizar y resolver situaciones de la vida cotidiana, puesto que como lo menciona Chamizo (2007, p.136) “hay que enseñar a los alumnos a argumentar de manera competente, para ello hay que proporcionarles las herramientas y la práctica necesaria para que puedan hacerlo”.

Al abordar el tema síntesis de proteínas en el aula, se debe tener en cuenta que este no solo hace referencia a la formación de los polipéptidos en el ribosoma, ya que es esencial la preparación y formación de moléculas implicadas para que el proceso suceda, y la finalidad de este, da respuesta a la necesidad de casi todos los procesos biológicos realizados en el organismo (Jiménez y Merchant, 2003). Por lo anterior, se podría afirmar que abordar un tema como la síntesis de proteínas permite “la construcción de una red de relaciones entre conceptos de menor alcance (...)” (Merino, 1998, citada en Galfrascoli, 2015, p.186), ya que se involucra el ADN, el ARN, organelos como el núcleo celular, el citoplasma, ribosoma, además de diversas enzimas que participan en el proceso y la función biológica de la proteína formada, lo que

convierte éste, en un concepto de gran importancia, ya que posibilita “construir redes y entramados conceptuales en los que la nueva información sería más fácilmente asimilable [por los estudiantes]” (Galfrascoli, 2015, p. 186).

Sumado a esto, el concepto síntesis de proteínas se encuentra relacionado como tema básico de aprendizaje en los DBA de ciencias naturales de grado noveno (MEN, 2016), y los estándares de ciencias naturales (MEN, 2014) enfatizan en la relación de los genes, las proteínas y las funciones celulares, nivel que se puede abordar con el concepto escogido; además, no hay que dejar de lado el plan de estudios de ciencias naturales de la Institución Educativa Centauros que integra este tema en grado noveno, basados en los estándares y DBA anteriormente citados.

## 5 REFERENTE TEÓRICO

En la reconstrucción teórica que sustenta el presente trabajo, se realiza un recorrido por las categorías centrales que orientan la pregunta y los objetivos de investigación: los modelos explicativos y la argumentación en la clase de ciencias. Aquí se visualizan las posturas de algunos autores que son relevantes en la discusión de estas temáticas y se asumen los referentes teóricos que orientan la investigación.

### 5.1 MODELOS EXPLICATIVOS EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Al indagar en la literatura sobre el concepto de “modelo explicativo” se encuentra que no se dispone de amplio material bibliográfico que aborde explícitamente este asunto. Para definir qué es un modelo explicativo, los autores revisados (Bahamonde, 2006; Arzola, Muñoz, Rodríguez y Camacho, 2011 y Camacho et al., 2012) consideran necesario identificar inicialmente, ¿qué es un modelo?, ¿qué es modelo mental? y cómo se llega a la construcción de modelos conceptuales en el aula de clase.

El concepto “modelo”, según Concari (2001), hace referencia a una aproximación por lo general incompleta e inexacta, de una cosa o evento, debido a que la complejidad de las situaciones supera con frecuencia la comprensión del individuo, ya sea por desconocimiento o por falta de información que respalde y complemente sus saberes previos.

Dentro de lo que se considera un modelo, se encuentran los modelos mentales, definidos por Moreira (1999) como “(...) una representación interna de informaciones que corresponde análogamente a aquello que se está representando” (p.3) los cuales corresponden a lo que “(...) las personas realmente tienen en sus cabezas y lo que guía el uso que hacen de las cosas” (p. 5). Orrego, Tamayo y Ruiz (2016), manifiestan sobre los modelos mentales que éstos “son dinámicos, incompletos, inespecíficos, parsimoniosos y evolucionan permanentemente al interactuar con el contexto” (p. 59).

Podemos entender entonces que los modelos mentales se refieren a cualquier representación que realiza un sujeto con el fin de comprender algún proceso, realidad,

fenómeno o concepto, del mundo que lo rodea. Su importancia radica en que los sujetos integran la información obtenida a través de los sentidos con sus conocimientos previos, las ideas y la experiencia, construyendo sus propias representaciones sobre una realidad externa que siempre está en constante cambio (Orrego, et al, 2016).

Según la perspectiva de Johnson-Laird, el modelo mental:

Se basa en tres ideas centrales: a) un modelo mental representa el referente de un discurso, esto es, la situación que el discurso describe; b) la representación lingüística inicial de un discurso captura el significado de ese discurso, o sea, el conjunto total de situaciones que puede describir; y c) un discurso es juzgado como cierto si incluye como mínimo un modelo del mundo real. Para este autor, los modelos mentales son representaciones psicológicas que tienen alguna relación estructural con lo que ellos representan. (Orrego, et al., 2013, p. 82)

Ahora bien, al hablar del devenir de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se menciona un tránsito de los modelos iniciales construidos por los estudiantes (algunos arraigados a concepciones alternativas sobre los fenómenos estudiados) hacia los modelos conceptuales propios del campo de las ciencias. En este sentido, se entienden los modelos conceptuales, como una representación externa elaborada y compartida por investigadores de una comunidad científica consciente del conocimiento en un lugar y época determinada; esto con el fin de dar a conocer y facilitar la comprensión de los fenómenos, objetos o situaciones reales.

Así, se puede señalar que la diferencia entre un modelo conceptual y un modelo mental es que “los modelos conceptuales son instrumentos de enseñanza y los modelos mentales son instrumentos de aprendizaje” (Orrego, et al., 2016, p.63).

Algunas de las diferencias entre estos dos modelos se pueden observar en la tabla 1.

**Tabla 1.** Comparación entre modelos mentales y conceptuales

<b>Modelos mentales</b>	<b>Modelos conceptuales</b>
Son incompletos e idiosincrásicos	Inventados por investigadores, ingenieros, profesores..., para facilitar la comprensión y enseñanza de sistemas físicos, fenómenos...
No tienen que ser técnicamente precisos	
Deben ser funcionales	Herramientas para la comprensión - enseñanza
Evolucionan naturalmente	Son representaciones externas compartidas por una comunidad
Son revisados recursivamente	
Limitados por conocimientos, experiencias previas y por la estructura del procesamiento de la información	Son representaciones simplificadas e idealizadas de objetos-fenómenos
Limitantes en su ejecución	Son precisos, incompletos y consistentes con el conocimiento científico aceptado
Son parsimoniosos	

Fuente: Orrego, Tamayo y Ruiz (2016)

Ahora bien, los modelos explicativos según Orrego, et al (2013) “son invenciones que aportan nuevos términos teóricos e imágenes, las cuales son parte de las visiones científicas del mundo” (p.82). Por su parte para Justi y Gilbert, (1999) citados en Felipe, Gallarreta y Merino (2005) éstos corresponden a “aquellos que son colocados por un individuo en el dominio público a través de alguna forma de expresión (por ej: discurso, escritura)” (p.3). Con base en lo anterior podemos decir que un modelo explicativo surge del modelo mental que tiene un sujeto respecto a un conocimiento, experiencia o idea y que al plasmarlo de forma escrita, gráfica o verbal se convierte en un modelo explicativo.

Por ende, se puede decir que el uso de los modelos “(...) se constituye en una estrategia para la cualificación de la enseñanza de las ciencias, la cual podría potenciarse a través de la identificación de los obstáculos frente al aprendizaje” (Orrego, et al, 2016, p.60); por esto, la implementación de los modelos explicativos en el aula, genera que los estudiantes sean “activos en el proceso de aprendizaje y en la construcción de su propio conocimiento, de esta manera sus modelos están en constante proceso de elaboración y resignificación” (Arzola, et al., 2011, p.8). Además, promueve el desarrollo de “competencias científicas relacionadas con la indagación, el pensamiento crítico y reflexivo del estudiantado frente a su propio entorno” (Arzola et al., 2011, p.9).

Finalmente, las definiciones expuestas sobre los modelos explicativos son el resultado de un proceso mental y su aplicación en el aula de ciencias busca “que los alumnos construyan modelos explicativos dinámicos y de distintos niveles de complejidad y que sepan utilizarlos adecuadamente, según el objetivo y el tipo de situación problemática (práctica, teórica) a la que se enfrentan” (Bahamonde, 2006, p.23). Y es justamente en este proceso de construcción, modificación o ampliación de dichos modelos, donde la inclusión y potencialización de los procesos argumentativos en los estudiantes puede favorecer un acercamiento hacia la comprensión de los modelos conceptuales propuestos en el campo de las ciencias naturales.

## 5.2 SOBRE LA ARGUMENTACIÓN EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

### 5.2.1 La Argumentación Y El Argumento

“Argumentación” y “argumento” son dos términos que han sido definidos desde diversos campos del conocimiento y por distintos autores. Uno de ellos es Perelman (1989), quien propone un tipo de argumentación cuyo fin es lograr la adhesión de los individuos a una determinada tesis (idea). Este proceso de adhesión obedece a una serie de técnicas discursivas que dejan de lado los juicios de valor que obedecen a una aparente coherencia entre las premisas, para adentrarse en el mundo de lo plausible y probable. De ahí que el autor haga énfasis en los niveles de aceptación de las tesis, ya que dependen de la eficacia del proceso argumentativo, del empleo del lenguaje y sus ambigüedades, la relación del locutor con su auditorio y la existencia de una comunidad capaz de comprender los temas abordados (comunidad científica, académica, familiar, etc.).

Para Perelman (1989),

Una argumentación eficaz es la que consigue aumentar esta intensidad de adhesión de manera que desencadene en los oyentes la acción prevista (acción positiva o abstención), o, al menos, que cree en ellos, una predisposición, que se manifestará en el momento oportuno. (p. 91)

La argumentación acertada es entonces, una forma de la retórica en la que persuadir y convencer al interlocutor son los objetivos primordiales del ejercicio argumentativo. Sin embargo, este no es el único aporte del autor al campo de la argumentación, pues en su tratado reconoce que, mediante dicho ejercicio, es posible llegar a conclusiones distintas e incluso opuestas debido al carácter dialógico del proceso. Es decir, se rechaza la idea de una verdad absoluta y se le da paso a la certeza plausible; una construcción que, si bien depende en su mayoría del locutor, también admite los aportes del auditorio igualmente conocedor del mundo y sus realidades (Perelman, 1989).

Por su parte, Van Dijk (1992) concibe la argumentación como un proceso mediante el cual se construyen textos, con el fin de convencer y persuadir a determinado interlocutor de la verdad de la afirmación. Para el autor, la construcción de estos textos obedece a la superestructura que establece el orden global de un texto a partir de categorías determinadas, capaces de caracterizar la producción, y sugerir la correcta y más adecuada forma de construirlos.

Para este autor, “argumento” es el nombre que recibe la estructura argumentativa, compuesto por una base de legitimidad, la cual permite establecer relaciones entre conclusiones, condiciones gramaticales y circunstancias. Afirma también que el argumento varía de acuerdo con la situación en la que sea creado, pues el contexto influye de manera directa en los elementos de este. Al respecto, Van Dijk (1992) menciona que “el tipo de argumentación también depende del contexto institucional de la demostración. Puesto que en la vida cotidiana y el lenguaje familiar (...), simplemente bastaría una relación superficial o general de las circunstancias condicionantes” (p.161).

Esta influencia del contexto en que se producen los argumentos tal vez es uno de los aportes más significativos de Van Dijk, ya que permite comprender la argumentación desde una perspectiva discursiva más amplia determinada por las necesidades y el entorno comunicativo de los sujetos.

Ahora bien, Toulmin (2003) en su texto *The Uses of Argument* estudia la argumentación partiendo de la formalidad y la lógica. Como es mencionado por Buitrago, Mejía, y Hernández (2013, p.22) “esta alternativa argumentativa ha sido denominada “La argumentación como operación intelectual”, pues sitúa la racionalidad en la estructura del esquema”.

Osborne (2012, citado en Buitrago et al., 2013) se refiere al concepto de argumento para Toulmin, en donde éste es una afirmación construida y fundamentada sobre una serie de datos que están vinculados por las relaciones lógicas que establecen entre sí, siendo el contraargumento una parte esencial del mismo debido a su capacidad para generar grados de probabilidad. Asimismo, agrega que, la articulación de los elementos mencionados anteriormente es dada por la garantía, con la cual se puede justificar la importancia de la prueba.

Por otro lado, Osborne, et al., 2004, (citados en Pinochet, 2015) establecen las siguientes definiciones. Estos autores entienden el argumento como “el discurso que un estudiante o un grupo de estudiantes produce cuando debe articular o justificar sus conclusiones o explicaciones; mientras que la argumentación alude al proceso de elaboración de esos discursos” (Pinochet, 2015, p. 310).

Ahora bien, frente a lo que se entiende por argumentación, Ruiz, Tamayo y Márquez (2015) plantean que es:

Un proceso dialógico y una herramienta fundamental para la co-construcción de comprensiones más significativas de los conceptos abordados en el aula. Por ello, es una de las competencias que debe asumirse de manera explícita en los procesos de enseñanza y aprendizaje. (p. 629)

De este modo, según las perspectivas de los autores referenciados, la argumentación es vista entonces como una habilidad importante en el proceso de adquisición de conocimientos. Se convierte en una herramienta vital a la hora de potenciar las demás competencias básicas de los estudiantes, como las comunicativas y científicas, debido a que la argumentación como estrategia de apropiación de los conocimientos es

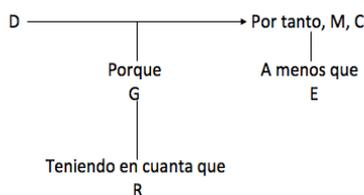
transversal a cualquier campo del conocimiento. De ahí que promover su implementación resulte fundamental para este proyecto, pues la capacidad de crear comprensiones más significativas permite que los contenidos se conviertan en aprendizajes para la vida y no permanezcan o sean reducidos a la inmediatez de la clase.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta las consideraciones de autores que trabajan con el enfoque de Toulmin, la presente investigación toma dicha perspectiva debido a la concepción del término argumentación como una herramienta y proceso susceptible al mejoramiento a través de estrategias diversas. En este sentido, el modelo de Toulmin ofrece la posibilidad de identificar la estructura de los argumentos que los estudiantes construyen y valorar su transformación en el tiempo. De igual manera, permite reconocer la importancia de este proceso en el aprendizaje de los estudiantes, y profundiza en las implicaciones individuales y colectivas de la argumentación (pensamiento, visión de mundo, apropiación de conceptos y realidades, etc), situación que los dos primeros autores pasaban por alto al resaltar la necesidad de persuadir al interlocutor.

### 5.2.2 La perspectiva de stephen toulmin, como vía para incentivar la argumentación en la clase de ciencias naturales.

El Modelo Argumentativo de Toulmin (Mat) es un patrón general de análisis propuesto con el fin de analizar la composición, viabilidad, validez y/o falencias de un argumento. La particularidad de este esquema consiste en la relación que cada uno de los elementos guarda con el resto de los elementos, pues el objetivo de cada segmento es soportar a otro y así tejer una red que de origen a un argumento. En la gráfica 1 se presenta el modelo de Toulmin:

Figura 1. Esquema argumentativo de Toulmin.



Tomado de Los usos de la argumentación (Toulmin, 2007, P.141).

Los datos (D) son cualquier tipo de información, ejemplos y pruebas perceptibles en la realidad, a partir de los cuales se puede generar alguna afirmación, tesis o postura a comprobar (C).

Por otro lado, las garantías (G) son los *estándares prácticos o cánones de argumentos*, es decir, son los saberes universales y comprobables en la vida cotidiana que sustentan la relación entre los datos y la conclusión. La garantía tiene como fin, además, legitimar las relaciones lógicas que valoran la tesis, de ahí que, junto con los elementos nombrados anteriormente, conformen la base de cualquier argumento. Sin embargo, puede que las garantías no permitan aceptar la información de manera inequívoca, en esos se debe recurrir a los modalizadores (M) o términos que maticen y den a entender algunas excepciones en la afirmación; palabras como «probablemente», «la mayoría», «en algunos casos», etc; son algunos ejemplos.

Las condiciones de refutación (E), también llamadas contraargumento, son “las circunstancias en que la autoridad general de la garantía ha de dejarse a un lado” (Toulmin, 2007, p. 137), esto con el fin de ofrecer un grado de no probabilidad en el que caben distintas opiniones que puedan nutrir el argumento.

Finalmente, las garantías están a su vez fundamentadas en certezas de autoridad y vigencia que soportan la validez de las primeras, estas se denominan respaldo (R), y pueden ser expresadas como enunciados categóricos sobre hechos. El respaldo puede ser la opinión de un experto en el tema, la ley e incluso aquellas creencias cuya aceptación social le confiere autoridad y veracidad. Su rol dentro de la estructura argumentativa es, entonces, garantizar al máximo las garantías que permiten considerar verdadera la conclusión inicialmente propuesta (Toulmin, 2007).

Como se ha visto, cada uno de los elementos del modelo de Toulmin está pensado con el fin de sustentar la función de otros elementos dentro de la composición del argumento. Estas relaciones lógicas permiten que, en este caso, los estudiantes potencien su capacidad de argumentar, pues a partir de un conocimiento cotidiano pueden profundizar en sus conocimientos y comprender en mayor medida la realidad en

la que están inmersos. Por tal razón, este modelo de análisis permite identificar los aciertos y falencias de los niños y niñas a la hora de argumentar, pues de acuerdo con los elementos presentes o ausentes y la relación de coherencia entre ellos, se podrá tener una idea más acertada del estado en que se encuentran.

Bajo esta perspectiva, estudios como los realizados por Erduran, et al, (2004) proponen una escala que permite establecer la calidad de los argumentos que consta de cinco niveles, que van desde el más básico (nivel 1), hasta uno más sofisticado (nivel 5). En la tabla 2 se caracteriza cada uno de los niveles, con algunos ajustes para el presente trabajo:

Tabla 2. Niveles argumentativos de Erduran, Simon y Osborne (2004).

NIVEL	DESCRIPCIÓN
1	La argumentación consiste en argumentos que son solo una simple conclusión o datos, o datos y conclusión.
2	La argumentación tiene argumentos que constan de conclusiones, datos y justificación, o datos y justificación, o conclusión y justificación, pero sin refutación.
3	La argumentación tiene argumentos con una serie de conclusiones, datos o respaldos y justificaciones, con refutación débil ocasional.
4	La argumentación tiene argumentos con una serie de conclusiones o datos, justificaciones o respaldos y garantías con refutación débil ocasional.
5	La argumentación presenta una amplia discusión con más de una refutación.

Existen otras propuestas que también hacen uso del MAT para establecer el nivel argumentativo de los estudiantes. Entre estas propuestas se pueden rastrear las de autores como Kelly y Takao (2002) Sadler y Fowler (2006) y Tamayo (2011).

Para el presente trabajo de investigación, los niveles argumentativos propuestos por Erduran, et al (2004), permiten identificar el nivel de complejidad de los argumentos estructurados por los estudiantes; de ahí que la comprensión de dichos niveles sea fundamental para el desarrollo de la investigación, y se convierten en un paso a paso que permite definir con claridad las estrategias de mejoramiento de la argumentación en los estudiantes.

Por lo anterior, la argumentación juega un papel relevante en el aula, y al estar “asociada a las habilidades comunicativas, está presente en todos contextos de la vida cotidiana” (Monsalve, 2012, p.5), incluido el escolar, y al potenciarla, brinda herramientas a los estudiantes para comprender y expresar de forma más acertada sus planteamientos sobre los conceptos abordados. Por esto, “los estudiantes deben estar preparados para asumir posiciones críticas y con argumentos válidos frente a las diversas temáticas que se desarrollan en el contexto educativo” (Monsalve, 2012, p.7).

### **5.3 RECONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO DE PROTEÍNA**

Morrison y Boyd (1976) afirman que “El nombre proteína proviene de la palabra griega *proteios*, que significa lo primero. Entre todos los compuestos químicos las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes puesto que son las sustancias de la vida” (p. 1160). Constituyen gran parte del organismo, permitiendo su adecuado funcionamiento. “Son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas” (p. 1160).

Las proteínas están formadas por aminoácidos, algunos de ellos esenciales y “describir las funciones de las proteínas equivale a describir en términos moleculares todos los fenómenos biológicos” (Battaner, 2012, p.248). “La diversidad de funciones que desempeñan las proteínas en los seres vivos es en verdad amplia. Prácticamente, toda transacción biológica muestra, a nivel molecular, la intervención de una o más proteínas” (Jiménez y Merchant, 2003, p.43); entre ellos se puede destacar su función en el metabolismo, la inmunidad, formación y composición de tejidos, transporte de sustancias a nivel celular etc.

#### **5.3.1 Algunos Apuntes Sobre El Hallazgo De Las Proteínas**

Las proteínas han sido objeto de estudio y “Hacia 1838 Mulder describió un material presente en todos los seres vivos con características similares a la albumina de huevo” (...), “Mulder considero (acertadamente) que este material era la base de la materia viva y por ello lo denomino (a sugerencia de Berzelius) *proteína*” (Battaner, 2012, p. 237). Años después, en 1864, Hoppe-Seyler purificó en su estado cristalino a la hemoglobina, la proteína de la sangre; para ese entonces la cristalización era considerada como un

proceso que permitía alcanzar el máximo estado de pureza de un compuesto. La hemoglobina cristalina, contenía hierro en proporción ponderal del 0.35%; “dado el peso atómico del hierro (55.8) esto supone para la hemoglobina un peso molecular mínimo alrededor de  $100 \times 55.8 / 3.5 = 15942$  (aprox. 16000), con lo que queda establecido el carácter *macromolecular* de las proteínas” (Battaner, 2012, p.237).

A finales del siglo XIX no se contaba con los medios necesarios para el estudio detallado de moléculas tan grandes como las proteínas; por ello son degradadas a compuestos más sencillos a través de la hidrólisis acida, donde se obtienen los aminoácidos, componentes básicos de las proteínas; “se ha podido llegar a la conclusión de que en las proteínas existen 20 aminoácidos diferentes, que conocemos como *aminoácidos proteicos*” (Battaner, 2012, p.238).

Posteriormente, en 1954, Frederick Sanger y colaboradores, tras un año de estudios, lograron identificar la secuencia de aminoácidos de la hormona proteica insulina, “esta secuencia es crucial; un solo cambio en la posición de un aminoácido dentro de la molécula puede hacer cambiar la funcionalidad de la proteína” (Sánchez, 2007, p. 78).

Luego, gracias al trabajo por separado de Emil Fischer y Franz Hofmeister, se llegó a la conclusión que los aminoácidos están unidos entre sí por enlaces peptídicos, dando origen a las proteínas (Battaner, 2012). “Según la teoría del enlace peptídico, las proteínas constan de uno o varios polímeros lineales de aminoácidos unidos por el enlace peptídico” (Battaner, 2012, p.240) y además “(...) la estructura no es repetitiva, (...) cada aminoácido ocupa en la cadena peptídica un lugar preciso y determinado por la información genética” (Battaner, 2012, p.240). Esta disposición de aminoácidos determina la forma tridimensional de la proteína y su función biológica (Battaner, 2012).

Ya resuelto en gran parte el dilema de la función y composición de las proteínas quedaba el interrogante de ¿cómo, en donde y porque se forman las proteínas?; interrogante que sería resuelto por el descubrimiento del ADN y el ARN que tuvo sus inicios en 1869 cuando Miescher consiguió aislar del núcleo celular una sustancia de

carácter ácido, a la que denominó en un inicio nucleína y posteriormente se conoció como ácidos nucleicos (Guevara, 2004).

Fueron varias las investigaciones posteriores a esta que buscaron respuesta, pero no fue sino hasta 1952 cuando Rosalind Franklin, cristalógrafa experimentada, quien trabajaba en el mismo laboratorio con Maurice Wilkins, obtuvo luego de muchos intentos la imagen 51 a partir de la difracción de rayos X, que correspondía a la forma B del ADN y sería pieza clave en la determinación de la estructura molecular del ADN (Fierro 2001). Para los años 50:

El DNA se había confirmado como reservorio del material hereditario..., después de una larga contienda entre una parte de la comunidad que apuntaba al DNA como material genético y una mayoría de científicos que pensaban que eran las proteínas, tan variadas en su composición y función, las que por fuerza tenían que ser las moléculas almacenadoras de esa compleja información vital. (Valpuesta, 2011, p.10).

Entonces, Watson y Crick, en 1953, determinaron luego de varios intentos la estructura del ADN apoyado en la imagen 51 de Franklin que Wilkins les facilitó.

Gracias a esta imagen y a los descubrimientos de los científicos anteriores, consiguieron completar el rompecabezas sobre la verdadera estructura del ADN. Watson y Crick se dieron cuenta que la simetría de la forma A cristalina indicaba que las cadenas de azúcar-fosfato tenían que ser antiparalelas, y que, al encajar las bases en la estructura cilíndrica formada por la doble hélice, se debía asociar las purinas (adenina y guanina) con las pirimidinas (timina y citosina) (Guevara, 2004).

Luego, los trabajos de varios bioquímicos permitieron armar una gran parte del rompecabezas que daría respuesta al complejo mecanismo de síntesis de proteínas, y reveló el papel de los aminoácidos y los ácidos nucleicos en la formación de estas moléculas. El ARN en sus 3 formas ARN mensajero (ARNm), ARN ribosómico (ARNr) y ARN de transferencia (ARNt), serían pieza clave en el proceso. François Jacob y Jacques Monod fueron quienes descubrieron la molécula de ARN y

contribuyeron a establecer la relación precisa entre ADN, ARN y las proteínas y a entender los mecanismos generales de la transcripción y traducción, fundamentales en la formación de las proteínas (Curtis, Barnes, Schnek, y Massarini 2008).

Ahora bien, Arthur Kornberg en 1959 identifica la enzima ARN polimerasa que da paso a la síntesis del ARNm a partir de la información del ADN. “el ADN se transfiere al mARN y de éste a una proteína” (Gómez, 2006, p.1). Este descubrimiento complementa lo que se conocía sobre el proceso.

### 5.3.2 Sobre El Proceso De La Síntesis De Proteínas En Medio Natural

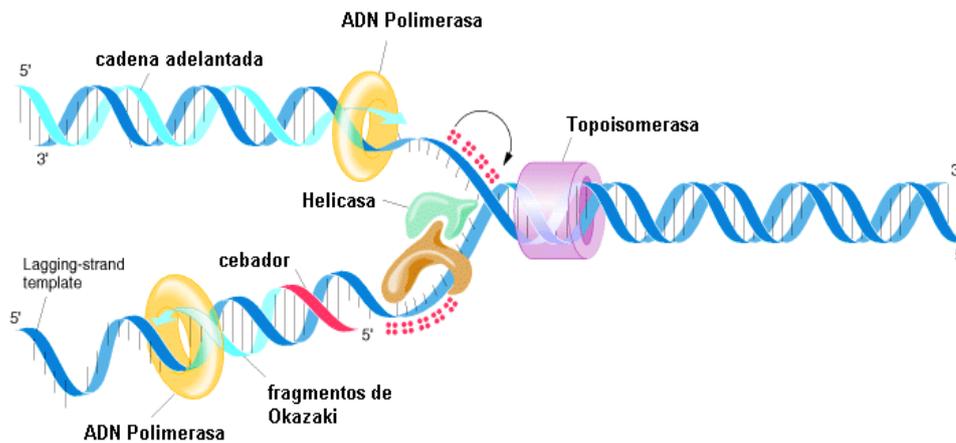
La síntesis de proteínas hace referencia a la producción o fabricación de estas moléculas a nivel celular; para que esto ocurra deben presentarse una serie de procesos exactos, que donde falle alguno de ellos, la proteína no cumpliría la función para la que fue creada y esto traería implicaciones en el organismo leves o graves dependiendo del tipo y la función de dicha proteína. Este proceso ocurre en el citoplasma celular y en él, intervienen principalmente la molécula de ADN y el ARN en sus tres presentaciones, ARN mensajero, ARN de transferencia y ARN ribosomal; el proceso cuenta con 3 fases: replicación o duplicación del ADN, transcripción del ADN al ARN y traducción y obtención de proteínas.

#### **1. *Replicación o duplicación del ADN***

La replicación del ADN es semiconservativa, lo que significa que la doble hélice se abre y cada cadena sirve de molde para la síntesis de una nueva cadena, produciéndose dos nuevas cadenas exactas a partir de la molécula original; este proceso inicia en una secuencia específica de nucleótidos conocida como origen de replicación. En este proceso intervienen proteínas iniciadoras y enzimas que separan las cadenas de ADN, formándose la horquilla de replicación; la ADN Polimerasa sintetiza las nuevas cadenas, en forma bidireccional, porque la síntesis y las dos horquillas de replicación se producen en direcciones opuestas desde un único origen. La cadena 5' a 3' se sintetiza en forma continua y de forma adelantada, por el contrario, la cadena 3' a 5' se sintetiza de manera discontinua, y se llama cadena retrasada. Durante este proceso se producen muchos errores espontáneos, y estos son reparados de inmediato por la ADN polimerasa; las

mutaciones son errores que quedan sin reparar y se transmiten a las células hijas (Curtis et al., 2008).

Figura 2. Replicación del ADN.

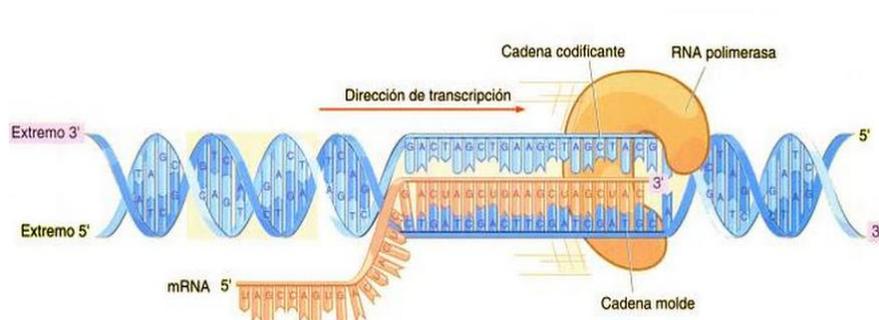


Tomado de: <http://www.biologia.edu.ar/adn/adntema1.htm>

## 2. Transcripción del ADN al ARN

En esta fase de la síntesis de proteínas el ARNm copia la información del ADN (la cadena molde), que será utilizada, y se sigue el mismo principio de apareamiento de bases nitrogenadas, pero se reemplaza la Timina por el Uracilo. En cada transcripción, solo una de las cadenas del ADN se transcribe. La información más importante que lleva el ARNm se codifica en forma de tripletes de nucleótidos o codones, que indican que aminoácidos van a formar la nueva proteína y cada molécula de ARNm tiene 2 extremos uno 5' y otro 3' (Curtis et al., 2008).

Figura 3. Transcripción de ADN a ARNm.



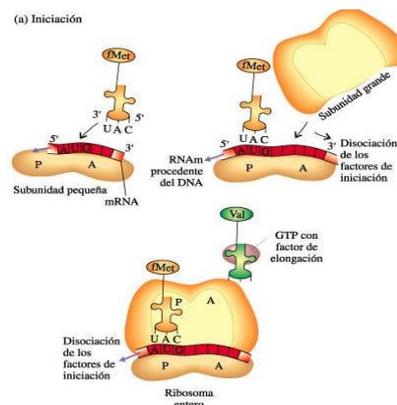
Tomado de: <http://www.vi.cl/foro/topic/1071-apuntes-de-biologia-y-quimica-revisado-y-correcto/page-63>

### 3. Traducción y obtención de proteínas

Este proceso se lleva a cabo en 3 pasos: *iniciación*, *elongación* y *terminación*.

*Iniciación*: Luego de formado el ARNm, se inicia la conversión de la secuencia de nucleótidos de este, en la secuencia de aminoácidos de un polipeptido; en este proceso además del ARNm también intervienen los ARN ribosomal (ARNr) y el ARN de transferencia (ARNt). Si bien estos tres tipos de ARN difieren en estructura y función, todos transcriben de la misma manera. Durante la síntesis de polipeptidos, el ARNm que transporta el mensaje y los ARNt que llevan los aminoácidos se unen a las subunidades más pequeñas del ribosoma (ARNr), y posteriormente la subunidad mayor del ribosoma se acopla y su función es catalizar la formación de la unión peptídica entre los aminoácidos (Curtis et al., 2008).

Figura 4. Iniciación de la Proteína

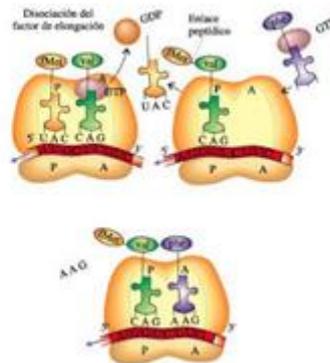


Tomado de: <http://bio20112013.blogspot.com/2012/01/etapas-de-la-sintesi-de-proteines.html>

*Elongación*: El ARNt conocido también como **anticodón**, se une con el **Codón** del ARNm, según la secuencia de bases específicas; las moléculas de ARNt permiten que los aminoácidos se alineen de acuerdo con la secuencia de nucleótidos del ARNm, con lo que se constituye el eslabón entre los ácidos nucleicos y las proteínas. Todas las moléculas de ARNt presentan una estructura secundaria característica, similar a una hoja de trébol. La unión de las moléculas de ARNt a su aminoácido depende de un grupo de enzimas y la precisión de esta unión es crucial ya que determina que el aminoácido adecuado se ubique en el lugar exacto dentro de la secuencia del polipeptido que se está sintetizando. Entonces, el ARNt pone el aminoácido específico en su lugar y cuando se forma el enlace entre el aminoácido recién llegado y el último

aminoácido de la cadena polipeptídica en crecimiento, se rompe el enlace entre el ARNt y el aminoácido, la molécula de ARNt se libera quedando disponible para unirse a un nuevo aminoácido y poder repetir el ciclo (Curtis et al., 2008).

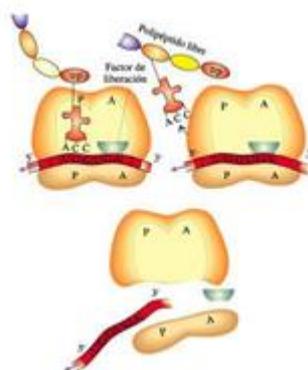
Figura 5. Elongación de la cadena polipeptídica



Fuente: <http://biologiavi-rubi.blogspot.com/2012/05/etapas-de-sintesis-de-proteinas-en-org.html>

*Terminación:* En la parte final de la secuencia del ARNm, hay un codón que actúa como señal de terminación; UAG o UAA o UGA y con frecuencia hay más de uno presente hacia el final de un ARNm. Existen ciertos factores de liberación que se unen a cualquier codón de terminación que alcanza el sitio A del ribosoma. Estas proteínas alteran la actividad de la peptidiltransferasa, lo que implica que el polipéptido se separe del ARNt, así, cuando se alcanza un codón de terminación, se detiene la traducción, la cadena polipeptídica se desprende y las dos subunidades ribosómicas se separan (Curtis et al., 2008).

Figura 6. Terminación de la proteína



Fuente: <http://biologiavi-rubi.blogspot.com/2012/05/etapas-de-sintesis-de-proteinas-en-org.html>

## 6 OBJETIVOS

### 6.1 OBJETIVO GENERAL

- Comprender cómo aporta el fortalecimiento de la argumentación a la transformación de modelos explicativos en estudiantes de diferentes desempeños académicos sobre la síntesis de proteínas.

### 6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre el concepto de síntesis de proteínas.
- Favorecer la transformación de los modelos explicativos a través de una propuesta didáctica basada en la argumentación.
- Establecer el aporte de la propuesta didáctica en el cambio de modelos explicativos y progreso en los niveles argumentativos en estudiantes.

## 7 METODOLOGÍA

En la siguiente figura se dan a conocer los aspectos más relevantes de la metodología planteada en el presente proyecto de investigación.

Figura 7. Diseño metodológico. Elaboración propia.



### 7.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente proyecto tiene como propósito analizar cómo aporta el fortalecimiento de la argumentación a la transformación de modelos explicativos de estudiantes de grado noveno. Para ello, este trabajo se sitúa en un paradigma cualitativo, ya que este tipo de metodología es flexible, permite variadas estrategias de recogida de datos y orienta la

comprensión de situaciones particulares de los individuos o grupos investigados en su contexto natural (Rodríguez y Valdeoriola, 2009). La profundidad de la investigación es interpretativa puesto que se busca encontrar el sentido y comprender el significado de las producciones brindadas por los participantes en la investigación (Hernández et al., 2014).

Se siguieron los lineamientos del enfoque de estudio de caso de carácter intrínseco, el cual corresponde a la identificación y análisis de

(...) casos con especificidades propias, que tienen un valor en sí mismos y pretenden alcanzar una mejor comprensión del caso concreto a estudiar. En este supuesto no se elige al caso porque sea representativo de otros casos, o porque ilustre un determinado problema o rasgo, sino porque el caso en sí es de interés. (Álvarez y San Fabián, 2012, p.6)

Bajo esta perspectiva, se analizó el progreso de 4 participantes con características particulares en la aplicación de la unidad didáctica; ya que como lo refiere Stake (1999), podemos entender mediante el estudio de caso intrínseco, los elementos característicos de cada estudiante, ya que el interés está enfocado en el caso particular. Además, posibilita obtener datos que permitan determinar si existe relación entre las categorías planteadas en esta investigación (Moreira, 2002 y Chetty, 1996, citados en Martínez, 2006), que son la argumentación y su posible influencia en la transformación de los modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas.

## 7.2 CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Centauros (de carácter oficial), ubicada en el municipio de Villavicencio, capital del departamento del Meta. En la institución, se cuenta con una población aproximada de 1065 estudiantes<sup>1</sup>, de los cuales 385 pertenecen a secundaria. La mayor parte de la comunidad educativa pertenece al estrato socioeconómico 1, población vulnerable, debido a que el barrio donde se encuentra la institución inició como invasión y a la fecha se están legalizando los terrenos.

---

<sup>1</sup> Según la matrícula realizada al mes de agosto del año 2019

La actividad económica principal de esta comunidad es el empleo informal; por ello se presenta un número considerable de población flotante y durante el año escolar se evidencian estudiantes que se retiran por traslado de barrio o ciudad, al igual que ingreso de nuevos estudiantes bajo las mismas condiciones. La población de interés para este estudio correspondió a los estudiantes de grado noveno, jornada mañana, cuyas edades oscilaban entre los 14 y 17 años. Se aplicó la unidad didáctica sobre la síntesis de proteínas a la totalidad del grupo y a partir de la información aportada por los 47 estudiantes, se identificaron los modelos explicativos sobre el tema de estudio.

Con el fin de identificar cómo la implementación de la unidad didáctica influyó en la elaboración de mejores argumentos y cómo las actividades planteadas desde esta línea de trabajo favorecen la transformación de los modelos explicativos de los estudiantes de diversos desempeños académicos en ciencias naturales, se analizaron 4 casos a profundidad (Hernández, et al, 2014), seleccionados de manera intencionada, ya que desempeñan un papel clave en lo que se esperaba indagar en la investigación (Simons, 2011): un estudiante participativo y que evidencie alto desempeño académico, otro con participaciones esporádicas y desempeño académico básico y los dos restantes con dificultades académicas en ciencias naturales, baja participación y nivel de desempeño básico o bajo. De esta manera, se podría realizar un análisis más profundo del papel de la argumentación en la transformación de los modelos explicativos y en su capacidad para implicar de forma activa a los estudiantes, valorando de igual modo el potencial de la secuencia de enseñanza diseñada, para atender las necesidades formativas de los estudiantes en mención.

### 7.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la propuesta de enseñanza se centró en los objetivos de la investigación, teniendo en cuenta los niveles argumentativos propuestos por Erduran et al., (2004), y de esta manera valorar la estructura argumentativa de los estudiantes y sus modelos explicativos frente al proceso de síntesis de proteínas. Para esto, se estructuró el proyecto en 4 fases:

### 7.3.1 Fase 1. Proceso de construcción del proyecto de investigación

En este primer momento se estructuró la propuesta de investigación, se identificó la problemática, se formuló la pregunta de investigación, los objetivos y se inició la búsqueda bibliográfica para la construcción de los diferentes apartados que conforman el presente proyecto. Cabe resaltar que a medida que se avanzó en las demás fases del proyecto, se ajustaron estos apartados iniciales para brindar mayor coherencia y consistencia al trabajo de investigación.

### 7.3.2 Fase 2. Diseño de la Unidad Didáctica

La elección del tema de la unidad didáctica (síntesis de proteínas), se da a partir de la práctica docente, ya que en ella se evidencia la dificultad que presentan los estudiantes para entender y ubicar este proceso a nivel celular y molecular, además de encontrar la relación entre las proteínas con los genes y los procesos que lleva a cabo el organismo.

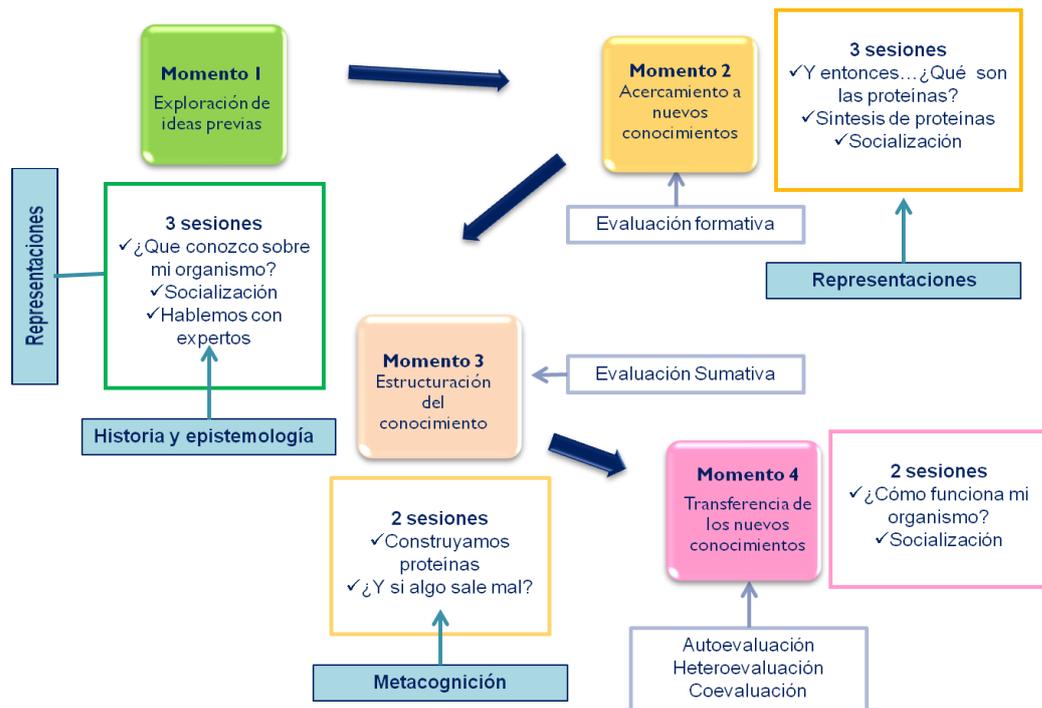
Para la elaboración de la unidad didáctica se seleccionaron estrategias de enseñanza, teniendo en cuenta el contexto y las herramientas con las que cuenta la institución educativa, con el fin de incentivar la argumentación de los estudiantes; para esto, se implementó el ciclo didáctico propuesto por Jorba y Sanmartí (1994), ya que se acoge a los lineamientos de la institución educativa en sus fundamentos pedagógicos y didácticos, y se articuló a dicho ciclo, algunos elementos de la historia y la epistemología de los conceptos base, la metacognición y el uso de representaciones, cuyo aporte al diseño de la unidad didáctica es valioso, ya que permite que los estudiantes adquieran una visión dinámica de la ciencia y del desarrollo científico, reflexionen sobre su proceso de aprendizaje y describan a través de las representaciones lo que conocen sobre el tema. (Orrego et al, 2016).

En cuanto a la validación de la unidad didáctica, se solicitó la colaboración de 3 pares académicos (docentes universitarios y de media académica de las áreas de biología y química) para que revisaran la propuesta y emitieran su concepto respecto a la estructura, contenido y pertinencia de las actividades para el logro de los objetivos de la investigación; a partir de sus observaciones se modificaron algunas cuestiones que se consideraron pertinentes como la redacción, intencionalidad de las preguntas y manejo

de imágenes; entre otras.

A continuación, en la figura 9, se presenta la estructura de la unidad didáctica.

Figura 8. Estructura de la unidad didáctica. Elaboración propia basada en el ciclo didáctico propuesto por Jorba y Sanmartí (1995).



Las estrategias implementadas en cada sesión representaron un reto en su construcción, ya que debían captar el interés de los estudiantes, permitirles analizar y resolver situaciones de la vida cotidiana; por esto, se incluyó el trabajo individual, en grupo y socializaciones grupales y en mesa redonda, ya que permiten la participación activa de los estudiantes. Se dejaron tareas complementarias (3), las cuales fueron enviadas y recibidas por correo electrónico, utilizando los medios virtuales como herramienta para aclarar dudas y hacer más sencillo y rápido el proceso de retroalimentación de las actividades.

En este orden de ideas, la propuesta didáctica pretendía brindar herramientas que permitieran comprender y expresar de forma más acertada los planteamientos de los estudiantes respecto a la síntesis de proteínas, a través de procesos argumentativos que

posibilitaran la participación de todos. Al finalizar cada fase, se realizó una evaluación que integró el contenido trabajado; se incluyó la evaluación formativa y sumativa y al finalizar la aplicación de la unidad didáctica, la autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación, para analizar el proceso individual de los estudiantes, pero también para valorar la estrategia de intervención desarrollada.

### 7.3.3 Fase 3. Recolección de la información

Dentro de esta fase tuvo lugar la elección de las técnicas e instrumentos de recolección de información, buscando su articulación con la propuesta didáctica diseñada y con las metas propuestas en los objetivos de este trabajo. Así mismo, se acompañó este diseño con la implementación del protocolo ético o consentimiento informado previo a la recolección de los datos, así como la revisión del proceso de pilotaje con otros pares, del instrumento inicial para la identificación de modelos explicativos iniciales de los estudiantes.

#### 7.3.3.1 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para valorar la estructura argumentativa y la transformación de los modelos explicativos de los estudiantes se propusieron técnicas e instrumentos de recolección de información, acordes al paradigma de la investigación cualitativa, teniendo en cuenta el discurso oral y escrito.

**Cuestionarios:** Son instrumentos que contienen preguntas que se hacen de manera directa a los participantes. En esta investigación se optó por el uso de preguntas abiertas que fueran precisas y comprensibles, apelando a un lenguaje simple y directo (Hernández et al, 2014) con el fin de obtener información de los participantes sobre los modelos explicativos y niveles argumentativos asociados a la síntesis de proteínas; y de esta manera obtener las producciones argumentativas escritas de los estudiantes; la descripción de dichos cuestionarios se encuentra en la tabla 2.

**Registros audiovisuales:** Corresponden a las socializaciones orales por subgrupos de trabajo y en mesa redonda, las cuales fueron grabadas en formato de audio. De allí se transcribió y se seleccionó la información relevante de acuerdo con las categorías de investigación (Creswell, 2010).

**Observación:** Durante la aplicación de la unidad didáctica se llevó un *diario de campo* en el cual se consignaban las descripciones de la investigadora sobre lo que sucedía en las sesiones con respecto a los participantes y también la reflexión de lo observado (Creswel 2010 en Hernández et al., 2014). Para esto, se dividió una hoja en dos partes con una línea en el centro; en la parte izquierda se consignaban las notas descriptivas consideradas relevantes en la investigación y en la parte derecha se realizaron las notas reflexivas, partiendo de las descripciones de cada sesión (Ver anexo 3).

Para clarificar la relación entre la implementación de la propuesta didáctica y la recolección de información, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3. Relación entre la unidad didáctica, técnicas e instrumentos y objetivos de investigación.

Momentos de la unidad didáctica	Actividad	Técnica/instrumento	Aporte a los objetivos de investigación
<b>Momento 1</b> <b>Exploración de ideas previas</b>	<i>¿Qué conozco sobre mi organismo?</i>	Cuestionario escrito individual	Indagar Modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales
	<i>Socialización</i> Mesa redonda	Registro audiovisual Observación	Indagar Modelos explicativos y niveles argumentativos iniciales
	<i>Hablemos con expertos</i> Grupos de trabajo Rotación de expertos Diagrama de flujo	Registro audiovisual Observación	Favorecer la argumentación
<b>Momento 2</b> <b>Acercamiento a nuevos conocimientos</b>	<i>¿Qué son las proteínas?</i> Lectura de noticias Elaboración de mapa mental	Observación	Favorecer la transformación de modelos explicativos
	<i>Síntesis de proteínas</i> Explicación ppt Elaboración de material lúdico	Observación	Favorecer la transformación de modelos explicativos
	<i>Socialización</i> Exposiciones	Registro audiovisual Observación	Favorecer la argumentación
<b>Momento 3</b> <b>Estructuración del conocimiento</b>	<i>Construyamos proteínas</i> Elaboración de material lúdico	Registro audiovisual Observación	Favorecer la argumentación y transformación de modelos explicativos
	<i>¿Y si algo sale mal?</i>	Cuestionario escrito individual	Favorecer la argumentación y transformación de modelos explicativos
<b>Momento 4</b>	<i>Como funciona mi organismo</i>	Cuestionario escrito individual	Favorecer la argumentación y transformación de modelos explicativos

<b>Transferencia de los nuevos conocimientos</b>	<i>Socialización</i> Mesa redonda	Registro audiovisual Observación	Favorecer la argumentación y valorar la transformación de modelos explicativos
--	--------------------------------------	-------------------------------------	--

Elaboración propia

### 7.3.3.2 *Proceso de pilotaje de instrumentos*

Para validar la pertinencia del instrumento de explicitación de modelos explicativos iniciales y niveles argumentativos (Anexo 2), se aplicó este cuestionario a un grupo diferente al de estudio (grado noveno 2018), cuyo número de estudiantes fue 41, para lo cual fueron organizados en grupos de 3 y debían leer detalladamente las preguntas y resolverlas en consenso, sin ayuda de ningún tipo de texto, únicamente con sus conocimientos previos. Como resultado de esta prueba, se pudo identificar qué tan claras eran las preguntas, y si realmente cumplían con los objetivos propuestos. De este ejercicio inicial se corrobora la necesidad de realizar una revisión integral de las preguntas planteadas ya que al mencionar la palabra proteínas se indujo a los estudiantes a que sus respuestas estuvieran relacionadas a ellas; gracias a esto se hace una reestructuración del cuestionario evitando el uso concreto del concepto.

### 7.3.3.3 *Consideraciones éticas de la investigación*

Antes de iniciar la implementación de la unidad didáctica, se les explicó a los participantes el objetivo de la investigación; esto con el fin, de que éstos tuvieran los elementos suficientes para decidir sobre su participación en el proceso (Flechas, 2008). Para esto, se contó con la formalización de un consentimiento informado (Anexo 1), donde a los participantes se les asignó un seudónimo con el cual serán identificados en el capítulo de resultados y discusión; cabe mencionar que tanto acudientes como participantes firmaron dicho consentimiento.

### 7.3.4 Fase 4. Análisis y triangulación de la información

Para el análisis de la información, los datos obtenidos de los cuestionarios se transcribieron de forma literal, en una matriz diseñada para este propósito (ver tabla 3).

Tabla 4. Matriz de datos.

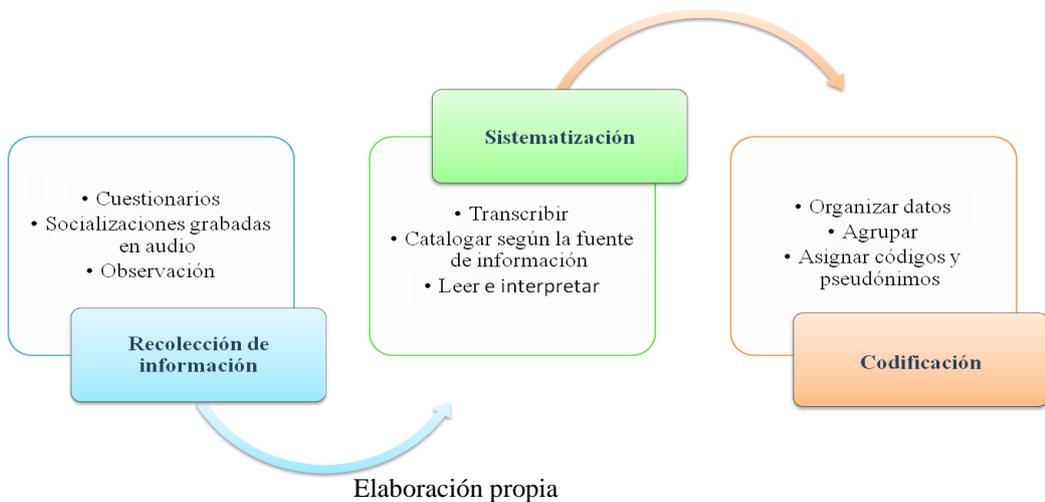
Estudiante	Pregunta	Respuesta	Nivel argumentativo	Modelo explicativo	Interpretación

Elaboración propia

La información también fue organizada según la fuente de información (oral o escrita); posteriormente se identificaron los datos con el objeto de agrupar la información obtenida en categorías (Creswell 2010). En cuanto a los datos obtenidos de las producciones argumentativas orales (registradas a través de grabaciones de audio), se éstas se transcribieron teniendo en cuenta los planteamientos de Rapley (2014) siendo transcripciones básicas, donde se tuvo en cuenta un título para cada transcripción acorde a la actividad, el seudónimo de los participantes y algunos elementos propuestos por Poland (2002) citado en Rapley (2014) como la pausa (...), sonidos de los participantes (toses) (risas), énfasis (se escribe en mayúsculas), sonidos prolongados ( si-i-i-i-i) y habla confusa (xxxx); esto con el fin de hacer sencilla la identificación de los datos más representativos según las categorías objeto de estudio, teniendo en cuenta el origen y producción de los discursos de los estudiantes.

Los pasos a seguir desde la recolección de datos hasta la codificación se observan en la siguiente figura:

Figura 9. Recolección y tratamiento de datos según Creswell (2010) y Hernández et al, (2014).



#### *7.3.4.1 Análisis de información*

Para el análisis de la información se privilegió el análisis de contenido, el cual se realizó siguiendo las orientaciones de Piñuel (2002), quien define éste como el grupo de pasos llevados a cabo para la interpretación de textos o discursos previamente registrados con el fin de encontrar su significado. Se tuvo en cuenta para dicho análisis los niveles argumentativos de Erduran et al., (2004) y los modelos explicativos sobre síntesis de proteínas obtenidos a partir de las respuestas de los 47 estudiantes de grado 9-1. La unidad de análisis para el presente proyecto se define como los segmentos representativos que son seleccionados y analizados, que dan cuenta de las categorías y permiten analizarlas (Piñuel, 2002), en este caso las categorías centrales de la investigación: niveles argumentativos y modelos explicativos. Estos fragmentos están insertos a su vez en unidades de contexto, entendidas como los “textos” de los cuales se extraen las unidades de análisis (Piñuel, 2002).

#### *7.3.4.2 Triangulación de la información*

En esta última fase se triangula teóricamente la información obtenida de la intervención didáctica según los planteamientos de Hernández, Fernández y Baptista (2010). Se tienen en cuenta las participaciones de los 47 estudiantes para la identificación de los modelos explicativos (cuestionario inicial) y para comprender los 4 casos escogidos se analizan las producciones orales y escritas en el cuestionario inicial, las producciones representativas durante los momentos 2 y 3 de la intervención didáctica, y el cuestionario final y su socialización (ocurridos en el momento 4 de la intervención didáctica); esto con la intención de comprender a profundidad el proceso de cada estudiante y el impacto de la unidad didáctica en estos. A través de este procedimiento se determina si potenciar la argumentación, influye en la elaboración de modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas.

### **7.4 DESCRIPCIÓN DE LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS**

En la siguiente tabla se presenta a modo de resumen, la relación entre la pregunta de investigación, los propósitos, categorías, subcategorías e indicadores de la investigación.

Tabla 5. Matriz diseño metodológico.

Pregunta de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Categorías	Subcategorías	Indicador
¿Cómo aporta la argumentación a la transformación de modelos explicativos de los estudiantes sobre la síntesis de proteínas?	Comprender como aporta el fortalecimiento de la argumentación a la transformación de modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas.	<p>Reconocer los niveles argumentativos y modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre el concepto síntesis de proteínas.</p> <p>Favorecer la transformación de los modelos explicativos a través de una propuesta didáctica basada en la argumentación.</p> <p>Establecer el aporte de la propuesta didáctica en el cambio de modelos explicativos y progreso en los niveles argumentativos en estudiantes de diferentes desempeños académicos.</p>	<p><b>Argumentación</b></p> <p>Es concebida desde la perspectiva de Toulmin como una afirmación construida y fundamentada sobre una serie de datos que están vinculados por las relaciones lógicas que establecen entre sí. (Osborne 2012 en Buitrago et al, 2013)</p>	<p><b>Estructura Argumentativa</b></p> <p>Hace referencia al conjunto de elementos (<i>Datos, Conclusión, Justificación, Garantía y Refutación</i>) que componen un argumento, guardando una relación lógica entre ellos. (Toulmin, 2007)</p>	<p><b>Niveles argumentativos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La argumentación consiste en argumentos que son solo una simple conclusión o datos, o datos y conclusión.</li> <li>2. La argumentación tiene argumentos que constan de conclusiones, datos y justificación, o datos y justificación, o conclusión y justificación, pero sin refutación.</li> <li>3. La argumentación tiene argumentos con una serie de conclusiones, datos o respaldos y justificaciones, con refutación débil ocasional.</li> <li>4. La argumentación tiene argumentos con una serie de conclusiones o datos, justificaciones o respaldos y garantías con refutación débil ocasional.</li> <li>5. La argumentación muestra una amplia discusión con más de una refutación. (Erduran, et al 2004)</li> </ol>
			<p><b>Modelos explicativos</b></p> <p>Se entiende por modelos explicativos a las expresiones de un individuo, ya sean de forma oral o escrita y que pasan a ser de dominio público. (Justi y Gilbert, 1999 en Felipe, Gallarreta y Merino 2005).</p>	<p>Obtenidos a partir de las respuestas de los 47 estudiantes en el cuestionario inicial.</p>	<p>No aplica</p>

Elaboración propia

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos recolectados se realizó acorde a lo planteado en la metodología. Para identificar a los participantes durante el análisis, se asignaron seudónimos a cada uno de los estudiantes que se analizaron a profundidad, mientras en la primera fase de identificación de los modelos explicativos con los 47 estudiantes, todos fueron numerados del 1 a 47 por orden de lista y se asignaron códigos complementarios para dar cuenta de la fuente de donde se extrae la información (Hernández, et al, 2014).

A continuación, se describen los códigos que fueron asignados a los instrumentos analizados; en cuanto a los 4 participantes se les asignaron los seudónimos *Alicia, Marcela, Hugo e Isabel*.

Tabla 6. Códigos asignados a las unidades de contexto (fuentes de información).

Momentos de la UD	Nombre	Código
M 1	<b>Cuestionario escrito 1.</b> Corresponde al cuestionario inicial, <i>¿Que conozco sobre mi organismo?</i>	CE1
M 1	<b>Socialización cuestionario escrito 1.</b> Corresponde a la socialización del cuestionario escrito 1	SCE1
M 2	<b>Producción oral 1.</b> Corresponde a la socialización del material lúdico elaborado por los estudiantes. Actividad <i>síntesis de proteínas</i>	PO1
M 3	<b>Cuestionario escrito 2.</b> Cuestionario individual <i>¿Y si algo sale mal?</i>	CE2
M 4	<b>Cuestionario escrito 3.</b> Corresponde al cuestionario final. <i>¿Cuánto aprendí?</i>	CE3
M 4	<b>Producción oral 2.</b> Corresponde a la socialización final de la intervención didáctica	PO2

Elaboración propia

## 8.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA CATEGORÍA: MODELOS EXPLICATIVOS

Como referente para esta categoría, se cuenta con la investigación de Giraldo (2014), en la que se caracterizaron los modelos “cotidiano y científico” para la síntesis de proteínas, donde el modelo cotidiano integra la fuente de obtención de las proteínas, funciones de estas, formas que presentan, lugar donde se producen, analogía y relación con otros procesos del organismo. Para efectos del presente proyecto se pretende indagar por las explicaciones brindadas por los 47 estudiantes de grado 9-1, describiendo por separado cada modelo encontrado (desde su origen temático) y se analiza si existe alguna relación con el modelo cotidiano propuesto por Giraldo (2014).

Para la caracterización y delimitación de dichos modelos explicativos sobre síntesis de proteínas, los datos obtenidos se leyeron cuidadosamente y se analizaron dos instrumentos escritos CE1, CE3, y una socialización grupal en formato de audio SCE1. Posteriormente se clasificaron los datos según los aspectos similares que presentaban dichas respuestas y se organizaron dentro de una misma categoría. Por último, se describieron las características de cada modelo explicativo a partir de los datos obtenidos, alcanzando como resultado los siguientes modelos:

Tabla 7. Modelos explicativos para síntesis de proteínas

Modelo	Descriptor
Modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos	Las proteínas son unas de las sustancias presentes en los alimentos, se obtienen a partir de estos y su función es brindar nutrientes y energía al organismo.
Modelo asociado a los órganos	Las sustancias que necesita el organismo, incluidas las proteínas, se forman en uno o varios órganos del cuerpo humano, como el corazón, cerebro, hígado y estómago entre otros y de ahí son distribuidas por los sistemas o por la sangre al resto del organismo.
Modelo incompleto	Es claro que se producen sustancias en el organismo, se pueden mencionar algunos ejemplos e incluso sus funciones, pero no se reconoce el lugar específico de origen.

Modelo Celular- Molecular	Las proteínas se forman en la célula, para esto son necesarias las moléculas de ADN, ARNm, ARNt y el Ribosoma (ARNr) que se encuentra en el citoplasma celular. El ARNm hace una copia del ADN para formar la proteína con ayuda del ribosoma y del ARNt que trae consigo los aminoácidos. Cuando se termina la secuencia de ARNm, finaliza el proceso y la proteína es enviada a donde sea requerida.
---------------------------	--

Elaboración propia

### 8.1.1 Modelo De Obtención De Proteínas A Partir De Los Alimentos.

Las proteínas son unas de las sustancias presentes en los alimentos, se obtienen a partir de estos y su función es brindar nutrientes y energía al organismo.

En la siguiente tabla, se citan algunas de las respuestas de los estudiantes a preguntas como: ¿Crees que existe un proceso específico para producir las sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento del organismo? ¿Cómo consideras que funciona? Las respuestas fueron analizadas para la descripción del modelo explicativo, y se indican las partes del texto que permiten dar cuenta de modelo en letra cursiva y subrayada:

Tabla 8. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos.

Estudiante	Respuesta
27	“No creo que exista algún proceso específico, <u>es que uno tiene que comer bien</u> para un buen funcionamiento”
25	“A diario <u>los alimentos que consumimos contienen vitaminas, minerales, proteínas,</u> etc, que son sustancias que nuestro cuerpo necesita <u>al comerlo o digerirlo las sustancias son enviadas a todo el cuerpo para obtener energía</u> ”
15	“ <u>En nuestros alimentos que consumimos día a día se encuentran una gran variedad de vitaminas, mineral</u> etc. Que <u>nuestro cuerpo necesita para combatir</u> contra virus y bacterias”
47	“La sangre ayuda a escoger de <u>la comida que ingerimos,</u> las <u>cosas buenas</u> y desechar las otras que ya no son necesarias”
45	“Pues <u>para producir proteínas y minerales primero se toma por la boca</u> pasa por el esófago <u>llega al estómago donde se toma la proteína</u> y los desechos pasan al ano para ser expulsados”

Elaboración propia

Del total de los estudiantes de grado 9-1, 7 de ellos dan referencia de este modelo explicativo. En las respuestas escritas al igual que la información obtenida de la socialización grupal, se evidencia la marcada presencia de términos como energía, nutrientes, alimentación, minerales, proteínas y vitaminas. Los estudiantes adjudican a la buena alimentación un buen estado de salud, y que de ahí se obtiene la energía necesaria para llevar a cabo las actividades diarias y esto se verá reflejado en la vejez.

Estas respuestas coinciden con lo expuesto por Giraldo (2014) al manifestar que los estudiantes persisten en relacionar la producción de energía con un buen estado de salud. Por otro lado una mala alimentación, será causal de enfermedades asociadas a las articulaciones, fuertes gripas y debilidad corporal entre otras; este tipo de nociones que presentan los estudiantes pueden estar influenciadas por su cotidianidad, enseñanza familiar e incluso los medios de comunicación; por ejemplo, Isabel manifiesta (PO1): *“Mi mamá siempre me dice que tengo que comer verduras para tener todo lo que el cuerpo necesita si-i-i-i y que las lentejas, espinaca y mora sirven para el hierro en la sangre”*; indudablemente en la cotidianidad se escuchan ejemplos de este tipo e incluso hay una marcada presencia de la tradición oral en la transmisión de recetas para remedios caseros que son utilizados a diario en nuestros hogares.

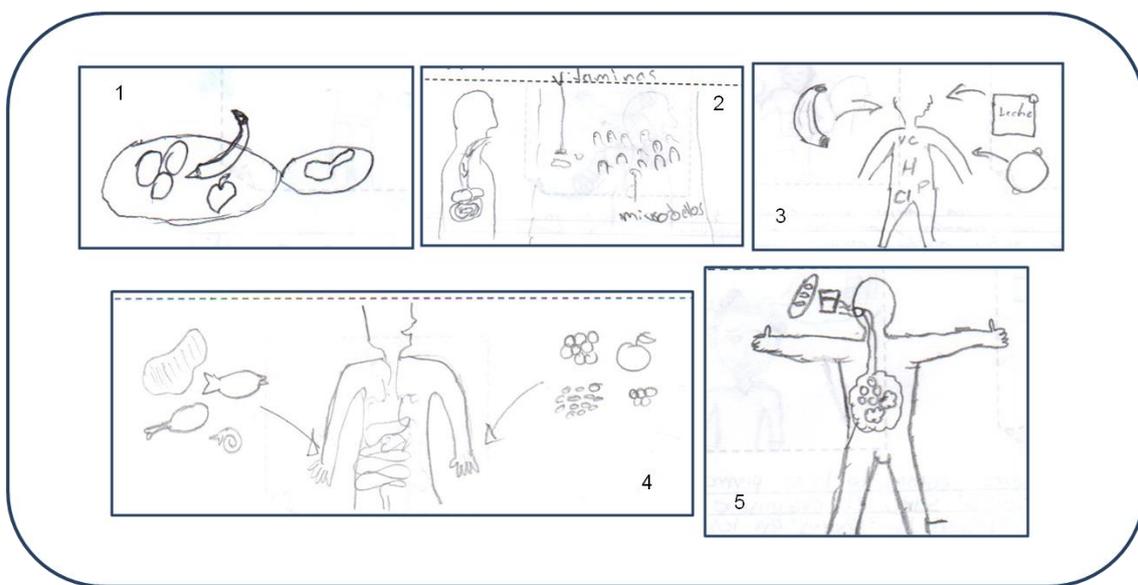
Si bien es cierto que los alimentos proporcionan elementos indispensables para el buen funcionamiento del organismo, no son los únicos encargados de esto; hay desconocimiento de factores hereditarios, metabólicos y procesos celulares que actúan en el organismo, y que, si llegase a haber una falla, la buena alimentación no sería suficiente.

En este modelo no hay cabida para la producción de sustancias, entre ellas las proteínas en el organismo y menos a nivel celular o molecular; lo que coincide con Giraldo (2014) cuando afirma que los estudiantes están muy lejos de comprender dónde y cómo se originan las proteínas.

Igualmente, las representaciones elaboradas por los estudiantes (algunas corresponden a los mismos estudiantes de los que se ejemplifico en la tabla 8) que se encuentran en la

Figura 11, reflejan que la alimentación cumple un papel importante en el funcionamiento del organismo, que aportan vitaminas, minerales y proteínas al cuerpo. Por ejemplo, en las imágenes 1, 3, 4 y 5 se observan diferentes grupos de alimentos, entre ellos las proteínas, y de manera explícita en las imágenes 2 a 5, que los alimentos ingeridos aportan elementos indispensables para el organismo; siendo esto acorde a lo manifestado por Contreras (2017) cuando afirma que a través del proceso de digestión y absorción de nutrientes, se obtienen las proteínas; no obstante, se desconoce el proceso de hidrolisis para la obtención de aminoácidos, su transporte a través del sistema circulatorio y las membranas celulares, para que posteriormente sean utilizados en la síntesis de proteínas (Giraldo, 2014).

Figura 10. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos.



### 8.1.2 Modelo Asociado A Los Órganos

En este modelo, las sustancias que necesita el organismo, incluidas las proteínas, se forman en uno o varios órganos del cuerpo humano, como el corazón, cerebro, hígado y estómago; entre otros, y de ahí son distribuidas por los sistemas o por la sangre al resto del organismo.

Las preguntas orientadoras para develar este modelo explicativo fueron: ¿Crees que existe un proceso específico para producir las sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento del organismo? ¿Cómo consideras que funciona?

De la totalidad de estudiantes de grado 9-1, 18 coincidieron en sus respuestas al incluir diversos órganos (corazón, cerebro, estómago, hígado y pulmones), como se muestra en la tabla 7. Se subrayan y ponen en cursiva los términos que aluden a dicho modelo.

Tabla 9. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo asociado a los órganos.

Estudiante	Respuesta
35	“Sí, <u>el corazón que trasporta sangre</u> por todas las venas de nuestro cuerpo”
31	“Sí, nuestro organismo es muy complejo y tiene demasiadas funciones específicas para cada situación. <u>La sangre es vital, está generada por el corazón</u> , el cual bombea muchos litros de esta, es una de las sustancias necesarias. <u>Los pulmones son muy importantes, generando la respiración</u> ”
16	“ <u>El cerebro envía la información a diferentes órganos de nuestro cuerpo para que produzcan las sustancias que necesitan</u> como la citocina, exitosita, dopamina”.
17	“ <u>El estómago digiere</u> la comida, <u>el hígado absorbe y elimina</u> gran parte de sustancias perjudiciales, <u>el corazón</u> por su parte <u>se encarga de sacar las sustancias buenas en el hígado y la lleva al cuerpo</u> utilizando las venas”
5	“ <u>Va desde el cerebro que es donde procesamos las ideas</u> , las imágenes, emociones, movimientos y diversas cosas. De eso pasa a la respiración y la audición, después el <u>sistema digestivo, el corazón que es el que bombea la sangre a todo el cuerpo</u> ”

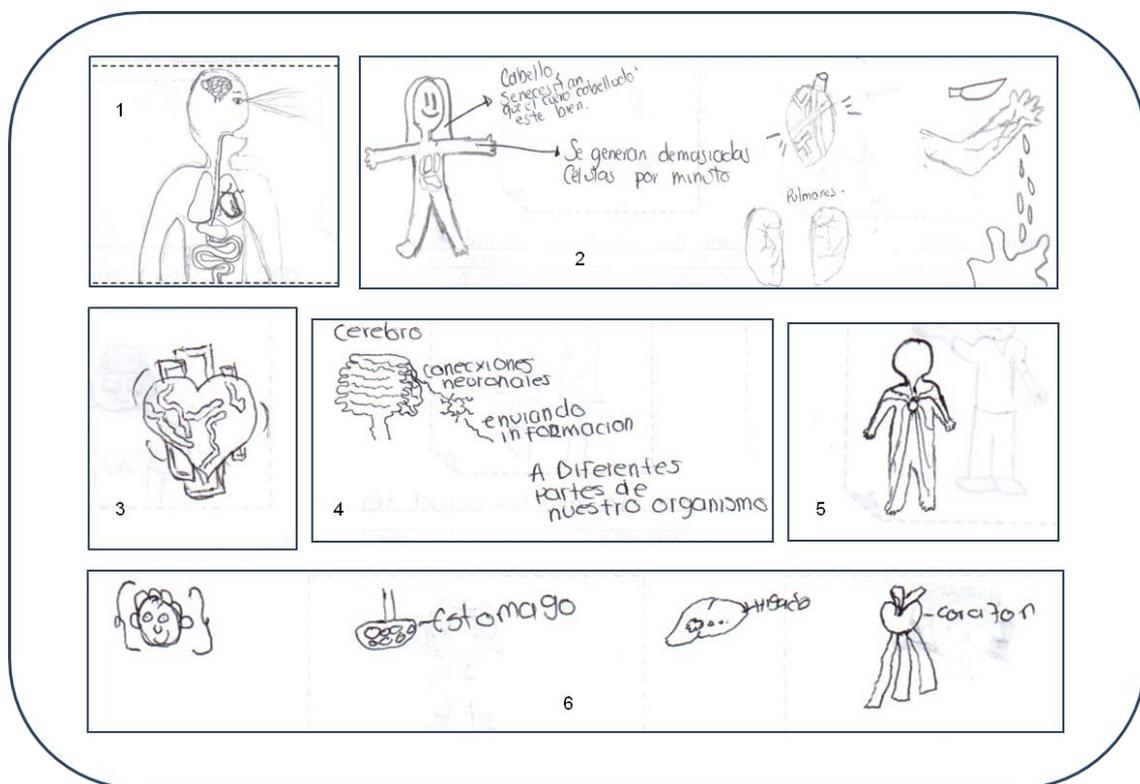
Elaboración propia.

Aunque son evidentes algunas confusiones conceptuales por parte de los estudiantes respecto al funcionamiento de su organismo, por ejemplo “la sangre es vital, esta generada por el corazón” o “el corazón por su parte se encarga de sacar las sustancias buenas en el hígado y la lleva al cuerpo utilizando las venas”, se evidencia el protagonismo que se les da a los diferentes órganos del cuerpo en la producción y repartición de sustancias en el organismo. Al igual que en el modelo anterior, los estudiantes en su mayoría manejan un lenguaje común y dan cuenta de que no conocen un proceso específico o “la síntesis de proteínas a nivel subcelular (...) ni a nivel celular y no reconocen que todas las células realizan procesos de síntesis proteica” (Giraldo, 2014, p. 51). También es de resaltar que el estudiante 16 a pesar de la

confusión con el nombre de la hormona oxitocina, hace uso de lenguaje científico y aunque no lo relaciona con la síntesis de proteínas es interesante la apropiación que tiene de conceptos propios de las ciencias naturales.

En cuanto a las representaciones realizadas para este modelo, que corresponden a las respuestas brindadas por los estudiantes de la tabla 9, se puede observar que los estudiantes consideran que los órganos son los únicos encargados del funcionamiento del organismo y llevan a cabo los procesos para la supervivencia. Por ejemplo, en las imágenes 1, 2, 3, 5 y 6 se observa el corazón como órgano esencial, en la imagen 4 se evidencia la importancia del cerebro en el funcionamiento del organismo y en la imagen 6, la función conjunta de varios órganos. Aunque los órganos en mención son realmente importantes para el funcionamiento del organismo, se desconocen los procesos que son llevados a cabo a nivel celular y molecular.

Figura 11. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo asociado a los órganos.



### 8.1.3 Modelo Incompleto

En este modelo, es claro que se producen sustancias en el organismo, se pueden mencionar algunos ejemplos e incluso sus funciones, pero no se reconoce el lugar específico de origen.

Con referencia a este modelo explicativo, y como respuesta a las preguntas: ¿Crees que existe un proceso específico para producir las sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento del organismo? ¿Cómo consideras que funciona?, 19 estudiantes coinciden en que nuestro organismo produce algunos tipos de sustancias (algunas respuestas más elaboradas que otras), pero no especifican, en ningún caso, algún sitio donde ocurra este proceso.

Tabla 10. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo incompleto.

Estudiante	Respuesta
42	“Si, por ejemplo, <u>la adrenalina</u> ; el sentido <u>envía el mensaje de que la persona está en peligro por medio del sistema nervioso y el cuerpo produce adrenalina</u> para que esa persona reaccione rápidamente y logre sobrevivir”
34	“Cuando estamos con nuestro novio felices enamorados, <u>nuestro cuerpo va a producir sustancias de felicidad</u> o si tenemos alguna pelea <u>va a producir como tristeza, etc.</u> Cuando nuestra madre discute con nosotros y <u>le da como mucha adrenalina</u> y sin pensarlo PAN nos mete una cachetada y después nos pide disculpas”.
12	“Pues creo que sí, como para que el cuerpo tenga mayor movimiento y sea más ágil, pues considero que <u>hay un líquido para que las rodillas sean más fuertes y sanas</u> ”.
1	“ <u>Por medio de las defensas</u> , porque si nos enfermamos nuestro organismo ataca al virus, puede ser por medio de un dolor de garganta, ya que ahí <u>nuestras defensas atacan para combatir el virus</u> ”
20	“ <u>La sustancia del amor produce las mariposas en el estómago</u> y es más común en la adolescencia. <u>La de la felicidad es la que nos ayuda a estabilizar el</u> cambio de humor y <u>la tristeza es la que nos hace sentir mal</u> por algo o por alguien”

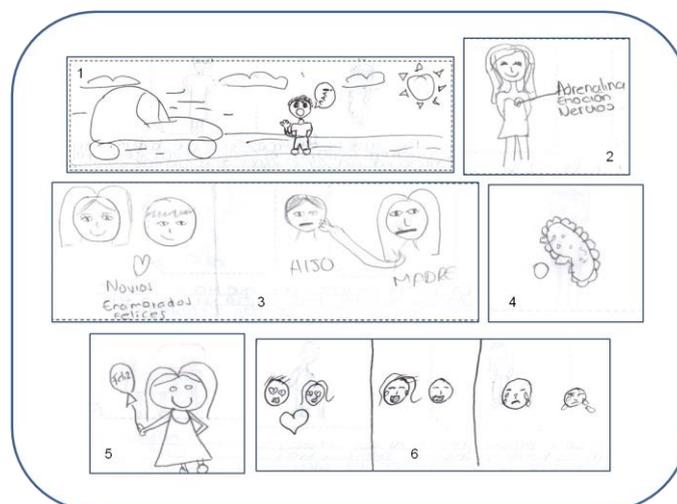
Elaboración propia.

Se evidencia en las respuestas de algunos estudiantes la relación que establecen entre las emociones, la producción de sustancias y la respuesta ante la presencia de éstas en el

organismo. Las proteínas no son mencionadas como tal, pero se puede inferir que asocian el funcionamiento adecuado de las articulaciones con el líquido sinovial que, si bien no es una proteína, sí cuenta la presencia de mucoproteínas. Igualmente mencionan en las respuestas sustancias que son de origen proteico “las defensas” que para este caso serían las inmunoglobulinas. Los estudiantes se expresan desde sus experiencias cotidianas, algunos con uso de lenguaje común, otros con uso de lenguaje científico e incluso algunos utilizan ambos tipos de lenguaje (estudiantes 34 y 1) (Sardá y Sanmartí, 2000). Por ejemplo el uso del lenguaje común se evidencia cuando mencionan “sustancias de la felicidad, la producción de un líquido para que las rodillas sean más fuertes y sanas, sustancias del amor y defensas” y uso del lenguaje científico cuando son específicos al mencionar hormonas como la “adrenalina” y su funcionamiento en el organismo, procesos en los que el “organismo ataca el virus” y cuando “el sentido envía el mensaje de que la persona está en peligro por medio del sistema nervioso”; es evidente que reconocen algunos procesos ocurridos en el organismo y la acción de diversas sustancias, entre ellas las proteínas, aunque estas últimas no son mencionadas explícitamente ni su proceso de formación en las células.

En cuanto a las representaciones elaboradas por los estudiantes las imágenes 2, 3, 5 y 6 están directamente relacionadas con las emociones como la felicidad, la tristeza, la rabia y el enamoramiento, todas causadas por sustancias que se producen en el organismo. La imagen 1 muestra como el organismo reacciona gracias a sustancias como la adrenalina para la supervivencia, y en la imagen 4, un glóbulo blanco como defensa del organismo ante un virus.

Figura 12. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo



#### 8.1.4 Modelo Celular – Molecular

Las proteínas se forman en la célula, para esto son necesarias las moléculas de ADN, ARNm, ARNt y el Ribosoma (ARNr) que se encuentra en el citoplasma celular. El ARNm hace una copia del ADN para formar la proteína con ayuda del ribosoma y del ARNt que trae consigo los aminoácidos. Cuando se termina la secuencia de ARNm, finaliza el proceso y la proteína es enviada a donde sea requerida.

El presente modelo explicativo es el más alineado al modelo científico y se pudo evidenciar en las respuestas de los estudiantes a medida que transcurría la intervención didáctica y al final de esta con mayor claridad. Para la elaboración del modelo se tuvo en cuenta lo descrito teóricamente sobre la síntesis de proteínas y se analizó el instrumento final aplicado a los 47 estudiantes, del cual se ejemplifican las respuestas más significativas.

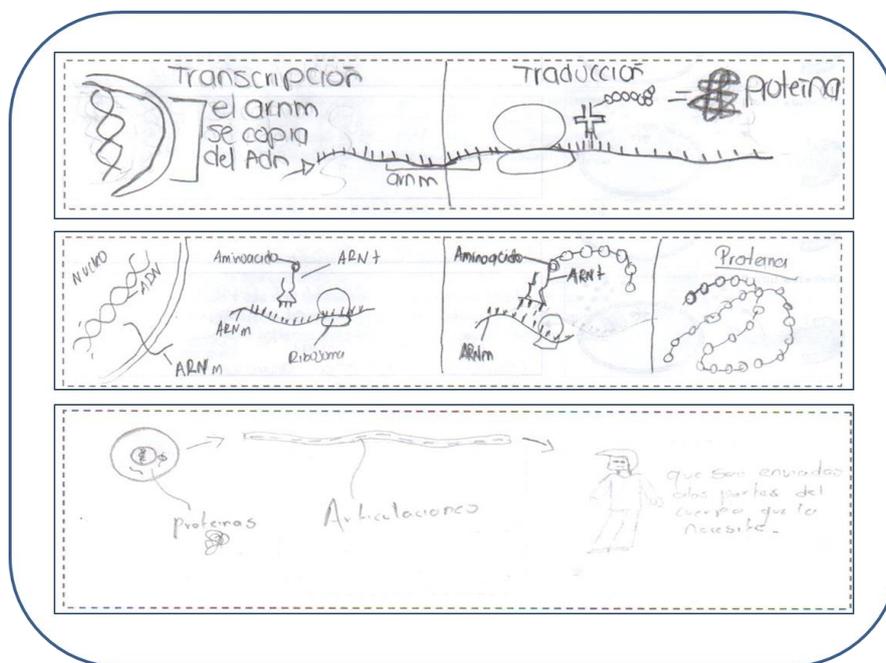
Tabla 11. Respuestas de los estudiantes que reflejan el modelo científico

Estudiante	Respuesta
11	“En la <u>transcripción el Arnm se copia de la información del ADN</u> . En la <u>traducción cada triplete de base nitrogenada se une con las correspondientes y va formando la cadena polipeptídica</u> la cual después <u>se convierte en proteína</u> ”
24	“El <u>ADN se ubica en el núcleo de la célula</u> . <u>2.</u> se saca una copia del <u>ADN</u> llamado <u>ARNm</u> . <u>3.</u> llega el <u>ARNm</u> y <u>se une con el ribosoma</u> . <u>4.</u> El <u>ribosoma ayuda a la traducción de este ARNm</u> . <u>5.</u> llega el <u>ARNt</u> con el <u>aminoácido y bases nitrogenadas</u> . <u>6.</u> comienza a cumplir el proceso dejando <u>aminoácido</u> por <u>aminoácido</u> . <u>7.</u> <u>se forma la proteína por medio de los aminoácidos</u> ”
47	“La <u>célula saca las proteínas que necesita</u> y las envía a través de las articulaciones o la parte que es necesitada”
22	“El <u>ADN se encuentra en el núcleo de la célula</u> de ahí sale la copia del <u>ADN como ARN mensajero</u> este <u>llega al citoplasma</u> donde se encuentra con el ribosoma, el <u>ribosoma según sus aminoácidos llega el anticodón o ARN transferencial</u> para sacar una <u>proteína</u> que ayude a nuestro cuerpo”
42	“el <u>ARNm sale del núcleo con una copia del ADN</u> luego se dirige al <u>ribosoma</u> donde llega el <u>ARNt</u> y <u>empieza a hacer la traducción de la información que trae el ARNm</u> y <u>va haciendo una cadena de aminoácidos hasta formar la proteína</u> que se necesita”

Elaboración propia

La mayoría de los estudiantes (31) reconocen que la síntesis de proteínas ocurre a nivel celular y que la información del ADN es necesaria para la producción de proteínas; esto con la intervención del ARNm, ARNt y ARNr. En las representaciones elaboradas por los estudiantes, al igual que sus escritos, se evidencia claridad sobre el proceso y su resultado, y aunque algunas respuestas están más “completas” que otras, es claro que los estudiantes se acercan al lenguaje científico escolar. Es importante resaltar que algunos de los 47 estudiantes aún presentan confusión con la obtención de las proteínas a partir de los alimentos y la producción de las proteínas a nivel celular.

Figura 13. Representaciones de los estudiantes sobre el Modelo científico.



Finalmente, para el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, coincidieron 7 estudiantes, el modelo asociado a los órganos, 18 estudiantes y el modelo incompleto 19 estudiantes. De la totalidad de estudiantes 3 no presentaron ningún modelo explicativo; y los modelos con mayor índice de estudiantes que coinciden en sus respuestas fueron el modelo asociado a los órganos y el modelo incompleto. Lo anterior demuestra que los estudiantes utilizan sus conocimientos cotidianos para dar respuesta a las situaciones planteadas (Pozo y Gómez 2006), y muy posiblemente los combinan a conocimientos adquiridos durante los diferentes grados de escolaridad.

## 8.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE MODELOS EXPLICATIVOS Y NIVELES ARGUMENTATIVOS. LOS CASOS DE ALICIA, MARCELA, HUGO E ISABEL.

Con el objetivo de identificar el proceso de los participantes Alicia, Marcela, Hugo e Isabel en cuanto a los niveles argumentativos y modelos explicativos presentados sobre la síntesis de proteínas, antes durante y al finalizar la intervención didáctica, se realizó el análisis teniendo en cuenta los datos obtenidos durante la participación de cada uno. Luego se analizó la información según el proceso de cada participante durante este tiempo, mediante el empleo del cuestionario inicial (CE1- Momento 1), las intervenciones representativas durante los momentos 2 y 3 de la intervención didáctica, el cuestionario final (CE3- Momento 4) y las categorías centrales de la investigación. En la siguiente tabla se describen las características de cada uno de los 4 participantes.

Tabla 12. Características de los participantes.

Participante	<i>Alicia</i>	<i>Marcela</i>	<i>Hugo</i>	<i>Isabel</i>
Características	Alicia es una estudiante que presenta un buen nivel de participación en clase, se caracteriza por tener un desempeño académico alto a superior en ciencias naturales, es responsable con la presentación de sus actividades y se ve motivada en clase.	Marcela se caracteriza por cumplir con las actividades propuestas con cierta dificultad, puesto que se distrae fácilmente, es poco participativa y aunque intenta mejorar su desempeño académico en ciencias naturales en ocasiones es bajo y generalmente básico.	Hugo es un estudiante que presenta baja participación en clase, es muy callado, en ocasiones se distrae observando fuera del salón o dibujando en la parte de atrás del cuaderno; académicamente presenta en su mayoría un desempeño bajo en ciencias naturales, ya que no es constante en la presentación de sus actividades, no hace ningún tipo de preguntas respecto a lo que no entiende y pocas veces responde las preguntas que se le hacen en clase.	Isabel es una estudiante caracterizada por su responsabilidad académica, buen trato con sus compañeros y prestar atención en clase y a las instrucciones, pero en ocasiones, se evidencia su inseguridad al participar, y cuando lo hace utiliza un tono de voz bajo. En la mayoría de sus intervenciones que son esporádicas es acertada con sus planteamientos, generalmente presenta un desempeño básico en ciencias naturales.

Elaboración propia.

A medida que se analizan los modelos explicativos de los 4 participantes, para la categoría argumentación se tuvo en cuenta los niveles argumentativos de Erduran et al (2004); de acuerdo con los elementos encontrados en los argumentos de los participantes, se puso entre paréntesis la letra mayúscula según sea una conclusión (C), Datos (D), Justificación (J), Cualificador modal (M) y Refutación (R).

### 8.2.1 Caso 1. Alicia

#### **Momento 1- CE1**

Luego de los análisis realizados a las respuestas de la estudiante en el cuestionario escrito inicial, se puede evidenciar que Alicia se ubica en los modelos explicativos incompleto y de obtención de proteínas a partir de los alimentos. En cuanto al nivel argumentativo se encuentra en el nivel 2, teniendo en cuenta los niveles argumentativos de Erduran, et al (2004). Para identificar lo anteriormente expuesto se ejemplifican a continuación algunas de las respuestas de Alicia.

En cuanto a los modelos explicativos, la estudiante manifiesta ante la pregunta 6, la cual indaga si los estudiantes creen que existe algún proceso específico para producir las sustancias necesarias para el funcionamiento del organismo que: “La adrenalina es una sustancia que se da en nuestro cuerpo cuando tenemos mucha energía o nervios de algo”. Aquí se observa el empleo de la palabra “adrenalina” y la referencia a la producción de esta ante una reacción específica, lo que es acorde con el uso de elementos del modelo explicativo incompleto.

Por otro lado se ubica en el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, ya que responde ante la pregunta 1: Imagina que una mañana al verte al espejo, te das cuenta que eres 40 años mayor que la noche anterior ¿cómo crees que sea ahora el funcionamiento de tu organismo?, que “El funcionamiento de mi organismo puede ser bueno ya que hago ejercicio, no me alimento muy bien pero como algo de verduras y frutas y esto puede ayudar a que el funcionamiento sea bueno o tal vez regular”, lo que encaja en el modelo descrito, pues manifiesta que la alimentación, en este caso comer

frutas y verduras, ayuda al buen funcionamiento de su organismo, coincidiendo con Giraldo (2014) cuando manifiesta que los estudiantes presentan una fuerte relación entre la fuente de obtención de las proteínas y la alimentación.

Las respuestas de la estudiante en este momento inicial la ubican en dos modelos explicativos, siendo acorde a lo expuesto por Giraldo (2014) cuando afirma que “los estudiantes presentan una gran variedad de pensamiento con respecto al concepto de Síntesis de Proteínas” (p.43) y se concluye incluso que varios modelos pueden hacer presencia ante distintas preguntas relacionadas con el fenómeno.

Con relación a la argumentación, se puede deducir que la mayoría de las respuestas de Alicia se encuentran en el nivel argumentativo 2, ya que presenta conclusiones o datos y justificaciones, que apoyan lo expresado en la conclusión, como se evidencia en la respuesta a la pregunta 1, ¿Qué crees que sucede con tus rodillas y articulaciones con el aumento de la edad?, ella responde “*Se pueden ir deteriorando o desgastando (C), porque al pasar los años se va notando lo que hizo la persona cuando era más joven (J)*”. Alicia expone una conclusión breve, sin datos y basada en la justificación hace referencia a los cuidados en cuanto a la alimentación y actividad física realizada en la juventud. De este modo, y siguiendo los niveles argumentativos de Erduran, et al., (2004), los argumentos que presentan una conclusión o datos y justificación sin refutación se consideran de nivel 2.

Así mismo, en la pregunta problematizadora 5, donde a partir de un caso hipotético en el que Sofía visita sus abuelos y allí se contagia de gripa y luego contagia a su compañera del colegio Andrea, (ver anexo 2) se indaga por: *¿Crees que los compañeros de Sofía y Andrea podrían haberse enfermado también de gripa? ¿Por qué?*, Alicia responde: “*Sí (C) porque la gripa es un germen (J) y si Sofía estornudaba o tosía en clase, sus compañeros podrían obtener este germen (D)*”.

Se evidencia que los datos y la justificación aportados por la estudiante, la ubican en el nivel argumentativo 2 (Erduran et al 2004), pues apoya la conclusión, pero desde un lenguaje cotidiano y vivencial, y así como lo mencionan Sardá y Sanmartí (2000), los

estudiantes “distinguen entre los términos de uso científico y los de uso cotidiano y utilizan palabras «comodín», propias del lenguaje coloquial” (p.405). En el caso de la respuesta de Alicia, la palabra “germen” hace parte del lenguaje cotidiano y lo puede estar utilizando para hacer referencia a un virus o un microorganismo.

### **Momentos 2 y 3 - Intervenciones representativas**

Durante los momentos 2 y 3 de la intervención didáctica se observa en las respuestas de Alicia el progreso en cuanto al modelo explicativo, pero no en el nivel argumentativo como se ejemplifica a continuación.

En el cuestionario escrito 2 (CE2, Momento 3) se observa que Alicia utiliza términos que la ubican en el modelo explicativo celular - molecular, ya que en sus respuestas hace mención de los aminoácidos esenciales y no esenciales y al ARNm que hace copia del ADN, lo cual es acorde a dicho modelo, como se evidencia en la respuestas a las preguntas 2, la cual plantea que si en la fase de transcripción de la síntesis de proteínas la cadena de ARN mensajero tuviera un error en la información. ¿Qué crees que pasaría con la proteína que se va a formar? ¿En qué te basas para dar tu respuesta? y 3, elabora un escrito donde expresas que le podría suceder a tu organismo si le llegara a faltar uno o dos aminoácidos esenciales. Ante estos interrogantes, Alicia responde respectivamente: *“Pues si el ARNm copia mal la información del ADN, no se podría formar la proteína necesaria o la proteína no funcionaría correctamente”* y *“Mi organismo puede que siga funcionando bien porque los aminoácidos esenciales son los que ingerimos (alimentos) estos ayudan a complementar a los aminoácidos no esenciales que son los que nuestras células producen”*.

Es claro que la estudiante maneja términos relacionados al lenguaje científico escolar, lo que concuerda con Buitrago et al., (2013) cuando menciona que “el avance de los estudiantes en sus conocimientos científicos se da de manera paralela a la adquisición de nuevos vocablos y expresiones, es decir, el lenguaje se convierte en la base para conceptualizar y estructurar los contenidos” (p.26). En este caso, para abordar la síntesis de proteínas es necesario manejar los conceptos de ADN, ARN y aminoácidos entre otros, lo que permite que se pueda llegar a estructurar el proceso de síntesis de

proteínas, haciendo uso de lenguaje más especializado. Al comparar las respuestas con el cuestionario inicial, se evidencia el cambio de modelo explicativo, ya que conoce el proceso de formación de proteínas a nivel celular y que los alimentos son los que aportan los aminoácidos esenciales para la formación de las proteínas, dejando atrás el modelo incompleto y de obtención de proteínas a partir de los alimentos.

Por otro lado, la argumentación en este momento de la intervención refleja que Alicia continúa en el nivel argumentativo 2, ya que solo presenta conclusiones, datos y justificaciones (Erduran et al, 2004). Como ejemplo se observa un fragmento de la PO1 - Momento 2, donde ella da su respuesta al interrogante del docente ¿Cuál es la relación entre los ácidos nucleicos y las proteínas?

Alicia menciona

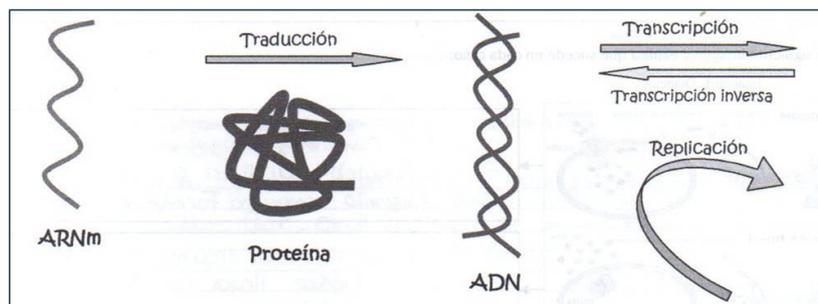
*“Yo considero que las proteínas se producen para-a-a-a ayudar a llevar la información del ADN (C) porque son hechas por la información de este (J)... Y profe pues se crearían como para llevar la información ¿no? (C)... osea porque son creadas a base de esta (J), pues estas ayudan a esparcir los genes (D)”.*

En cuanto a los elementos del argumento de Alicia, se encuentra en la conclusión que, esta identifica el papel del ADN como ácido nucleico en la producción de las proteínas, aunque los datos y justificación que apoyan su conclusión son redundantes y no hace mención del ARN que también es indispensable en la formación de dichas moléculas, tal vez porque le da más importancia a la información contenida en el ADN.

Así mismo, en el CE2, Alicia se ubica en el nivel argumentativo 2 como se ejemplifica a continuación cuando se le pide a la estudiante que escriba acerca de qué le pasaría al organismo si le llegara a faltar uno o dos aminoácidos esenciales. Alicia responde: *“Mi organismo puede que siga funcionando bien (C) porque los aminoácidos esenciales son los que ingerimos (alimentos) (J) estos ayudan a complementar a los aminoácidos no esenciales que son los que nuestras células producen (D)”*. La estudiante conoce de dónde se obtienen los aminoácidos esenciales y no esenciales, pero no responde a lo que se le pregunta; concluye que existe la posibilidad de que su organismo siga funcionando bien, pero no obstante, los datos y justificación que presenta, no apoyan a la conclusión.

**Momento 4 - Cuestionario final CE3 y PO2** En el análisis del instrumento final (CE3) es evidente que la estudiante continúa en el modelo explicativo celular - molecular incluyendo nuevos elementos a su discurso como se observa en la siguiente respuesta a la pregunta 1, en la cual se le pide al estudiante que organice las imágenes según corresponda al proceso de síntesis de proteínas y describa la secuencia que organizó.

Figura 14. Secuencia en desorden de la síntesis de proteínas.



Elaboración propia

Alicia organiza de la siguiente manera: 1. ADN, 2. ARNm, 3. transcripción, 4. traducción, 5. proteína; y en la descripción responde: *“El ADN se encuentra dentro del núcleo de la célula, allí llega el ARNm a copiar la información (Transcripción), luego el ARNm sale hacia el citoplasma, en el citoplasma están los ribosomas, los ribosomas cogen los aminoácidos y empiezan a formar una cadena polipeptídica para así formar la proteína (Traducción)”*.

Si bien es cierto que esta pregunta tiene tendencia a buscar una respuesta memorística, se evidencia en términos generales que, la estudiante conoce el proceso de la síntesis de proteínas y logra integrar los elementos proporcionados en el enunciado e identificar donde ocurre este proceso. De igual modo, a partir de la respuesta a la pregunta 4 (CE3), se evidencia que también conoce de dónde se obtiene parte de la materia prima para la producción de las proteínas en la célula. En esta pregunta se expone el caso del señor Roberto que se quiere volver vegetariano por respeto a los animales y su esposa no está de acuerdo, ya que los alimentos de origen animal son necesarios para el organismo (ver anexo 4) y se pregunta al estudiante si está de acuerdo con don Roberto o su esposa y por qué. A este cuestionamiento, Alicia responde: *“Estoy de acuerdo con la esposa, porque él necesita ingerir estos alimentos ya que estos tienen aminoácidos y*

son necesarios para que su organismo funcione bien y para que ayude a favorecer el proceso de la síntesis de proteínas”.

La estudiante en sus respuestas hace uso de lenguaje científico escolar utilizando terminología acorde al proceso de la síntesis de proteínas, evidenciando así, la apropiación del modelo explicativo celular-molecular y comprendiendo el papel de la alimentación como fuente de aminoácidos esenciales para la producción de proteínas a nivel celular; y a pesar de que no manifiesta la importancia de otros grupos de alimentos como fuente de aminoácidos, se puede concluir que tiene manejo del proceso y lo considera necesario para el funcionamiento del organismo.

Por otro lado, los argumentos expuestos por Alicia, muestran que continúa en el nivel argumentativo 2, como se muestra en su respuesta a la pregunta 4 (referenciada en el párrafo anterior) del CE3: *“Estoy de acuerdo con la esposa (C), porque él necesita ingerir estos alimentos (J) ya que estos tienen aminoácidos (D) y son necesarios para que su organismo funcione bien y para que ayude a favorecer el proceso de la síntesis de proteínas (J)”*; se observa un avance en la coherencia de sus respuestas y la relación que se presentan entre la conclusión, los datos y la justificación.

Otro ejemplo se analiza en la respuesta a la pregunta 6 (CE3), la cual plantea en su enunciado: *Imagina que eres docente de ciencias naturales de quinto grado, y Juanito pregunta por qué a su mamá el médico le dijo que debía tomar colágeno para mejorar la elasticidad de sus articulaciones su piel, y si él también tendría que tomar colágeno porque no quiere que le duelan las rodillas y se arrugue su piel. ¿Cuáles serían las razones que le darías a Juanito de la necesidad de colágeno que tiene su mamá? ¿Juanito también tendría que tomar colágeno? ¿Por qué?*

Alicia sostiene que

*“La mamá de Juanito necesita colágeno (C) tal vez para que su piel no se arrugue, sus huesos sean más fuertes, sus uñas y cabello sean más resistentes y no sufra de dolor en sus tendones (D) por la edad (C). Juanito aún no debería tomar colágeno (C) porque es un niño y su organismo debe estar funcionando adecuadamente (J), su piel no está arrugada, su cabello debe estar fuerte, sus uñas también, los tendones no le deben doler entre otras cosas (D)”.*

Aunque la estudiante toma algunos elementos del enunciado para dar su respuesta, asocia la necesidad de consumir colágeno con la edad, y concluye que la mamá de Juanito debe ingerir la proteína porque presenta dolencias por dicha causa. Además, considera que Juanito no debe tomar esta proteína, debido a que su cuerpo la produce de forma natural “*su organismo debe estar funcionando adecuadamente*” porque es un niño; con esta respuesta Alicia da a entender que con el aumento de la edad el organismo no produce con la misma eficiencia esta proteína, lo cual no es del todo falso.

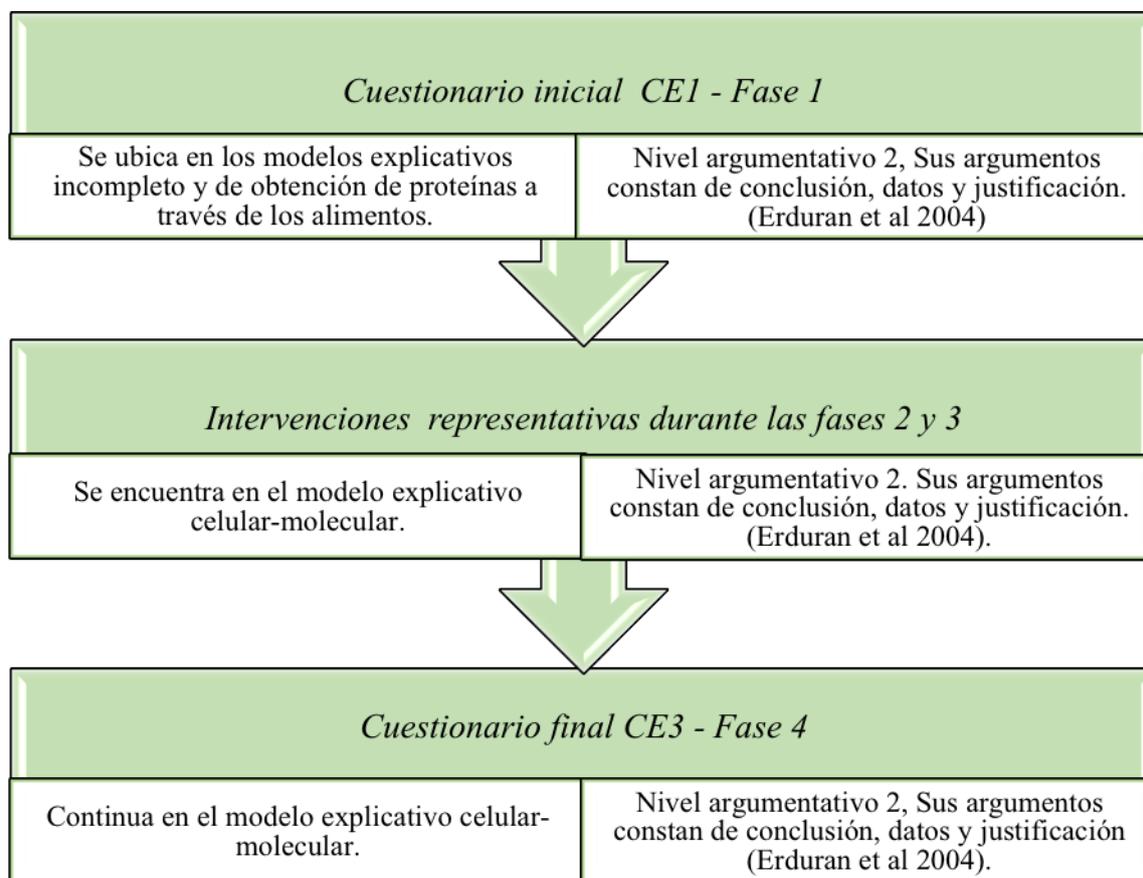
Durante la PO2 (Momento 4) Alicia concluye que la función de las proteínas en el organismo es importante para que éste funcione bien y manifiesta que su aprendizaje fue sencillo, pero aun así continúa en el nivel argumentativo 2 como se evidencia a continuación:

Docente: ¿Que conclusión pueden darnos del tema en general? ¿Quién empieza?

Alicia: *Pues... si, como decía... mi compañera, es importante saber cómo funcionan las proteínas en nuestro organismo ... y me parece muy importante conocer el proceso de la síntesis....(C) y lo aprendimos de una manera muy sencilla que todos quedamos como que... así de fácil es,(D) y es algo complejo pero lo aprendimos de una manera sencilla (C) y las proteínas si no estuvieran en nuestro organismo pues... pues nuestro organismo no funcionaría sin ellas(J).*

Por último, se puede evidenciar en la figura 15 el proceso de Alicia antes, durante y en la finalización de la intervención didáctica.

Figura 15. Proceso de Alicia durante la intervención didáctica.



Elaboración propia.

Respecto a los modelos explicativos, la estudiante muestra una transición de dos modelos iniciales, del incompleto y de obtención de proteínas a partir de los alimentos al modelo celular-molecular, proceso corroborado a partir de sus intervenciones escritas y orales durante el proceso, lo que da cuenta que estas explicaciones fueron apropiadas por la estudiante, modificando sus conocimientos iniciales. Por otro lado, en la estructura argumentativa no hubo cambio de nivel, ya que durante la intervención didáctica la gran mayoría de sus respuestas eran de nivel 2 (Erduran et al 2004), y aunque esto se evidenció en los elementos que aportó a sus argumentos, también se debe resaltar una mayor cohesión entre dichos elementos y la apropiación de términos del lenguaje científico escolar para su construcción.

## 8.2.2 Caso 2. Marcela

### Momento 1- CE1

Teniendo en cuenta los datos del CE1, Marcela se ubica en dos modelos explicativos: el de obtención de proteínas a partir de los alimentos y el modelo asociado a los órganos, ya que integra elementos de ambos modelos en sus respuestas. En cuanto a su estructura argumentativa, se encuentra en el nivel 1 (Erduran et al., 2004), pues sus argumentos están conformados por datos o conclusiones y algunos por datos y conclusiones pero que no son coherentes entre sí, como se evidencia más adelante.

Con relación a los modelos explicativos, éstos se ejemplifican teniendo en cuenta la respuesta a la pregunta 1, donde se indaga por un caso hipotético en el que la estudiante amanece un día con 40 años más, y la pregunta 6 que busca identificar si la estudiante cree que existe algún proceso en el organismo en el que se producen sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento del cuerpo (ver anexo 2).

Marcela argumenta:

*“Tendría 56 años me veo como una señora de edad con un organismo bien por el alimento que diariamente y por lo deportivamente uno come sano. Creo que lo veo bien, por el buen trato que le doy y le doy a mi cuerpo”, y “Gracias al corazón tenemos nuestra sangre limpia y la esparcen el todo nuestro cuerpo. El cerebro maneja la función del sentido y los nervios dan una señal para que el cerebro de una señal; sentimos cuando tenemos alegría liberamos xitosina”.*

Se evidencia en los escritos de Marcela el uso de lenguaje común con respuestas poco estructuradas que a grandes rasgos permiten interpretar lo que expresa. En este caso, alude a los alimentos y a varios órganos el buen funcionamiento de su organismo, lo que la ubica en los modelos explicativos anteriormente expuestos; también se evidencian dificultades de redacción. Se puede inferir que su respuesta está basada en la experiencia personal, tal vez por ser deportista (practicante de taekwondo) y la especificidad que esto trae en su alimentación.

Con respecto a la estructura argumentativa en este primer momento, Marcela se

encuentra en nivel 1, como se evidencia en la mayoría de sus respuestas. Aquí tomamos como ejemplo la respuesta a la pregunta 2 (CE1) donde se le indaga sobre los efectos de la edad en las rodillas y demás articulaciones (ver anexo 2).

Marcela menciona que:

*“Los líquidos de las rodillas y articulaciones a medida y vamos volviéndonos adultos de va acabando y los huesos de la rodilla van teniendo más contacto (C), el ligamento es una especie de baba que se crea mediante proteínas, hierro, calcio y también vitaminas (D), a medida del tiempo se va desgastando y viene el problema de los huesos (C)”*

En este argumento, Marcela integra la conclusión y los datos únicamente, y aunque se presentan errores de escritura y ortografía, es claro que la estudiante a pesar de manejar un lenguaje común estructura su respuesta a partir de las vivencias cotidianas y maneja elementos que la acercan al lenguaje científico escolar, pero posiblemente no cuenta con el vocabulario suficiente para expresar sus ideas a través de este tipo de lenguaje (Sardá y Sanmartí, 2000).

Otra de las respuestas de Marcela que evidencia su pertenencia al nivel 1 de argumentación, es la respuesta que estructura para la pregunta 4 (CE1), en la cual se plantea el caso de Sofía, quien visita sus abuelos y allí se contagia de gripa y luego contagia a su compañera del colegio Andrea (ver anexo 2). Se le cuestiona a Marcela sobre cuál es la razón por la que Sofía se alivió tan rápido y sin el uso de medicamento. Frente a este cuestionamiento, Marcela responde *“Por su reposo en la cama (C) para que se regeneraran (D) y la vevida caliente también ayudó para el reposo en cama ayuda bastante (C)”*;

Aquí la estudiante retoma la información del enunciado para elaborar su respuesta, pero no aporta elementos relevantes para la justificación de su argumento; se evidencia en el ejemplo citado “la producción de enunciados ambiguos e incongruentes” (Sardá y Sanmartí, 2000, p.421) marcados por las experiencias cotidianas de Marcela, ya que el reposo y la bebida caliente puede ser una creencia originada por la influencia familiar, la sociedad o incluso los medios de comunicación (Mora, 2002).

### **Momentos 2 y 3 - Intervenciones representativas**

Durante los momentos 2 y 3 de la intervención didáctica, Marcela se encuentra en dos modelos explicativos, el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos y el modelo celular - molecular, ya que en sus respuestas hace mención a elementos propios de cada modelo como se ejemplifica en las respuestas a la pregunta 3 (CE2) donde la estudiante debe expresar que le puede suceder a su organismo si le faltan uno o dos aminoácidos esenciales y la pregunta 6 donde se indaga si conocer sobre la síntesis de proteínas aporta a la vida cotidiana, Marcela responde respectivamente:

*“Las proteínas se van formando por que comienza el ADN y luego el ARNm después el ARNt en si el lleva un aminoácido esencial pero para complementar el aminoácido le pide al de ARNt para construir correctamente, pero sino están o sea llegaran a faltar, no se podrían construir las proteínas y solo estarían las proteínas del cuerpo que las produce ellas mismas”* y *“Bueno claramente como deportista que soy yo estaba dejando de comer para competir en las peleas y poniendo cuidado a una de las clases mi cuerpo no se alimenta no va a recoger las proteínas que necesita correctamente. Entonces es regular la comida y comer sano para que haiga de donde recoger proteínas, de las que aparte da el cuerpo”*.

En este caso, la estudiante manifiesta que se debe alimentar para *“recoger las proteínas que necesita”* y *“comer sano para que haiga de donde recoger proteínas”*, sin tener en cuenta que los alimentos, incluidos los de origen animal, a partir de la digestión son hidrolizados a aminoácidos que posteriormente pasan a las células para que sean utilizados en la síntesis de proteínas (Giraldo 2014). Por otro lado, integra a grandes rasgos, conceptos propios de la síntesis de proteínas como el ADN, ARN mensajero, ARN de transferencia y los aminoácidos, sin identificar el papel de cada uno de estos en el proceso; lo anterior demuestra que aún no diferencia entre las proteínas obtenidas a partir de la síntesis de proteínas, su proceso de formación, ni las proteínas ingeridas en los alimentos; asimilando el proceso desde sus conocimientos cotidianos (Pozo y Gómez, 2006).

En cuanto a la estructura argumentativa se evidencia un aumento de nivel, ya que

Marcela pasa del nivel argumentativo 1 al 2. Para ello se reconocen dos intervenciones significativas en el análisis: la primera corresponde a la PO1 (momento 2), donde la estudiante manifiesta ante la importancia de la producción de las proteínas en las células, Marcela sostiene que

*“Se producen para mantener vivas las células (C)... para llevar las proteínas ya producidas a las células que se podrían dañar o que tengan algún problema (D) y lo que hacen es llevar las proteínas para que el cuerpo este fuerte y nutrido (J), si las proteínas no fueran producidas nuestro cuerpo se podría dañar, entonces eso (C)”.*

El argumento de la estudiante es claro, y evidencia la importancia de las proteínas a nivel celular y del funcionamiento del organismo, a pesar de que lo hace desde el lenguaje común.

Otro ejemplo corresponde a la pregunta 2 (CE2 - momento 3): si en la fase de transcripción de la síntesis de proteínas la cadena de ARN mensajero tuviera un error en la información. ¿Qué crees que pasaría con la proteína que se va a formar? ¿En qué te basas para dar tu respuesta? Marcela responde: *“Si al momento de estar formando la proteína pasa un error(D) el proceso se destruye, pero no la secuencia (C). Porque luego se vuelve a construir otras bases para hacer la proteína (J) y la otra que tuvo un error se desecha (C)”.* La estudiante presenta un argumento algo confuso, pero da a entender que si llegase a suceder un error en la formación de la proteína esta sería desechada y el proceso iniciaría nuevamente, cuestión que no es del todo falsa.

En efecto, las producciones argumentativas de la estudiante presentan elementos como conclusión, datos y justificación, lo que la ubican en el nivel argumentativo 2 y aunque muestra un avance con respecto a la fase 1, son pocos los elementos que utiliza del lenguaje científico escolar, esto puede ser porque busca “razones en sus preconcepciones más que en los modelos de la ciencia” (Sardá y Sanmartí, 2000, p. 421).

#### **Momento 4 - Cuestionario final CE3 y PO2**

En el momento final de la intervención didáctica, Marcela continúa entre los modelos explicativos de obtención de proteínas a partir de los alimentos y el modelo celular -

molecular. En cuanto a la estructura argumentativa la estudiante elabora argumentos de nivel 2 (Erduran et al 2004).

Para el análisis de modelos explicativos y nivel argumentativo, se toman como ejemplo las respuestas a las preguntas problematizadora 4 y 5 del CE3 y un fragmento de la PO2. En la pregunta 4 se expone el caso de don Roberto que por respeto a los animales se quiere volver vegetariano y su esposa no está de acuerdo con él, porque los alimentos de origen animal son importantes para su salud y se pregunta al estudiante con quien está de acuerdo, con don Roberto o con la esposa; Marcela responde a la pregunta 4 *“Con su esposa, porque las verduras o solo lo que su esposo consume no es suficiente para lo que el cuerpo pide. Los vegetales traen proteínas, la leche el pollo, carne tienen más que todos los vegetales que puedes comer”* de lo que se puede extraer que prevalece el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, cuando dice *“Los vegetales traen proteínas, la leche el pollo, carne tienen más que todos los vegetales que puedes comer”* y aunque en su respuesta a la pregunta 5 se entiende que identifica un proceso de formación de proteínas en las células *“pues en nuestras células ya están formadas las proteínas”*, sus respuestas en términos generales se enfocan en el primer modelo desarrollado, lo cual establece una tendencia hacia el conocimiento inicial de la experiencia cotidiana, la cual se encuentra arraigada en la estudiante (Pozo, 1999, citado en Marín, 2003).

Por otra parte, Marcela presenta argumentos constituidos por conclusión, datos y justificación, como se muestra en la respuesta a la pregunta 4: *“Con su esposa (C), porque las verduras o solo lo que su esposo consume no es suficiente para lo que el cuerpo pide (J). Los vegetales traen proteínas, la leche el pollo, carne tienen más que todos los vegetales que puedes comer (D)”*. Se evidencia mayor coherencia en el argumento de la estudiante, comparado con los argumentos de los momentos 1 y 2.

En cuanto a la pregunta 5, se expone el caso de la hemofilia, su causa y consecuencias (ver anexo 4), además se presenta la siguiente tabla que muestra el nivel de gravedad de la hemofilia y a partir de esto se pregunta:

Tabla 13. Rangos para la hemofilia

Nivel	Porcentaje de actividad normal de factor en la sangre	Número de unidades internacionales (UI) por mililitro (ml) de sangre entera
Rango normal	50%-150%	0.50-1.5 UI
Hemofilia leve	5%-40%	0.05-0.40 UI
Hemofilia moderada	1%-5%	0.01-0.05 UI
Hemofilia severa	por debajo del 1%	por debajo del 0.01 UI

Tomado de: <https://www.wfh.org/es/page.aspx?pid=780>

Un paciente hemofílico leve, ¿Produce factores de coagulación?, ¿Qué nos puede decir esto de la producción de estas proteínas en la célula?

En cuanto a la respuesta de la pregunta 5 Marcela manifiesta: *“Si produce factores de coagulación (C), las proteínas son las encargadas de complementar nuestras células para que efectúen un buen funcionamiento (D), pues en nuestras células ya están formadas las proteínas (J)”*. Aunque en su respuesta evidencia la interpretación que realizó de los datos de la tabla, no hace referencia directa a los factores de coagulación, si no a las proteínas en general, esto puede ser porque no interpretó bien la segunda parte de la pregunta o tal vez este tipo de preguntas sean muy complejas para ella.

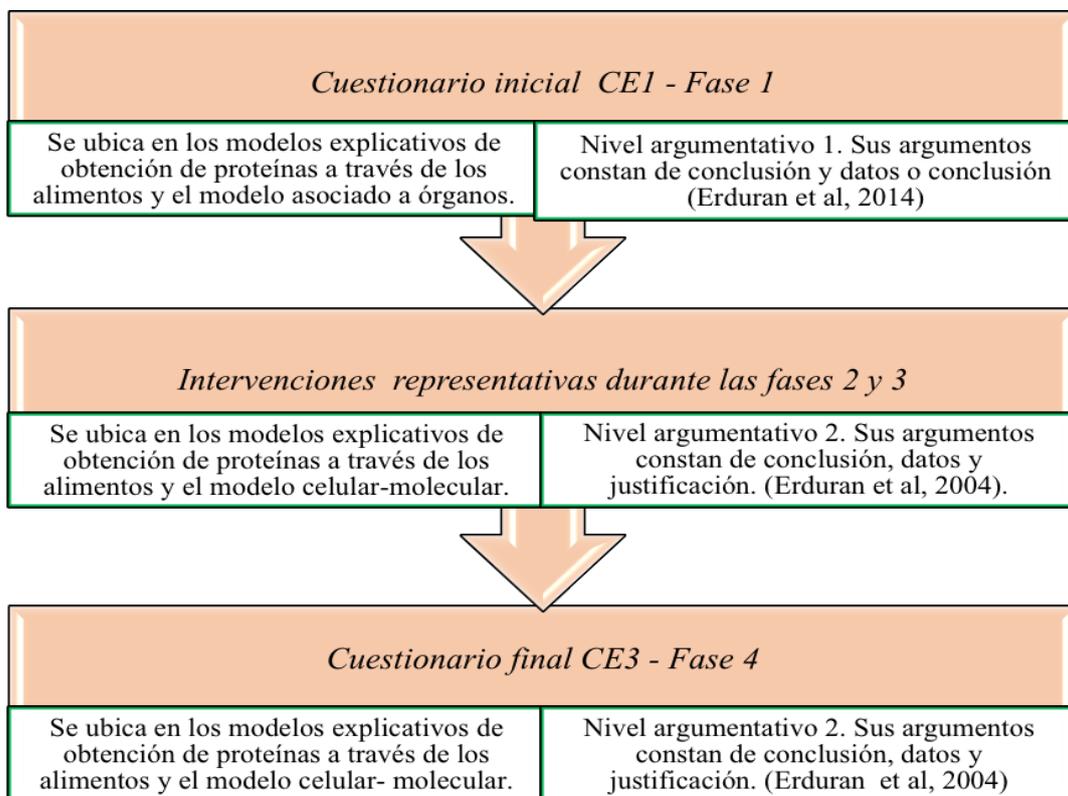
En la PO2, Marcela concluye que la alimentación balanceada es indispensable para la obtención de las proteínas que el organismo necesita y así pueda llevar a cabo un buen funcionamiento; esto la ubica en el modelo explicativo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, y aunque la estudiante también manifiesta conocer el proceso de la síntesis de proteínas a nivel celular no descarta el de los alimentos, presentando resistencia al cambio conceptual (Pozo y Gómez 2006) y asociando este modelo a su experiencia deportiva, lo cual se puede presentar porque la estudiante tiene ideas propias acerca del funcionamiento de su organismo y esto ejerce “una potente influencia que puede limitar el proceso de aprendizaje” (Mora, 2002, p.78) sobre el tema en cuestión.

Respecto a la estructura argumentativa, se corrobora el nivel 2 como se evidencia en el siguiente fragmento del PO2, al solicitarse una conclusión general de la temática abordada en clase:

“yo por mi deporte estaba dejando de comer para algunas competencias (J) y cuando peleaba me sentía super acabada (D)... y pues obvio, las proteínas... lo que estaba dejando de comer no me daba lo que necesitaba, como las proteínas que necesitaba para dar la energía que necesitaba en ese momento (D)... y sí... y la cosa es comer bien... comer bien, no comer arto, saber que comer, comer lo necesario y algo que a uno le produzca las suficientes proteínas pa que el cuerpo de lo que uno necesita... pues eso me enseñó (C).

Se evidencia en la respuesta de la estudiante que considera las proteínas solo como fuente de energía, dejando de lado las demás funciones que pueden tener estas moléculas como enzimáticas, hormonales y estructurales entre otras; y aunque no menciona los demás grupos de alimentos como los carbohidratos, grasas etc, da a entender cuando expresa “comer bien, no comer arto, saber que comer” que tener una alimentación balanceada es importante para el organismo.

Figura 16. Proceso de Marcela durante la intervención didáctica



Elaboración propia.

Finalmente se observa en la figura 16, el proceso llevado por Marcela antes, durante y finalizando la intervención didáctica y es claro que el modelo explicativo predominante es el de obtención de proteínas a partir de los alimentos, modelo con el cual inició la estudiante y como lo mencionan Tamayo et al, (2014) “difícilmente desaparecen de la estructura cognitiva del sujeto” (p.131); ya que en las fases analizadas lo manifiesta mediante sus respuestas; y aunque el modelo celular - molecular también está presente, no es tan frecuente, ni adopta muchos términos propios del lenguaje científico escolar, tal vez porque los conocimientos que tiene la estudiante son estables y persisten al cambio, convirtiéndose esto en un obstáculo de aprendizaje (Ausubel, 1986, Pozo, 1989 en Mora 2002) respecto a la síntesis de proteínas; o esto también se pueda adjudicar a que la estudiante se encuentra en proceso de transición de modelo explicativo (Pájaro y Trejos, 2017). O esto se relacione a su arraigo al conocimiento cotidiano, debido a los discursos que circulan en su práctica deportiva los cuales considera acertados, además puede que Marcela no vea incompatibles los modelos de obtención de proteínas a partir de los alimentos y el modelo celular – molecular, por lo cual desliga lo celular de la obtención de proteínas a nivel macro.

Por otro lado, la estructura argumentativa inicial fue nivel 1 (Erduran et al 2004), luego paso al nivel 2 en la gran mayoría de sus intervenciones, el cual mantuvo hasta finalizar la intervención didáctica; es de resaltar que la estudiante presenta dificultad en la redacción y coherencia al momento de manifestar y ordenar sus ideas de forma escrita, cuestión que ella reconoce y manifiesta querer mejorar y que posiblemente influyó en el nivel argumentativo alcanzado.

### 8.2.3 Caso 3. Hugo

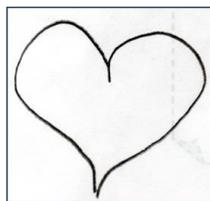
#### **Momento 1- CE1**

Con relación a Hugo durante el primer momento, se observa que no se encuentra en ninguno de los modelos explicativos asociados a la síntesis de proteínas que hemos descrito (modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, modelo asociado a los órganos, modelo incompleto o modelo celular – molecular), ya que en sus respuestas no manifiesta ningún término relacionado a estos o que brinde indicios sobre ellos.

Respecto al nivel argumentativo, las respuestas dadas por el estudiante se ubican en el nivel 1, ya que en su mayoría constan de datos o conclusión y algunas de sus respuestas no se relacionan con la pregunta. Así se puede ver en la respuesta a la pregunta 6 (CE1) que indaga si el estudiante cree que existe algún proceso en el organismo para producir sustancias para el funcionamiento de este, a lo que el estudiante responde *“El corazón nos transmite emociones, amor hacia una o más personas sea hombre o mujer, familia o algún amigo(a), demostramos nuestros sentimientos frecuentemente para ser mejor persona(D)”*.

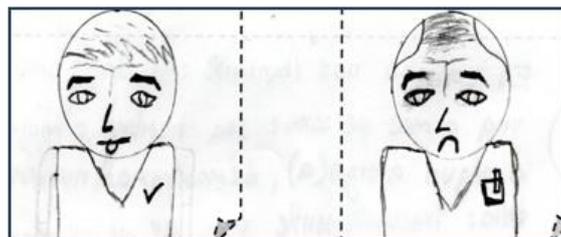
Cuando se le solicita al estudiante que elabore una representación y que sustente su respuesta a la pregunta 6 (CE1), la representación que este hace no da razón de lo solicitado. Se puede inferir que considera que dicho proceso ocurre en un órgano, en este caso el corazón, pero cuando se lee la respuesta que acompaña la representación se evidencia que no hay coherencia entre la pregunta y la respuesta dada.

Figura 17. Representación Hugo, pregunta 6 CE1



Con relación a la pregunta 1 (CE1), Hugo representa cómo se visualiza a los 15 años y también 40 años mayor, argumentando a cuáles y a qué pueden deberse las diferencias en dichas representaciones.

Figura 18. Representación Hugo pregunta 1 CE1



Hugo responde que:

*“A los 15 años nuestros huesos y articulaciones soportan caminar, trotar y correr (D). No somos tan malgeniados, arrogantes y no divertidos (D). A los 55 años se nos comienza a caer el pelo, pestañas, cejas se nos comienza a arrugar la piel los huesos y articulaciones se comienzan a debilitar (C)”*.

Se evidencia en los datos y conclusión, así como en la representación que hace el estudiante, los cambios físicos como la calvicie, las arrugas y la debilidad que se pueden asociar a la vejez y comportamentales como el mal genio, la arrogancia y el aburrimiento, cuestiones que Hugo asocia al aumento de la edad y que muy seguramente ha observado en sus familiares o adultos cercanos; lo que es coherente con lo manifestado por Pozo y Gómez, (2006) al afirmar que los estudiantes llegan a las aulas de clase con creencias que socialmente los influencia y están relacionadas con muchas situaciones de la vida cotidiana.

### **Momentos 2 y 3 - Intervenciones representativas**

Durante los momentos 2 y 3 de la intervención didáctica se identifica que Hugo se encuentra en el modelo explicativo de obtención de proteínas a partir de los alimentos y el modelo explicativo celular - molecular y en el nivel argumentativo 2, ya que predominan las respuestas con datos, conclusión y justificación (Erduran et al, 2004).

Con relación al modelo explicativo, en la respuesta dada en la PO1 (momento 2) se hace evidente que el estudiante conoce de dónde sale la información que codifica las proteínas y el lugar de formación de éstas (Contreras, 2017), acercándose al lenguaje científico escolar, como se muestra a continuación:

Docente: ¿Cuál es la relación entre los ácidos nucleicos y las proteínas?

Hugo: *Estooo ... que los ácidos nucleicos son los que controlan las proteínas ... y son los que ayudan al buen funcionamiento del organismo... el ADN almacena información de genes y la codificación de las proteínas y el ARN lleva la información a los ribosomas que es el lugar de la síntesis de proteínas.*

Respecto al nivel argumentativo, en el CE2 (momento 3) se ejemplifica a partir de la

pregunta 1, que el estudiante incluye en sus argumentos conclusión, justificación y datos coherentes entre sí, resaltando la importancia de las proteínas producidas a partir de la síntesis de estas a nivel celular en el funcionamiento del organismo. Como se muestra a continuación: ¿Por qué crees que la síntesis de proteínas es un proceso vital para el organismo?. A lo que Hugo responde:

*“Porque las proteínas son una pieza fundamental para nuestro organismo (C), ya que ellas son las encargadas de que nosotros podamos hacer actividades físicas, mentales. También para el fortalecimiento de nuestras articulaciones (J) Ejm, para la caída del pelo, ellas evitan que a temprana edad nos salgan canas, o que se nos caiga (D)”*.

De igual manera, en la pregunta 6 (CE2) ¿Consideras que conocer sobre la importancia y funcionamiento de la síntesis de proteínas aporta a tu vida cotidiana?, el estudiante afirma:

*“Si, en muchos sentidos (C), ya que este tema nos ayuda a conocer más sobre nuestra nutrición (J), que alimentos debemos comer (ingerir), para tener una dieta balanceada, como vegetales, frutas y demás (D), también este tema es muy importante, ya que nos ayuda a conocer más sobre nuestro organismo (J)”*.

Es notable el cambio entre la primera y la segunda fase en cuanto a las respuestas de Hugo, ya que son más coherentes y relacionadas con lo que se pregunta, y aunque solo se encuentra en nivel argumentativo 2 se evidencia una mejor estructura argumentativa donde integra elementos del modelo explicativo celular- molecular en sus respuestas, aunque también exprese en algunas de estas el modelo sobre la obtención de proteínas a partir de los alimentos.

#### **Momento 4 - Cuestionario final CE3**

En el momento final, el estudiante logra afianzarse más en el modelo explicativo celular molecular como se evidencia en su respuesta a la pregunta 1 (CE3), donde se le solicita que organice las imágenes (ver anexo 4) según la secuencia de formación de la síntesis de proteínas y posteriormente explicar el proceso.

Hugo responde:

“El ADN se encuentra dentro del núcleo de la célula, allí llega el ARN m va a copiar la información, luego el ARNm sale hacia el citoplasma, en el citoplasma están los ribosomas, los ribosomas cogen los aminoácidos y empiezan a formar una cadena polipeptídica para así formar la proteína”.

Con esta afirmación, refleja que el proceso de síntesis de proteínas se lleva a cabo a nivel celular y que además se ven involucrados los ácidos nucleicos para dicho proceso; por ende utiliza elementos propios del modelo explicativo celular - molecular, y aunque no detalla el paso a paso del proceso, evidencia que identifica la secuencia para la formación de las proteínas haciendo uso del lenguaje científico escolar, jugando este un papel fundamental que enriquece la capacidad argumentativa del estudiante (Restrepo, Guzmán y Romero, 2013, citado en Olaya, 2017).

En cuanto a la estructura argumentativa, Hugo continúa en el nivel 2 (Erduran et al, 2004), ya que se evidencian en la gran mayoría de sus intervenciones escritas y orales, elementos como datos, conclusión y justificación como se ejemplifica a continuación teniendo en cuenta la pregunta problematizadora 2 (CE3).

En esta pregunta, se expone el caso de Mariana, una señora con antecedentes familiares de diabetes, la cual desea saber si obligatoriamente debe inyectarse insulina o puede consumir alimentos que le aporten los aminoácidos para volver a producir insulina de forma natural (ver anexo 4). Frente a esta situación, Hugo considera que *“Es mejor que se inyecte la insulina (C), ya que la inyección es más rápida y sencilla, mejora la asimilación celular frecuentemente (J). Y respecto a los alimentos, también es una forma correcta para la composición de insulina (D)”*.

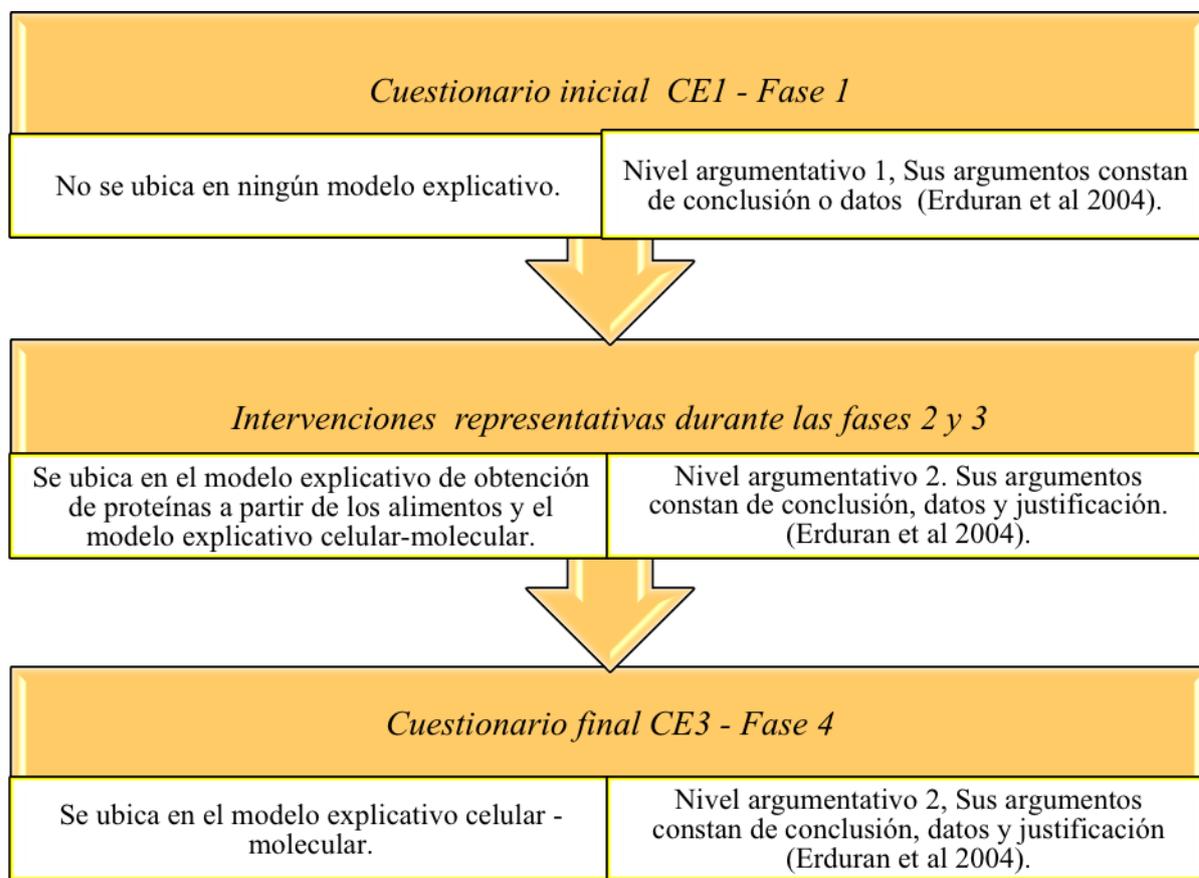
Se evidencia en la respuesta una conclusión clara, coherente con la pregunta, al igual que la justificación que presenta y a partir de los datos se puede inferir que considera las dos posibles soluciones como válidas, pero le da prioridad a la inyección. Aquí el estudiante está haciendo uso de lo que posiblemente ha observado en su contexto cercano o porque lo considera más efectivo, ya que al tratar de comprender la situación

y explicarla toma elementos de su interacción con la sociedad (Mora, 2002).

Otro ejemplo interesante para identificar el nivel argumentativo del estudiante se da con la respuesta a la pregunta 6 (CE3), cuyo contexto invita al estudiante a imaginar que es docente de ciencias naturales y Juanito comenta el caso de su mamá, cuando el médico le dijo que tomara colágeno (ver anexo 4), las preguntas formuladas a partir de este caso son: ¿Cuáles serían las razones que le darías a Juanito de la necesidad de colágeno que tiene su mamá? ¿Juanito también tendría que tomar colágeno? a lo que Hugo responde: *“Porque la mamá va envejeciendo (C) y tras envejecer se va desgastando dichas articulaciones (J), más tarde va a sentir dolores en la columna, rodillas, codos y va a comenzar a arrugarse la piel (D). Juanito debe tomar colágeno desde pequeño (C), para que más adelante no valla a sufrir por la cadera, columna, dolor de huesos y en las articulaciones como rodillas, codos, tobillo, dedos. También para la caída del cabello, cejas y el arrugamiento de la piel (J)”*.

Para responder, Hugo toma elementos del enunciado y añade otros como *“dolor de huesos”*, *“También para la caída del cabello, cejas”*, pero presenta conclusiones y justificaciones claras como la necesidad de colágeno de la mamá de Juanito se debe al envejecimiento y luego afirma que Juanito debe tomar colágeno desde pequeño y lo justifica como prevención para la adultez; tal vez asocia el consumo de colágeno a los discursos manejados culturalmente por nuestros padres, donde “tomar vitaminas” es aconsejado para la prevención de enfermedades en la adultez y vejez. Aun así, se evidencia el avance del estudiante en la elaboración de sus argumentos.

Figura 19. Proceso de Hugo durante la intervención didáctica



Elaboración propia.

Finalmente, se observa en la figura 19 el proceso de Hugo desde la implementación del cuestionario inicial, hasta la culminación de la intervención didáctica. En el cuestionario inicial el estudiante no se ubica en ningún modelo explicativo sobre síntesis de proteínas, y en cuanto a la estructura argumentativa se encontraba en el nivel 1 (Erduran et al 2004); posteriormente y durante la intervención didáctica y en el cuestionario final se observa que Hugo se ubica en el modelo explicativo celular - molecular y el nivel argumentativo 2, en el cual hubo progreso en la gran mayoría de respuestas, las cuales eran coherentes con lo que se preguntaba, mejorando respecto al momento inicial. Esto se constituye en un resultado favorable, debido a que en los momentos analizados el estudiante presenta un acercamiento paulatino al modelo explicativo celular - molecular (Martínez, 2018). De ahí la importancia de identificar los modelos explicativos elaborados por los estudiantes durante el proceso de aprendizaje (Orrego et al., 2016).

#### 8.2.4 Caso 4. Isabel

##### **Momento 1- CE1**

Durante el cuestionario inicial, Isabel se encuentra en el modelo explicativo incompleto y en cuanto a la estructura argumentativa, las respuestas en su mayoría son de nivel 1, debido a que presenta datos y conclusión o solo datos o conclusión. (Erduran et al., 2004).

Para ejemplificar el nivel argumentativo y modelo explicativo se toma la pregunta 6, la cual indaga si la estudiante cree que existe algún proceso en el que se producen sustancias en su organismo para el funcionamiento de este, a lo que Isabel responde: *“si se desarrollan sustancias en mi cuerpo aves las personas cambian de temperamento (C): puede estar bien unas horas y ya a las otras esta con otro humor (D)”*, la estudiante presenta en la estructura argumentativa conclusión y datos únicamente. se evidencia que interpreta situaciones desde sus conocimientos previos, ya sea por experiencia personal y vivencias diarias (Olaya, 2017) o de forma intuitiva, teniendo *“sus propios modelos o representaciones de la realidad”* (Pozo y Gómez, 2006, p.7).

Aunque no menciona de forma explícita ningún proceso, es evidente que reconoce que algunos cambios sucedidos en el organismo, como el cambio de temperamento son a causa de procesos biológicos donde hay producción de sustancias específicas que de una u otra manera influyen en la persona, haciendo con esto alusión al modelo explicativo incompleto.

Otro ejemplo del nivel argumentativo 1 y que continúa evidenciando la relación con el contexto, ya que menciona situaciones específicas (Pozo y Gómez, 2006) se ve en la siguiente pregunta: Imagina que una mañana al verte al espejo, te das cuenta de que eres 40 años mayor que la noche anterior. ¿Qué crees que sucede con tus rodillas y articulaciones con el aumento de la edad? explica. A lo que Isabel responde: *“Al tener una edad mayor ya sea una persona de 50 y que tenga sobrepeso se les puede acabar un líquido o una especie de baba que se encuentra en las rodillas y por este dolor le puede afectar el paso al andar (D)”*. Posiblemente la respuesta de la estudiante se basa en la vivencia de algún familiar, ya que es muy específica al mencionar el sobrepeso, el

líquido de las rodillas (líquido sinovial) y el posible dolor que esto genera al caminar. En el argumento que brinda la estudiante solo se encuentran datos haciendo referencia a una persona mayor, tal vez asume que esto es lo que le puede suceder a ella cuando tenga esa edad.

### **Momento 2 y 3 - Intervenciones representativas**

Durante este momento de la intervención didáctica, Isabel se encuentra en el modelo explicativo celular - molecular y sus argumentos pasan a ser de nivel 2 (Erduran et al, 2004) en la mayoría de sus respuestas, ya que se componen de conclusión, datos y justificación.

De acuerdo con lo anterior, se ejemplifica para nivel argumentativo y modelo explicativo con la respuesta a la pregunta 2 (CE2) que indaga, si en la fase de transcripción de la síntesis de proteínas la cadena de ARN mensajero tuviera un error en la información. ¿Qué crees que pasaría con la proteína que se va a formar? ¿En qué te basas para dar tu respuesta?, Isabel responde:

*“No se formaría la proteína (C) porque el ARNm es el que lleva la información para hacer la proteína (J) y si lleva mal la información no se haría la proteína hasta que la información sea correcta, mi respuesta se basa en un restaurante ejemplo: si una cliente me pide algo y yo voy y doy la información que no es simplemente no se llevaría el pedido hasta que esté bien la información” (J).* En cuanto a la estructura argumentativa, se identifica conclusión, justificación y datos, además, la estudiante utiliza un ejemplo para justificar lo que expresa, estableciendo una relación entre el conocimiento científico y su cotidianidad. (Sardá y Sanmartí, 2000).

En cuanto al modelo explicativo, Isabel da a entender que el ARNm lleva una copia del ADN para formar la proteína, y si este mensaje no es correcto la proteína no se va a formar, además, hace uso de una analogía aplicada a su contexto diario (negocio familiar), siendo ella el ARNm, la cliente el ADN y en la cocina que sería el ribosoma se formaría la proteína, en este caso el pedido. Esto evidencia que conoce sobre el proceso de síntesis de proteínas y hace comparaciones al respecto (Sardá y Sanmartí, 2000), ubicándose en el modelo explicativo celular – molecular.

Otro ejemplo para evidenciar la estructura argumentativa corresponde a la pregunta 3 (CE2), donde se solicita que la estudiante exprese que le podría suceder a su organismo si le faltara uno o dos aminoácidos esenciales, Isabel responde: *“Las proteínas que producirían no serían las correctas para nuestro organismo (C) porque faltarían aminoácidos (J). Pueda que la energía se acabe rápidamente o si la proteína va para... las uñas entonces no podrían crecer (D) ya que la proteína está mal fabricada o simplemente no se aria proteínas (J)”*. El argumento está compuesto por una conclusión clara apoyada por datos y justificación, que evidencian que la estudiante conoce el proceso de síntesis de proteínas y las implicaciones si este llega a fallar.

#### **Momento 4 - Cuestionario final CE3 y PO2**

En el último momento de la intervención didáctica, Isabel continúa en el modelo explicativo celular - molecular y el nivel argumentativo 2, al igual que en el momento anterior.

Para la identificación del nivel argumentativo y modelo explicativo se tomó como referencia la respuesta a la pregunta problematizadora 4 (CE3), donde se plantea el caso de don Roberto cuya intención es volverse vegetariano por respeto a los animales, con lo cual su esposa no está de acuerdo porque considera que los alimentos de origen animal son necesarios para el organismo. Finalmente, la estudiante debe escoger con quien está de acuerdo y por qué.

Al respecto Isabel responde: *“Con la esposa (C) porque tiene un poco de razón porque hay alimentos que son sanos para el organismo de el (J) como el queso y la leche que contienen aminoácidos que le pueden ayudar para fabricar más proteínas (D)”*, se evidencia en la respuesta conclusión, justificación y datos coherentes entre sí y que dan respuesta a la pregunta; además hace uso de términos propios de la síntesis de proteínas y reconoce los alimentos como fuente de aminoácidos (esenciales) para la producción de proteínas a nivel celular, ubicándose así en el modelo explicativo celular – molecular.

Continuando con el nivel argumentativo, la respuesta a la pregunta 6 que presenta el caso de Juanito quien desea saber porque a su mamá el médico le dijo que debía consumir colágeno y si él también tendría que consumirlo (ver anexo 4). Isabel responde: *“Juanito no (C) porque es joven y sus proteínas se están produciendo y su organismo produce al cien (J) y la mamá es porque ya su piel le falta colágeno y le falta calcio, por la edad (C)*. Este argumento está formado por conclusiones y justificación, lo que la ubica en el nivel argumentativo 2, además la estudiante asocia la disminución en la producción de colágeno con el aumento de edad, así como la deficiencia de calcio por la misma razón, cuestión que puede estar influenciada a nivel cultural y por los medios de comunicación, contrario a lo que sucede con Juanito quien al ser joven tiene producción de proteínas *“al cien”*.

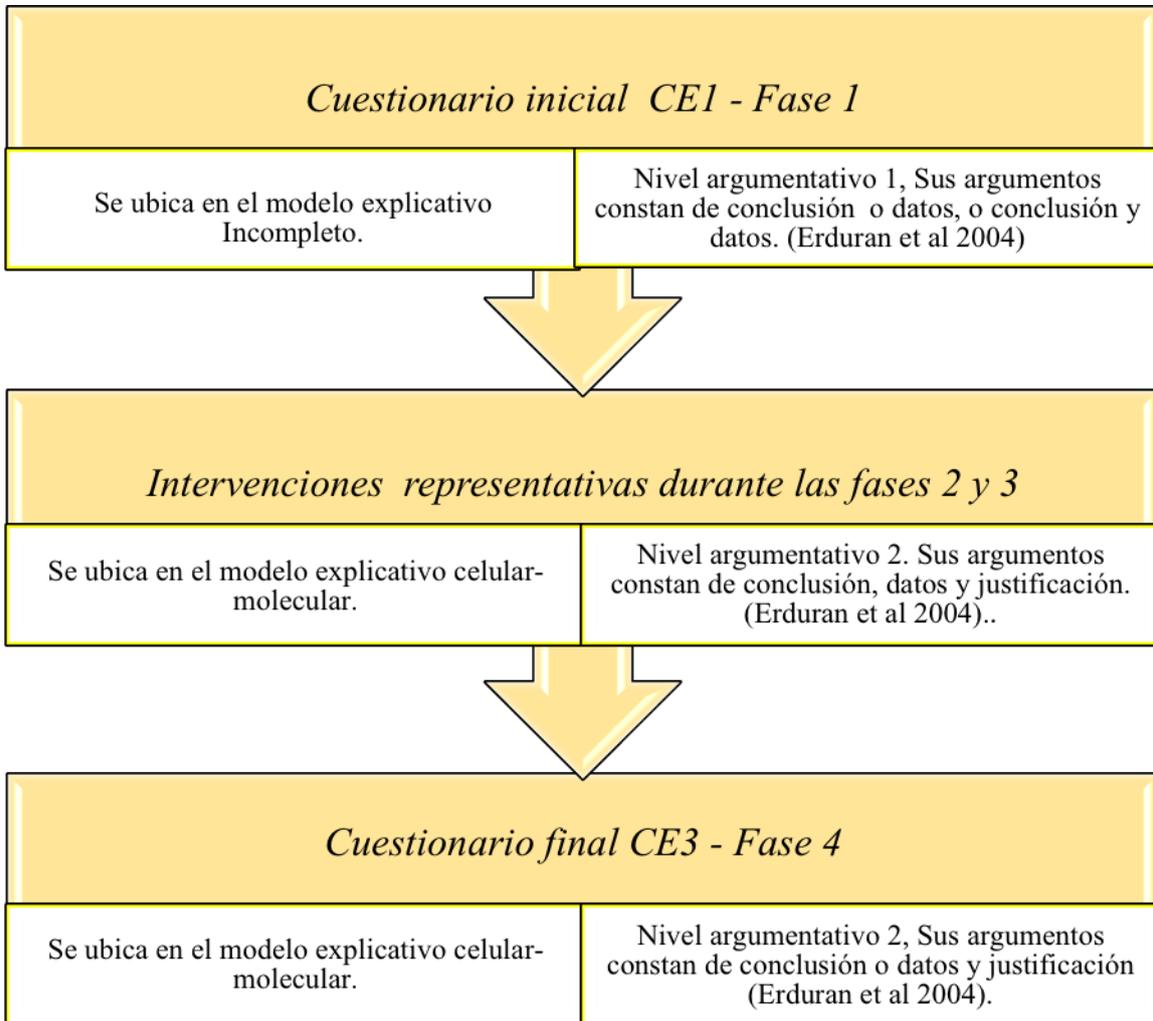
Finalmente, en la PO2, la estudiante responde:

Docente: ¿Cuál es la diferencia entre las proteínas de los alimentos y las que producen las células?

Isabel: *“Pues que... la diferencia es que los alimentos son como una ayuda que le da... al organismo para hacer el proceso de síntesis de proteínas (C)... porque tienen los aminoácidos (J)... y las que se producen en las células utilizan los aminoácidos que dan los alimentos (C)”*.

Durante el momento final, la estudiante presenta argumentos con elementos del modelo explicativo celular - molecular, donde se identifican conclusiones claras, datos y justificaciones, dando solución a lo que se pregunta y evidenciando una significativa mejora en la apropiación de términos relacionados con la síntesis de proteínas y fluidez al expresar sus ideas, lo que coincide con los resultados de Olaya (2017) cuando los estudiantes elaboran estructuras argumentativas que involucran justificaciones, datos y conclusiones.

Figura 20. Proceso de Isabel durante la intervención didáctica



Elaboración propia.

En resumen, el proceso de Isabel se evidencia en la figura 20, cuyo progreso se encuentra en el modelo explicativo y nivel argumentativo, ya que en el cuestionario inicial se encontraba en el modelo explicativo Incompleto y en los momentos posteriores y final pasa al modelo celular - molecular; respecto al nivel argumentativo la estudiante pasa de nivel 1 a nivel 2 (Erduran et al, 2004), cuya estructura argumentativa se caracteriza en su gran mayoría por presentar conclusión, datos y justificación y ocasionalmente conclusión y justificación. Cabe resaltar que a medida que transcurría la intervención didáctica la estudiante presentaba mayor interés por participar en clase y sus respuestas incluían más términos acordes al lenguaje científico escolar. “Cuando las

ideas se van consolidando, el lenguaje para comunicarlas se hace más formal, preciso y riguroso (...)” (Sardá y Sanmartí, 2000, citado en Trujillo, 2018, p. 115) dando paso a expresiones propias del modelo explicativo celular-molecular evidenciando el proceso de aprendizaje.

### 8.3 POSIBLE APORTE DE LA ARGUMENTACIÓN A LA TRANSFORMACIÓN DE MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Al comparar los momentos analizados de la intervención didáctica se observa que los estudiantes Marcela, Hugo e Isabel en el momento inicial, elaboraron argumentos de nivel 1 y no presentan en sus respuestas elementos del modelo explicativo celular – molecular (el más cercano a la explicación científica) lo que concuerda con los resultados obtenidos por Castaño et al, (2016); comparado esto con el momento final los estudiantes en mención elaboran argumentos en su gran mayoría de más alto nivel, pasando del 1 al 2 (evidenciando un progreso), e incorporando elementos propios del modelo explicativo celular – molecular.

En cuanto a Alicia desde el momento inicial hasta el momento final, presenta argumentos de nivel 2 (Erduran et al, 2014), y a diferencia del momento inicial, en el momento final sus argumentos son más completos, incorporando justificaciones que presentan elementos propios del modelo explicativo celular – molecular; por ende, se establece una posible relación entre la argumentación y los modelos explicativos en los 4 casos analizados, ya que la argumentación como estrategia de enseñanza influye en la comprensión y apropiación de los conceptos (Pájaro y Trejos, 2017, Betancourt, 2018, Ordoñez, 2018, Trujillo, 2018).

En este orden de ideas, la implementación de la unidad didáctica Tu cuerpo y las proteínas fue esencial para el cambio de los modelos explicativos iniciales de los participantes (independientemente de su nivel de desempeño académico, como se evidencia en la figura 21), hacia el modelo explicativo celular - molecular, lo que concuerda con Contreras (2017) cuando expresa que la implementación de estrategias didácticas para la enseñanza y aprendizaje del tema en cuestión, incide positivamente en la movilización de saberes de los estudiantes y mayor dominio del tema.

Figura 21. Comparación momento inicial y final participantes.

	Momento Inicial	Momento Final
<b>Alicia</b> Desempeño alto a superior en ciencias naturales	<b>Modelo explicativo:</b> Incompleto y de obtención de proteínas a partir de los alimentos. Nivel argumentativo: 2	<b>Modelo explicativo:</b> Celular – molecular Nivel argumentativo: 2
<b>Marcela</b> Desempeño básico a bajo en ciencias naturales	<b>Modelo explicativo:</b> Asociado a los órganos y de obtención de proteínas a partir de los alimentos. Nivel argumentativo: 1	<b>Modelo explicativo:</b> Obtención de proteínas a partir de los alimentos y Celular – molecular. Nivel argumentativo: 2
<b>Hugo</b> Desempeño bajo en ciencias naturales	<b>Modelo explicativo:</b> No presenta un modelo explicativo asociado a la síntesis de proteínas. Nivel argumentativo: 1	<b>Modelo explicativo:</b> Celular – molecular Nivel argumentativo: 2
<b>Isabel</b> Desempeño básico en ciencias naturales	<b>Modelo explicativo:</b> Incompleto. Nivel argumentativo: 1	<b>Modelo explicativo:</b> Celular - molecular Nivel argumentativo: 2
<b>Participantes</b>		

Además, es importante resaltar que la formulación de situaciones problema aproxima a los estudiantes a circunstancias de la realidad y que posiblemente conocen de cerca, lo que puede impactar de forma positiva su apropiación del conocimiento científico escolar.

Así mismo, a partir de la propuesta, el uso de lenguaje común de los estudiantes basado en las experiencias cotidianas tuvo algunas modificaciones implementando conceptos propios de la síntesis de proteínas, lo cual se vio reflejado en la elaboración de argumentos más completos y coherentes respecto al momento inicial. Lo anterior corrobora la importancia de implementar propuestas didácticas en el aula, con el fin de superar los obstáculos de aprendizaje identificados al inicio, y así promover el cambio en los modelos explicativos y niveles argumentativos (Castillo, 2018 y Castaño et al., 2016) sobre los diversos conceptos abordados.

Finalmente, las producciones escritas y orales de los participantes al culminar la intervención son el resultado del proceso didáctico basado en la argumentación, para favorecer la comprensión de la síntesis de proteínas, lo que demuestra “la relación que existe entre las actividades cognitivas y las discursivas que autores como Sardá (2005), Revel et al. (2005) y Buitrago et al, (2013) le han atribuido a la argumentación” (Pájaro et al, 2017, p.109).

## 9 CONCLUSIONES

Este capítulo se realiza teniendo en cuenta la pregunta de investigación, los objetivos planteados y resultados obtenidos.

Los modelos explicativos sobre síntesis de proteínas que se caracterizaron a partir de las respuestas de los estudiantes fueron el modelo de obtención de proteínas a partir de los alimentos, el modelo asociado a los órganos y el modelo incompleto. Estos modelos explicativos están basados en las estructuras macro, y se encontraban muy alejados del modelo explicativo celular - molecular, posiblemente porque la síntesis de proteínas es un tema que corresponde al grado noveno, y a pesar que en la primaria y grado sexto se vean los organelos celulares entre ellos el ribosoma y sus funciones, no es un tema que se profundice en estos niveles de escolaridad, lo que hace que para los estudiantes sea un tema novedoso que implique la participación de varias moléculas como el ADN, ARN, aminoácidos, enzimas y organelos como el núcleo, citoplasma y ribosomas, lo que aumenta su nivel de complejidad y comprensión.

En cuanto a los niveles argumentativos se encontró que la mayoría de los participantes elaboraron argumentos de nivel 1 y luego de la intervención didáctica pasaron al nivel 2; se considera que este es un proceso que involucra más tiempo para que se evidencie mayor progreso en los niveles argumentativos.

A partir de la propuesta, el uso de lenguaje común de los estudiantes basado en las experiencias cotidianas tuvo algunas modificaciones implementando conceptos propios de la síntesis de proteínas, lo cual se vio reflejado en la elaboración de argumentos más completos respecto al momento inicial.

La Implementación de la unidad didáctica y la tipología de las preguntas en las actividades fue esencial para el cambio de los modelos explicativos iniciales de los participantes independientemente de su nivel de desempeño académico.

Teniendo en cuenta los resultados y análisis de la presente investigación, se puede

concluir que la argumentación juega un papel en la apropiación de conceptos propios de las ciencias naturales, en este caso la síntesis de proteínas, ya que el cambio en el nivel argumentativo de 3 de los 4 participantes se da gracias a la presencia de las justificaciones y la inclusión de lenguaje científico escolar en su elaboración.

## **10 RECOMENDACIONES**

A partir de la experiencia adquirida durante el desarrollo de este trabajo, se recomienda implementar en todos los grados de escolaridad unidades didácticas que busquen promover el pensamiento crítico, principalmente la argumentación y metacognición, ya que se evidencia un cambio positivo en el aprendizaje de los estudiantes.

De igual manera, se sugiere la realización de actividades previas a la implementación de la unidad didáctica donde se trabaje de manera explícita la estructura de un argumento de forma llamativa para los estudiantes y promover la construcción consiente de argumentos.

En futuras investigaciones, se recomienda tener en cuenta el análisis del discurso, ya que este puede develar con mayor profundidad el aprendizaje de los estudiantes luego de una intervención didáctica.

## 11 REFERENCIAS

- Álvarez, C., & San Fabián, J. (2012). La elección de estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 2012, 28 (1), artículo 14 .  
<http://hdl.handle.net/10481/20644>
- Arzola, N., Muñoz, T., Rodríguez, G., y Camacho, J. (2011). Importancia de los modelos explicativos en el aprendizaje de la biología. *Revista Ciencia Escolar*, Vol. 1, 7- 16.
- Ausubel, D. y otros, (1986). *Psicología educativa*. 3 edición. Editorial Trillas. México.
- Bahamonde, N., (2006). Los modelos de conocimiento científico escolar de un grupo de maestras de educación infantil: un punto de partida para la construcción de “islotos interdisciplinarios de racionalidad” y “razonabilidad” sobre la alimentación humana (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona.
- Battaner Enrique. (2012) *Biomoléculas. Una introducción estructural a la bioquímica*. Ediciones universidad de salamanca.
- Betancourt, J. (2018). Influencia de la habilidad argumentativa en el aprendizaje de la reproducción humana en estudiantes de grado octavo (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.
- Buitrago A., Mejía N, & Hernández R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación Educativa*, ISSN: 1665-2673 vol. 13, número 63 P. 17-40.
- Camacho, J., Jara, N., Morales, C., Rubio, N., Muñoz, T., y Rodríguez, G. (2012). Modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Eureka*, 9 (2), 196-212.
- Castaño, G., Ruiz, F., y Cadavid, V. (2016). Desarrollo de procesos argumentativos y su relación con el aprendizaje del concepto ciclo del agua. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, Número extraordinario, 1059-1066.
- Castellanos, J. (2014). Propuesta didáctica para la enseñanza de la función de las proteínas en el campo de la nutrición, dirigida a estudiantes de media vocacional (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Castillo, A. (2018). Los niveles argumentativos y el aprendizaje del concepto célula (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Manizales, Colombia.

- Cepeda, M. (2016). Estrategia lúdico-didáctica, para la enseñanza-aprendizaje de la síntesis y estructura de proteínas en grado once de media vocacional (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá , D.C, Colombia.
- Concari, S. (2001). Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. *Ciência & Educação*, 07(01), 85-94.
- Contreras, E. (2017). Secuencia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la síntesis de proteínas, en estudiantes del grado noveno de la IETIE España del municipio de Jamundi (Tesis de maestría) Universidad ICESI, Santiago de Cali, Colombia.
- Creswell, J. (2010). Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; tradução Magda Lopes. – 3 ed. – Porto Alegre, Brasil: Artmed
- Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Biología*. Editorial medica panamericana, Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=mGadUVpdTLsC&printsec=frontcover&hl=es&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=mGadUVpdTLsC&printsec=frontcover&hl=es&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Chamizo, J. (2007). Historia y epistemología de las ciencias. Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chetty, S. (1996). The case study method for research in small and medium sized firms. *International small business journal*, Vol. 5.
- Delgado, M. (2014). Diseño e implementación de una propuesta didáctica para la Enseñanza - aprendizaje del DNA, RNA y proteínas empleando las tics y el modelo de miniproyectos a los estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa José María Velaz de la ciudad de Medellín (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com).
- Felipe, A., Gallarreta, S., y Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*. Vol 4 No3.

- Fierro, A (2001). Breve historia del descubrimiento del DNA. Recuperado de [http://www.clinicalascondes.com/areaacademica/revistas/RevistaMedicaAbril2001/articulo\\_007.htm](http://www.clinicalascondes.com/areaacademica/revistas/RevistaMedicaAbril2001/articulo_007.htm)
- Flechas, N. (2008). Consentimiento informado en investigación psicológica (Tesis de maestría). Universidad el Bosque, Bogotá, Colombia.
- Galfrascoli, A. (2015). Conceptos estructurantes: reflexiones teóricas y propuestas prácticas para organizar la enseñanza de las ciencias. *Bio-grafía*. Vol. 10 No 19. pp. 179–192.
- Giraldo, G. (2014). Enseñanza – Aprendizaje del concepto de síntesis de proteínas en educación secundaria rural (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Gómez, L. (2006). Premios nobel en Fisiología o Medicina y Química, año 2006. Una nueva dimensión del ARN en la regulación de la expresión genética y como herramienta experimental y terapéutica. *Biomédica*,26:475-84.
- Guevara, G. (2004). ADN: historia de un éxito científico. *Revista colombiana de filosofía de la ciencia*. Vol. 3, núm. 11, pp. 9-40
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. México: Editorial Mc Graw Hill.
- Jiménez, L. y Merchant, H. (2003) *Biología celular y molecular*. Pearson educación. 912 p.
- Jiménez-Aleixandre, P., y Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. En: S. Erduran y M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from classroom based research* (p. 328). Dordrecht, Hol. Springer.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1994). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua*. Raycar impresores, S.A.
- Jorba, J., Gómez, I., Prat, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis.

- Justi, R., y Gilbert, J. (1999). A Cause of ahistorical science teaching: the use of hybrid models. *Science Education*, 83 (2), 163-177.
- Kelly, G y Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science education*, 86(3), 314–342.
- Mallart, J. (2001). Didáctica: concepto, objeto y finalidad. Capítulo 1 En: Sepúlveda, F. y N. Rajadell (Coords.) *Didáctica general para psicopedagogos*.
- Marín, N. (2003). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 65-78.
- Martínez, J. (2018). Cambio de los modelos explicativos del concepto caída libre mediante el acercamiento del conocimiento científico al conocimiento escolar. (Tesis de maestría). Universidad autónoma de Manizales. Colombia.
- Martínez, P. (2006). El método de estudio de caso. *Estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & Gestión*, núm. 20, pp. 165-193.
- Merino, G. (1998). *Enseñar ciencias naturales en el tercer ciclo de la EGB*. Buenos Aires: Aique.
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales. Guía # 7*.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias naturales*.
- Monsalve, M. (2012). Habilidades argumentativas en la producción de textos con características discursivas multimodales. *Congreso Iberoamericano de las Lenguas en la Educación y en la Cultura / IV Congreso Leer.es Salamanca, España*.
- Mora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, vol. III, núm. 5, mayo, 2002, pp. 75-89. Universidad de Costa Rica.
- Moreira, M. (1999). *Modelos mentales*. Universidad de Burgos Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, España. Texto de apoyo # 8.

- Moreira, M. (2002). Investigación en educación en ciencias: Métodos cualitativos. Universidad de Burgos Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, España. Texto de apoyo #14.
- Morrison, R y Boyd, R. (1976). Química orgánica. Fondo educativo interamericano.
- Olaya, F. (2017). Desarrollo de procesos argumentativos desde las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales. Manizales, Colombia.
- Ordoñez, L. (2018). Relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos en estudiantes de grado decimo frente al concepto reacciones de óxido- reducción. (Tesis de maestría). Universidad autónoma de Manizales. Colombia.
- Orrego, M., López, A y Tamayo, O. (2013). Evolución de los modelos explicativos de fagocitosis en estudiantes universitarios. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. No. 1, Vol. 9, pp. 79-106. Manizales: Universidad de Caldas.
- Orrego, M., Tamayo, O y Ruiz, F. (2016). Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. Editorial universidad autónoma de Manizales. Manizales Colombia.
- Osborne, J. (2012). The role of argument: Learning how to learn in school science. En B. J. Fraser, K. Tobin, y C. McRobbie (Eds.), Second international handbook of science education. Dordrecht, Hol.: Springer.
- Pájaro, P., y Trejos, S. (2017). Desarrollo de la competencia argumentativa y su relación con los modelos explicativos del concepto tejido muscular en el aula de séptimo grado (Tesis de maestría). Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- Perelman, C. (1989). Tratado de la argumentación. (J. S. Muñoz, Trad.) Madrid, España: Editorial Gredos.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 2, p. 307-327.
- Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. Estudios de sociolingüística. Universidad Complutense de Madrid. Pp. 1-42.
- Poland, B. (2002) "Transcription quality", en J. Gubrium y J. Holstein (eds.), Handbook of interview Research: Context and Method. Thousand Oaks, CA: Sage, págs. 629- 650.

- Pozo, J. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias*, 513-520.
- Pozo, J. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Quinta edición. Ediciones Morata, S.L.
- Pozo, J., y Gómez, M. (1999). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Rapley, T. (2014). *Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en investigación cualitativa*. Barcelona: Editorial Morata.
- Restrepo, M., Guzmán, J., & Romero, A. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias. *Nodos y nudos*, 4(35), 76-93
- Rodríguez, D., y Valldeoriola, J. (2009). *Metodología de la investigación*. Universitat Oberta de Catalunya. Editorial Eureca Media, SL.
- Ruíz, F., Tamayo, O., y Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, vol. 41, núm. 3, julio-septiembre, pp. 629-645 Universidad de São Paulo.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004.
- Sánchez, G. (2007). Historia de la diabetes. *Gaceta Médica Boliviana*, 30 (2), 74-78.  
Recuperado de  
[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662007000200016&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662007000200016&lng=es&tlng=es)
- Sardá, A. (2005). Enseñando a argumentar en torno a la educación ambiental. *Educar*, 17- 26.
- Sardá, A., Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 18 (3), 405-422.
- Simons., H, (2011). *El estudio de caso: teoría y práctica*. Madrid. Ediciones Morata.
- Stake., R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Segunda edición. Madrid: Ediciones Morata.
- Tamayo, O. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.

- Tamayo, O., Orrego, M., y Dávila, A. (2014). Modelos explicativos de estudiantes acerca del concepto de respiración. *Biografía*, 7 (13), 129-145.
- Toulmin, S. (2003). *The uses of Argument*. Cambridge university press. Updated edition first published. Recuperado de: [http://johnnywalters.weebly.com/uploads/1/3/3/5/13358288/toulmin-the-uses-of-argument\\_1.pdf](http://johnnywalters.weebly.com/uploads/1/3/3/5/13358288/toulmin-the-uses-of-argument_1.pdf)
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. (M. Morrás, & V. Pineda, Trads.) Barcelona, España: Ediciones Península.
- Trujillo, C. (2018). *Aporte de la argumentación al cambio en los modelos explicativos sobre equilibrio ecológico*. (Tesis de maestría). Universidad autónoma de Manizales. Caldas.
- Valpuesta, J (2011). *Relaciones históricas entre la química, la bioquímica y la biología molecular*. Recuperado de <http://www.sebbm.com/pdf/169/d01169.pdf>
- Van Dijk, T. (1992). *La ciencia del texto*. Ediciones Paidós. 3 edición.
- Weston, A. (2006). *Las claves de la argumentación*. Editorial Ariel, S.A. 11 Edición.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1. Consentimiento informado**

#### **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES – INSTITUCIÓN EDUCATIVA CENTAUROS**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:** Niveles argumentativos y modelos explicativos sobre la síntesis de proteínas.

**INVESTIGADORA:** Sol Ángela Ojeda Holguín. Licenciada en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

**ASESORA:** Yesenia Quiceno Serna. Magister en Educación en Ciencias Naturales Universidad de Antioquia.

El presente proyecto de investigación busca indagar como influye el fortalecimiento de la argumentación en el cambio de los modelos explicativos de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Centauros de Villavicencio sobre la síntesis de proteínas, a partir de una propuesta didáctica, cuyos instrumentos de recolección de información son los cuestionarios (vistos desde las perspectivas de Creswell, 2010), y el análisis documental. Posteriormente la información obtenida de cada participante será analizada.

#### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

La información obtenida de los participantes de la presente investigación será utilizada exclusivamente con fines académicos; cada participante tendrá acceso a la información brindada y al análisis que se hace de la misma, antes que la información sea publicada. Si es de su predilección podrá utilizar un seudónimo y se garantiza la confidencialidad de sus datos personales.

Los participantes que firmen el presente documento cuentan con la disposición e interés en aportar a la investigación y autorizan el uso y análisis de la información

suministrada, que será de tipo escrito y oral, a través de cuestionarios, videos e imágenes.

Muchas gracias por su participación.

En constancia firman en la ciudad de Villavicencio el día \_\_\_\_\_

---

Participante

Acudiente

T.I.

C.C.

---

Investigadora

C.C.

## Anexo 2. Instrumento de explicitación de modelos iniciales

### Institución Educativa Centauros

#### Área de ciencias naturales

#### *ACTIVIDAD. ¿Qué conozco sobre mi organismo?*

Estudiante: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

**Sesión:** 1

**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Fotocopias de la guía, esfero y lápiz

**Descripción:** En la presente actividad debes expresar tus ideas de acuerdo con lo que conoces y analices sobre las situaciones expresadas. Lee con atención y resuelve:

A diario en nuestro cuerpo se producen un gran número de sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento de nuestro organismo.

#### **Analiza**

Imagina que una mañana al verte al espejo, te das cuenta de que eres 40 años mayor que la noche anterior.



1. ¿Cómo crees que sea ahora el funcionamiento de tu organismo? Justifica tu respuesta.

---

---

---

---

---

2. ¿Qué sucede con tus rodillas y articulaciones con el aumento de edad? Explica.

---

---

---

---

---

3. Elabora un dibujo donde te visualices adolescente y otro donde seas 40 años mayor. Escribe las diferencias que encuentras entre los dos.

Diferencias: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Lee atentamente**

Sofía tiene 13 años y el fin de semana fue a visitar con su mamá a sus abuelos; uno de ellos estaba muy enfermo, tosía frecuentemente, presentaba flemas y algo de fiebre. El lunes, Sofía estaba en el colegio y de un momento a otro sintió malestar general, un poco de tos y fiebre, llegó a la casa y su mamá le dijo que durmiera un poco y tomara una bebida caliente que posiblemente su abuelo le había prendido la gripa.



Al día siguiente y al volver al colegio, Sofía no tenía ningún síntoma de gripa, pero su mejor amiga Andrea no había podido ir a estudiar porque se le había prendido la gripa, estaba muy enferma y tomando medicamento.

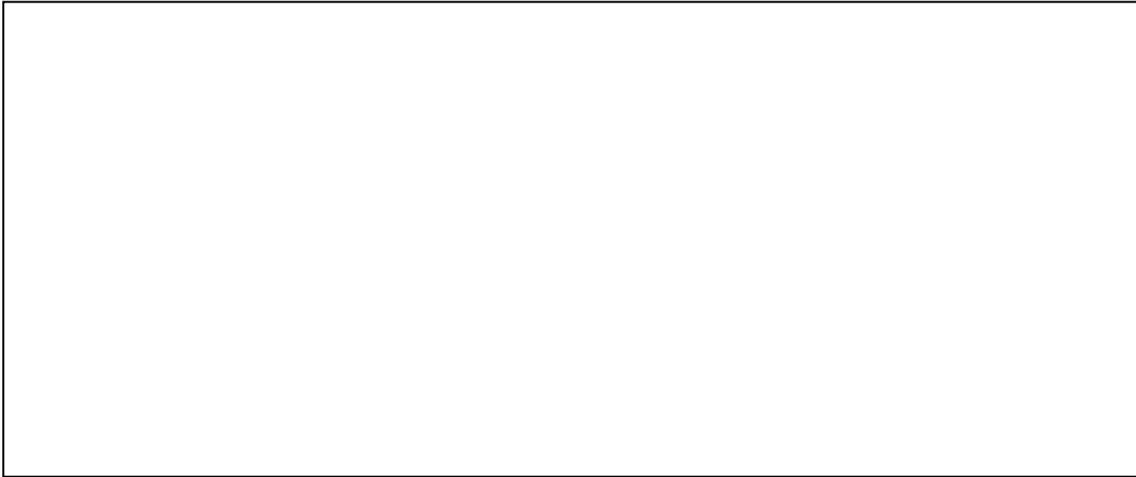
4. ¿Cuál crees que es la razón por la que Sofía se haya aliviado tan rápido y sin medicamento? Explica.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. ¿Crees que algún otro compañero de Sofía y Andrea se enfermaron de gripa? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿Crees que existe un proceso específico para producir las sustancias necesarias para la supervivencia y buen funcionamiento del organismo? ¿Cómo consideras que funciona? Dibuja y Explica.



---

---

---

---

---

***Socialización***

En grupos de 4 estudiantes socializar las respuestas de cada estudiante y concluir cuáles son las más acertadas para cada punto. Posteriormente en mesa redonda socializar con el curso.

### Anexo 3. Formato notas de campo

11 03 19	
Notas Descriptivas	Notas reflexivas
<p>→ Socialización Modelo síntesis de proteínas (Isabel)</p> <p>El modelo estaba acorde a lo solicitado y era claro.</p> <p>- Utilizó ayuda con ficha bibliográfica.</p>	<p>Se ensedo al inicio, pero luego explicó bien es claro que entiende el proceso, aunque se le dificulta un poco diferenciar las funciones de los ARN.</p> <p>La estudiante está participando más en las clases, y le cuesta un poco argumentar.</p>
<p>(Hugo)</p> <p>El estudiante junto a su compañero presentaron un modelo de analogía "Preparación de arepas"</p> <p>Buena presentación visual.</p> <p>Comparan los ingredientes de las arepas con la síntesis de proteínas.</p> <p>Los compañeros de clase entendieron la comparación y consideraron que era la mejor idea. Los aplaudieron.</p>	<p>Al inicio algo confuso pero luego desarrollaron la idea correctamente.</p> <p>Muy curioso, novedoso y aunque se confundieron al inicio lograron comparar y hacer entender el proceso.</p> <p>El estudiante <del>con</del> demuestra que entiende el proceso, donde inicia que sucede y cual es el resultado.</p> <p>En cuanto a la argumentación, se le facilita la expresión oral más que la escrita.</p>

## Anexo 4. Unidad didáctica “Tu cuerpo y las proteínas”

### Momento 1. Exploración de ideas previas

#### ✓ *ACTIVIDAD. Socialización y reflexión*

**Sesión:** 2

**Duración:** 1 hora

**Materiales:** Actividad 1 resuelta, esferos, cuadernos, tablero, marcadores.

**Descripción:** Trabajo en grupo. En esta sesión en grupos de 4 estudiantes, se deben socializar las respuestas de cada uno y concluir cuáles son las más acertadas para cada punto (30 minutos). Posteriormente en mesa redonda socializar con el curso (30 minutos).

#### ✓ *Para la casa*

**Descripción:** Trabajo individual, para realizar en la casa. En la presente actividad los estudiantes recordarán la estructura del ADN y ARN, sus semejanzas, diferencias y función. Deben realizar la lectura del contenido y observar los siguientes videos para complementar.

- ¿Qué es el ADN y como funciona? <https://www.youtube.com/watch?v=NQaZecHCCNA>
- ADN- Estructura y función: documental completo <https://www.youtube.com/watch?v=X7BmDh3RM18>
- ¿Qué es el ADN? <https://www.youtube.com/watch?v=biH9HWIosI>
- ADN y ARN <https://www.youtube.com/watch?v=BjEFRONjWIo>



#### *Compara*

1. Completa el siguiente cuadro con las semejanzas y diferencias entre el ADN y ARN.

Tabla. Cuadro comparativo

Características	ADN	ARN
Bases nitrogenadas que lo componen		
Tipo de azúcar		
Cantidad de Hélices		
Función		

2. Elabora un cuadro sinóptico sobre el ARN y sus tipos

*Reflexiona*

3. ¿Cuál crees que es la importancia biológica de los ácidos nucleicos?

*Completa*

4. Observa detenidamente las siguientes secuencias de ADN y ARN y complementálas según corresponda para cada caso.

<b>ADN</b>	C	G	T	T	A	C	G	G	A
<b>ARNm</b>						G			

<b>ARNm</b>	G	G	U	U	A	C	C	A	A
<b>ARNt</b>						G			

<b>ADN</b>	A	C	A	T	A	C	G	G	T
<b>ARNm</b>					U				

<b>ARNm</b>	C	G	U	A	U	C	G	G	A
<b>ARNt</b>							C		

✓ **ACTIVIDAD. Hablemos con expertos**

**Sesión:** 3

**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Recuadro informativo, esfero, lápiz, cuaderno

**Descripción:** Trabajo en grupo.

1. Se organizan 7 grupos de trabajo (corresponden a los 7 recuadros con información) y a cada uno se le entrega un recuadro con una parte de la historia de los hechos que dieron lugar al descubrimiento del proceso síntesis de proteínas, Allí conocerán cómo a través del tiempo los investigadores han descubierto algunas de las funciones y la composición de las proteínas y cuál es la relación que existe entre los ácidos nucleicos (ADN y ARN), los genes y estas moléculas. (tiempo 10 minutos).
2. Cuando la lectura haya terminado, cada grupo debe elaborar una forma de transmitir a sus compañeros la información, y escoger un experto que socialice. (20 minutos)
3. Cada experto va a rotar por los diferentes grupos a favor de las manecillas del reloj, dando a conocer la información correspondiente. (5 minutos por grupo).
4. Los estudiantes que no rotan deben tomar apuntes de lo que socializan los expertos y hacen preguntas sobre el tema.
5. Posteriormente cada grupo elabora un diagrama de flujo donde se evidencie la secuencia de sucesos que permitió conocer la síntesis de proteínas y responden las preguntas de reflexión (20 minutos).
6. Socialización (35 minutos).

**Recuadros informativos**

Años después (1864) Hoppe-Seyler purificó a su estado cristalino la hemoglobina, la proteína de la sangre; para ese entonces la cristalización era considerada como un proceso que permitía alcanzar el máximo estado de pureza de un compuesto. La hemoglobina cristalina, contenía hierro y a partir de esto queda establecido el carácter *macromolecular* de las proteínas.

Luego, gracias al trabajo de Fischer y Hofmeister, se llegó a la conclusión que los aminoácidos están unidos entre sí por enlaces peptídicos, dando origen a las proteínas “según la teoría del enlace peptídico, las proteínas constan de uno o varios polímeros lineales de aminoácidos unidos por el enlace peptídico” y además la estructura no es repetitiva, cada aminoácido ocupa en la cadena peptídica un lugar preciso y determinado por la información genética”. Esta disposición de aminoácidos determina la forma tridimensional de la proteína y su función biológica.

Posteriormente en 1954, Frederick Sanger y colaboradores, tras un año de estudios, lograron identificar la secuencia de aminoácidos de la hormona insulina, “esta secuencia es crucial; un solo cambio en la posición de un aminoácido dentro de la molécula puede hacer cambiar la funcionalidad de la proteína”.

Luego, los trabajos de varios bioquímicos permitieron armar una gran parte del rompecabezas que daría respuesta al mecanismo de la síntesis de proteínas, y reveló el papel de los aminoácidos y los ácidos nucleicos en la formación de estas moléculas. François Jacob y Jacques Monod fueron quienes descubrieron la molécula de ARN y contribuyeron a establecer la relación precisa entre ADN, ARN y las proteínas y a entender los mecanismos generales de la transcripción y traducción, fundamentales en la formación de las proteínas. El ARN en sus 3 variedades, ARN mensajero (ARNm), ARN ribosómico (ARNr) y ARN de transferencia (ARNt), serían pieza clave en el proceso. “el ADN se transfiere al ARNm y de éste a una proteína”

Las proteínas han sido objeto de estudio desde hace muchos años, pero en 1838 *Mulder* describió un material presente en todos los seres vivos con características similares a la albumina de huevo y consideró que este material era la base de la materia viva y por ello lo denominó a sugerencia del químico Berzelius “*proteína*”.

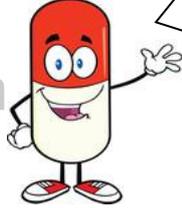
Ya resuelto en gran parte el dilema de la función y composición de las proteínas quedaba el interrogante de ¿cómo, en donde y porque se forman las proteínas?; interrogante que sería resuelto por el descubrimiento del ADN y el ARN que tuvo sus inicios en 1869 cuando Miescher consiguió aislar del núcleo celular una sustancia de carácter ácido, a la que denominó en un inicio nucleína y posteriormente se conoció como ácidos nucleicos.

A finales del siglo XIX no se contaba con los medios necesarios para el estudio detallado de moléculas tan grandes como las proteínas; por ello son degradadas a compuestos más sencillos a través de la hidrólisis ácida, donde se obtienen los aminoácidos; componentes básicos de las proteínas; se pudo llegar a la conclusión de que en las proteínas existen 20 aminoácidos diferentes, los *aminoácidos proteicos*.

**Tomado de:** Los contenidos de esta actividad fueron tomados de Morrison y Boyd (1976), Battaner (2012), Jiménez y Merchant (2003), Aldaba, Hueto, Juni y López (1998) e Hipertexto Santillana ciencias naturales noveno (2010).

*Para los estudiantes*

**Píldora  
Informativa**



Debes organizar un grupo de trabajo con 5 de tus compañeros de clase y leer el fragmento de texto entregado por la profesora, donde se encuentra un aspecto importante de la historia del descubrimiento de la síntesis de proteínas; a partir de él, discutir con tu grupo los aspectos más relevantes y determinar la forma en que lo van a socializar con sus compañeros de los demás grupos, para esto, deben designar un experto que rote por los diferentes grupos, y mientras el experto rota, el resto del grupo debe tomar las ideas de lo que los expertos de los otros grupos les expresan. Cuando termine la rotación, con tu grupo deben elaborar un diagrama de flujo con el orden de sucesos que consideren correcto, resolver las preguntas de reflexión y posteriormente socializar en mesa redonda.

*Reflexiona*

1. ¿Cual consideras que es la relación que existe entre los ácidos nucleicos y las proteínas? Justifica tu respuesta.
2. Si los genes son los encargados de portar la información genética de los organismos. ¿Por qué se producen las proteínas? ¿Cómo ayuda esto a la expresión de los genes en el organismo? Justifica

## Momento 2. Acercamiento a nuevos conocimientos

### ✓ ACTIVIDAD. ¿Que son las proteínas?

**Sesión:** 4

**Duración:** 1 hora

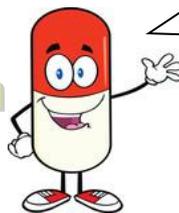
**Materiales:** Fotocopias de las noticias, esfero, lápiz, video, memoria USB, televisor y conexión a internet.

**Descripción:** Trabajo individual. En la presente actividad el estudiante podrá identificar la composición de las proteínas, su función, importancia y clasificación. Deben leer atentamente los textos (10 minutos) y ayudar a la docente a elaborar un mapa mental que integre los elementos mencionados (50 minutos) el mapa surge de los aportes de los estudiantes. Se inicia con los siguientes videos:

- *Proteínas, ¿Que son y cuantas necesitamos?* (Duración; 4 minutos, 17 segundos)  
<https://www.youtube.com/watch?v=yuV6rKXLIWM>
- *Las proteínas. Biología celular.* <https://www.youtube.com/watch?v=DEAdzJTcx3s>  
(Duración: 4 minutos 41 segundos)

### Para los estudiantes

**Píldora  
Informativa**



Lee atentamente las siguientes noticias y ayuda en la construcción de un mapa mental que integre la función, composición, estructura e importancia de las proteínas.

1. “Estamos hechos de proteínas, somos proteínas”

EL ESPECTADOR 28 abril 2016.

**Tomado de:** <https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/estamos-hechos-de-proteinas-somos-proteinas-articulo-629586>

2. “Todo lo que necesita saber sobre los aminoácidos”

EL OBSERVADOR 26 de octubre de 2017

**Tomado de:** <https://www.elobservador.com.uy/nota/todo-lo-que-se-necesita-saber-sobre-los-aminoacidos-201710266450>

### *Para la casa*

1. Busca en los productos alimenticios de tu casa e identifica si algunos de sus componentes son aminoácidos. Según lo encontrado, ¿crees que tu alimentación le aporta los aminoácidos que tu cuerpo necesita? Justifica tu respuesta
2. ¿Qué relación encuentras entre la síntesis de proteínas, la alimentación y los aminoácidos? ¿En qué se basa tu respuesta?
3. ¿Cuál consideras que son las diferencias entre las proteínas que producen nuestras células y las proteínas que ingerimos en la alimentación diaria?

#### ✓ *ACTIVIDAD. Síntesis de proteínas*

*Sesión: 5*

*Duración: 3 horas*

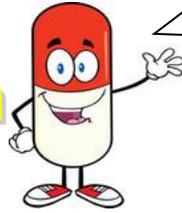
*Materiales:* Videos, televisor, presentación en power point (síntesis de proteínas), computador, cable HDMI, conexión a internet, fotocopias de la guía, esfero, lápiz y cuaderno.

*Descripción: Explicación y Trabajo en grupo.* Los estudiantes deben observar los videos y estar atentos a la explicación a través de diapositivas sobre cómo se prepara la célula para la síntesis de proteínas (la replicación) y el paso a paso de esta: la transcripción y traducción, procesos básicos para la formación de estas moléculas; posteriormente complementar con los textos de la guía.

- Síntesis de proteínas. (Duración 2 minutos 44 segundos)  
[https://www.youtube.com/watch?v=VgZS\\_jhtF14](https://www.youtube.com/watch?v=VgZS_jhtF14)
- ADN de proteínas (traducción, transcripción) (Duración 2 minutos 41 segundos)  
[https://www.youtube.com/watch?v=r2m-vNRV0\\_A](https://www.youtube.com/watch?v=r2m-vNRV0_A)

*Para los estudiantes*

**Píldora  
Informativa**



Luego de la explicación, debes preguntar sobre lo que se te dificultó entender. Resueltas tus dudas debes organizarte en grupo con 4 compañeros, realizar la lectura de cómo se forman las proteínas y llevar a cabo las actividades de “manos a la obra”

**Título de la guía:** “Síntesis de proteínas”

**Tomado de:** Los contenidos de esta actividad fueron tomados y adaptados de Morrison y Boyd (1976), Battaner (2012), Jiménez y Merchant (2003), Aldaba, Hueto, Juni y López (1998) e Hipertexto Santillana ciencias naturales noveno (2010).



*Manos a la  
obra*

1. Elabora una lista de chequeo donde incluyas los componentes necesarios para que ocurra la síntesis de proteínas.
2. Por grupos deben elaborar un juego, o maqueta o cuento o una forma dinámica donde le expliquen a sus compañeros el proceso de síntesis de proteínas, para socializarlo en la próxima clase. Al finalizar esta clase, deben entregar un bosquejo sobre la idea que planteó el grupo.

✓ **ACTIVIDAD. Socialización**

**Sesión:** 6

**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Los elaborados por los estudiantes, tablero y marcadores

**Descripción:** Trabajo en grupo. En esta sesión los estudiantes deben socializar la actividad anterior (juego, cuento o lo que hayan ideado) sobre la síntesis de proteínas, despejar las dudas y participar en la explicación del tema. La docente realiza constante retroalimentación.

### **Momento 3. Estructuración del conocimiento**

#### **✓ ACTIVIDAD. Construyamos proteínas**

**Sesión:** 7

**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Código genético, secuencia de ADN, 1 pliego de papel bond, hojas de colores, marcadores.

**Descripción:** *Trabajo en grupo.* A cada grupo de estudiantes se le asignara una secuencia de ADN, correspondiente a la información que codifica una proteína. A partir de ella deben formarla teniendo en cuenta el código genético y los pasos de la síntesis de proteínas y plasmarlo en la cartelera para ser expuesto. Los estudiantes deben estar atentos a los ejemplos para utilizar la tabla del código genético. (1 hora para la elaboración de la proteína y 1 hora de socialización)

**Para la casa:** Averigua sobre qué factores producen fallas en el buen funcionamiento o formación de las proteínas y algunas de las enfermedades que esto causa en los seres humanos.

#### **✓ ACTIVIDAD. ¿Y si algo sale mal?**

**Sesión:** 8

**Duración:** 1 hora

**Materiales:** Guía de trabajo, esfero, cuaderno.

**Descripción:** *Trabajo Individual.* Teniendo en cuenta lo visto sobre el tema, las actividades complementarias (para la casa) y socializaciones los estudiantes deben responder los interrogantes. Posterior a esto se realiza la socialización.

*Para los estudiantes*

Soluciona los siguientes interrogantes. Ten en cuenta lo visto sobre el tema, tu desempeño y las socializaciones realizadas.



***Analiza***

1. ¿Por qué crees que la síntesis de proteínas es un proceso vital para el organismo? Justifica tu respuesta.
2. Si en la fase de transcripción de la síntesis de proteínas la cadena de ARN mensajero tuviera un error en la información. ¿Qué crees que pasaría con la proteína que se va a formar? ¿En qué te basas para dar tu respuesta?
3. Elabora un escrito mínimo de 10 renglones, donde expreses que le podría suceder a tu organismo si le llegara a faltar uno o dos aminoácidos esenciales. Justifica tu respuesta

***Reflexiona sobre tu aprendizaje***

4. ¿Qué dificultades se te presentaron en el aprendizaje de la síntesis de proteínas?
5. ¿Cómo crees que puedes superar dichas dificultades?
6. ¿Consideras que conocer sobre la importancia y funcionamiento de la síntesis de proteínas aporta a tu vida cotidiana? ¿de qué forma?

## Momento 4. Transferencia de los nuevos conocimientos

### ✓ ACTIVIDAD. Como funciona mi organismo

**Sesión:** 9

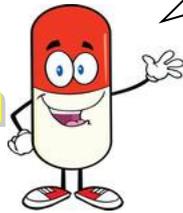
**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Guía de trabajo, esfero, cuaderno.

**Descripción:** Trabajo individual. En la presente actividad el estudiante tendrá la oportunidad de expresar lo aprendido e identificar la relación gen- proteína y organismo. Deben leer atentamente y resolver las siguientes actividades.

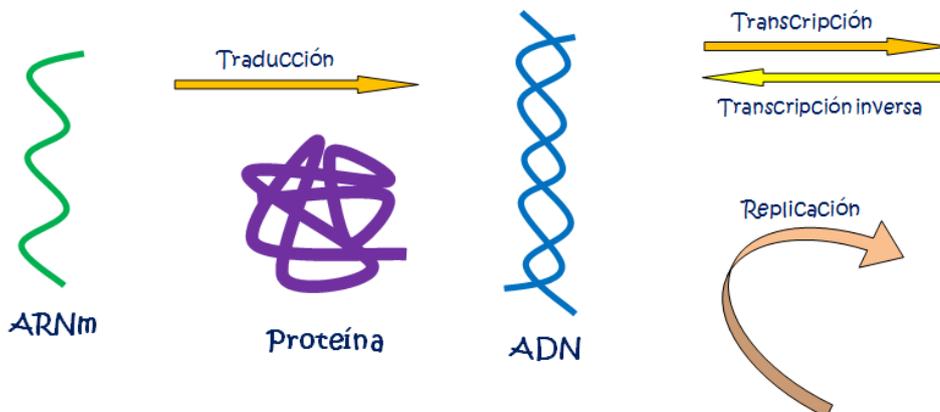
*Para los estudiantes*

**Píldora  
Informativa**



En la presente actividad tendrás la oportunidad de expresar lo que conoces sobre la relación que existe entre los genes las proteínas y el funcionamiento del organismo. Lee atentamente y resuelve.

1. Organiza las imágenes según correspondan al proceso de síntesis de proteínas y describe detalladamente la secuencia que organizaste.



**Argumenta**

2. La insulina es una proteína compuesta por 51 aminoácidos, se produce en las células beta del páncreas y su función es tomar la glucosa (azúcar) obtenida del proceso de digestión de los alimentos del torrente sanguíneo y llevarla a diversas células para que sea almacenada o utilizada como fuente de energía.

Imagen. Acción de la insulina

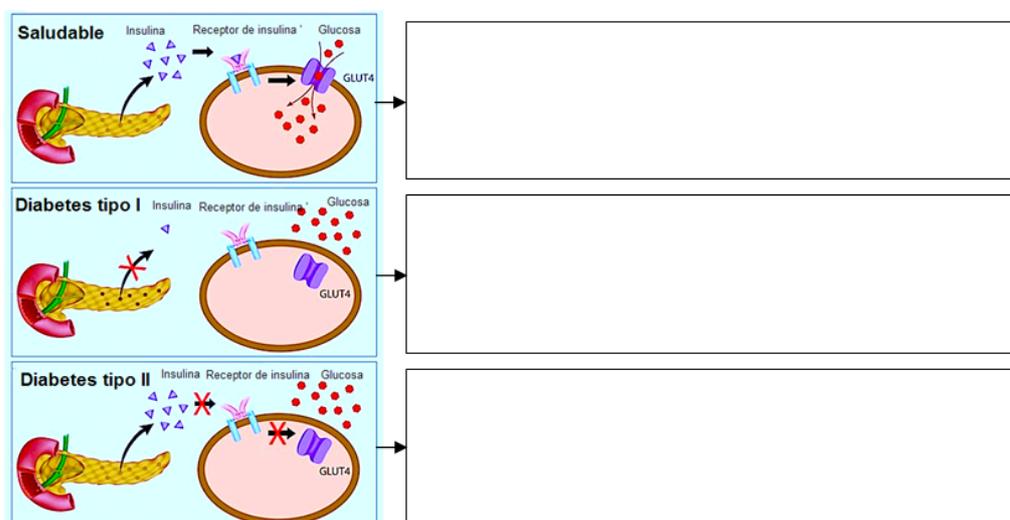


<http://draerikavalencia.mex.tl/imagesnew2/0/0/0/1/0/3/3/2/9/4/Insulina.png>

Por otro lado, la diabetes, es una enfermedad que se presenta por la baja o nula producción de insulina, lo que causa acumulación de glucosa en la sangre. Se dice que pueden ser varios los factores que causan esto, como daño en las células beta del páncreas, obesidad o herencia genética.

Mariana, es una señora con antecedentes familiares de diabetes, y fue diagnosticada luego de varios exámenes como diabética. Desea saber si obligatoriamente se tiene que inyectar la insulina para que su asimilación celular de azúcar sea normal, o si puede en lugar de esto, consumir alimentos ricos en los aminoácidos que componen la insulina y así favorecer la síntesis de esta proteína en su páncreas de forma natural. ¿Qué respuesta le darías a Mariana? ¿Cuáles son los argumentos de tu respuesta?

3. Observa la siguiente imagen sobre la diabetes y explica que sucede en cada caso:



<https://userscontent2.emaze.com/images/5a980923-26bf-4798-9f43-cdccc130ba3c8/e05617e12afb47de668f9bcb1f027b6d.png>

3. Lee detenidamente el siguiente enunciado y responde:

*El señor Roberto tiene 40 años y por respeto a la naturaleza ha decidido no consumir alimentos de origen animal o derivados de estos, como la carne, pollo, cerdo, mariscos, huevos, queso y leche entre otros; su esposa le insiste que debe consumirlos, o por lo menos algunos de ellos, ya que tienen nutrientes indispensables para el buen funcionamiento de su organismo.*

¿Estás de acuerdo con don Roberto o su esposa? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

4. Las mutaciones, el envejecimiento y algunos factores ambientales son causales de la falla en la función o formación de algunas proteínas, generando por esto un número considerable de enfermedades; ejemplo de esto es la hemofilia, enfermedad hereditaria que afecta principalmente a los hombres, es causada por la deficiencia de factores de coagulación que son proteínas encargadas de participar en la coagulación de la sangre en el momento que ocurre alguna hemorragia en el organismo. Al no producirse dichos factores no hay manera que se detengan las hemorragias internas o externas, que además se producen con frecuencia. El nivel de gravedad de la hemofilia se puede determinar en la siguiente tabla:

Tabla. Rangos para la Hemofilia

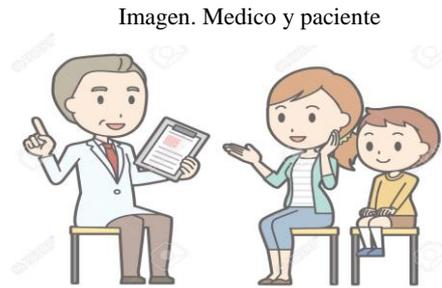
Nivel	Porcentaje de actividad normal de factor en la sangre	Número de unidades internacionales (UI) por mililitro (ml) de sangre entera
Rango normal	50%-150%	0.50-1.5 UI
Hemofilia leve	5%-40%	0.05-0.40 UI
Hemofilia moderada	1%-5%	0.01-0.05 UI
Hemofilia severa	por debajo del 1%	por debajo del 0.01 UI

Tomado de: <https://www.wfh.org/es/page.aspx?pid=780>

Analiza la tabla y resuelve:

Un paciente hemofílico leve, ¿Produce factores de coagulación?, ¿Qué nos puede decir esto de la producción de estas proteínas en la célula? ¿En qué te basas para dar tu respuesta?

5. Imagina que eres docente de ciencias naturales de quinto grado y Juanito, pregunta el porqué a su mamá el médico le dijo que debía tomar colágeno para mejorar la elasticidad de sus articulaciones y su piel y que si él también tendría que tomar colágeno porque no quiere que le duelan las rodillas y se arrugue su piel.



[https://es.123rf.com/photo\\_71490115\\_ilustraci%C3%B3n-que-n%C3%B1o-y-su-madre-est%C3%A1n-consultando-a-un-m%C3%A9dico.html](https://es.123rf.com/photo_71490115_ilustraci%C3%B3n-que-n%C3%B1o-y-su-madre-est%C3%A1n-consultando-a-un-m%C3%A9dico.html)

¿Cuáles serían las razones que le darías a Juanito de la necesidad de colágeno que tiene su mamá? ¿Juanito también tendría que tomar colágeno? ¿Por qué?

Recuerda que: *el colágeno, está presente en la piel, huesos, uñas, cabello, ligamentos, tendones y cartílagos, y es un componente fundamental del cuerpo humano: supone aproximadamente un cuarto del total de proteínas. Sus propiedades dan resistencia y elasticidad a piel y articulaciones.*

Tomado de: [https://elpais.com/elpais/2018/08/24/ciencia/1535126540\\_201065.html](https://elpais.com/elpais/2018/08/24/ciencia/1535126540_201065.html)

### ✓ **ACTIVIDAD. Socialización y reflexión**

**Sesión:** 10

**Duración:** 2 horas

**Materiales:** Tablero, marcadores, cuaderno con interrogantes de los estudiantes sobre lo que se les ha dificultado entender.

**Descripción:** Trabajo colectivo. En esta actividad se socializa la actividad anterior, se resuelven las inquietudes de los estudiantes, se hace una síntesis del tema en general y retroalimentación del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

### **Referencia de la Píldora**

Tomada de <https://myloview.es/cuadro-capsula-de-la-pildora-de-dibujos-animados-que-agita-por-un-saludo-no-F50574>