

**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**

ELIZABETH CONTRERAS JARAMILLO



**UNIVERSIDAD ICESI
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

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**

ELIZABETH CONTRERAS JARAMILLO

Director:

Dr. José Darío Sáenz

Asesora trabajo de grado

Dra. María Isabel Rivas Marín



**UNIVERSIDAD ICESI
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2017

CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción	3
Capitulo 1. Planteamiento de la Investigación.....	5
1.1 Problema De Investigación.....	5
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación	7
Capitulo 2. Marcos de Referencia.....	9
2.1 Estado del Arte.....	9
2.2 Marco Conceptual.....	11
2.2.1 Concepciones sobre aprendizaje.....	12
2.2.2 La Didáctica.	16
2.2.2.1 Surgimiento de la Didáctica.	16
2.2.2.2 Etimología de la Didáctica	17
2.2.2.3 El concepto de didáctica	18
2.2.2.4 Postulados de la didáctica.....	19
2.2.2.5 Didáctica de las ciencias.....	21
2.2.2.6 Las secuencias didácticas	23
2.2.3 Saberes previos	25
2.2.4 Movilización de saberes.....	26
2.2.5 Explicación de fenómenos	27
2.2.6 Conceptos Generales para comprender la síntesis de proteínas.....	28
Capitulo 3. Metodología	42
3.1 Enfoque y tipo de Investigación	42
3.2 Diseño de la Investigación	43
3.3 Población objeto de estudio	44
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información	44
3.5 Análisis de la información	45
Capítulo 4. Resultados e interpretación de la información.....	48
4.1 Descripción y análisis de actividades	48

4.2	Análisis de resultados a evaluación antes y después de aplicar la secuencia	61
Capítulo 5.	Organización de la secuencia didáctica.....	69
Capítulo 6.	Conclusiones y recomendaciones	80
6.1	Conclusiones	80
6.2	Recomendaciones	82
Bibliografía	83
Anexos	91

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Estructura de las proteínas	29
Cuadro 2 Fases que determinan el diseño de la investigación.....	43
Cuadro 3 Clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes en las evaluaciones	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de un nucleótido	28
Figura 2 Estructuras de la ribosa y la desoxirribosa	30
Figura 3 Estructura del ADN de Watson y Crick	31
Figura 4 Estructura del ARN	32
Figura 5 Código genético.....	36

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Respuestas a pregunta No. 1	62
Tabla 2 Respuestas a pregunta No. 2	63
Tabla 3 Respuestas a pregunta No. 3	64
Tabla 4 Respuestas a pregunta No. 4.....	64
Tabla 5 Respuestas a pregunta No. 5	65
Tabla 6 Respuestas a pregunta No. 6.....	66
Tabla 7 Respuestas a pregunta No. 7	66

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María Isabel Rivas por sus valiosos aportes, durante la asesoría.

Al Dr. Ernesto Peláez por su buena voluntad, apoyo y asesoría en la parte estadística.

A todos los docentes de la universidad ICESI que de uno u otro modo me proporcionaron las herramientas necesarias para la elaboración de este trabajo.

Al MEN, por la oportunidad brindada.

A la I.E.T.I.E. por ofrecer los recursos y espacios necesarios para la realización de este trabajo y a mis compañeros docentes por su colaboración.

A los estudiantes del grado 9°1 año 2016, por su valiosa colaboración y buena voluntad durante la implementación y evaluación.

Resumen

El aprendizaje de la síntesis de proteínas representa cierto grado de dificultad para los estudiantes del grado noveno, por tanto, se hace necesaria la búsqueda e implementación de diversas estrategias que faciliten la enseñanza-aprendizaje del mismo.

En este trabajo se presentan los resultados de la implementación y evaluación de una secuencia didáctica diseñada con el fin de promover los aprendizajes y movilizar las capacidades del saber en cuanto al proceso de síntesis de proteínas en los estudiantes del grado noveno de la I.E.T.I. España del municipio de Jamundí.

Para evaluar la efectividad de la secuencia didáctica en los procesos de aprendizaje de los estudiantes se realizó una prueba diagnóstica, antes de la implementación y se repitió la misma, al final de esta, con el fin de determinar en qué medida su implementación genera cambios significativos en su proceso de aprendizaje.

El nivel de significancia de los resultados fue analizado mediante aplicación de prueba de hipótesis con el enfoque del valor P; dicha prueba, permitió definir que efectivamente se generaron cambios significativos en los saberes de los estudiantes, con la implementación de la secuencia didáctica; lo cual permite concluir que si se cumplen los objetivos propuestos inicialmente en este trabajo.

Palabras clave: Aprendizajes, síntesis de proteínas, saberes previos, movilización de saberes, secuencia didáctica.

Abstract

The learning of the synthesis of proteins represents a certain degree of difficulty for students of the ninth grade, therefore, it becomes necessary to search and implement some strategies that facilitate teaching-learning .

In this work I present the results of the implementation and evaluation of a didactic sequence designed with the purpose of promoting the learning and mobilizing the capacities of the knowledge regarding the process of protein synthesis in the ninth grade students of Institucion educativa técnica industrial España del municipio de Jamundí.

In order to evaluate the effectiveness of the didactic sequence in the students' learning processes, a diagnostic test was performed before the implementation and it was repeated at the end of the test, in order to determine the extent to which its implementation generates significant changes In their learning process.

The level of significance of the results was analyzed using hypothesis test with the P value approach; This test, allowed to define that significant changes were actually generated in the students' knowledge, with the implementation of the didactic sequence; Which allows to conclude that the objectives initially proposed in this work were achieved.

Key words: Learning, protein synthesis, previous knowledge, mobilization of knowledge, didactic sequence.

Introducción

Las proteínas son moléculas complejas constituidas por cadenas de aminoácidos, que se pliegan logrando darles de este modo una forma tridimensional y su estructura depende del tipo de aminoácidos por los cuales están conformadas. Dichas moléculas, se fabrican a nivel celular y son necesarias para casi todas las funciones de los seres vivos (Segui, 2011). Su síntesis se encuentra enmarcada dentro del dogma central de la biología molecular y es precisamente acá donde radica la necesidad de que se aborde su aprendizaje desde el campo de la biología.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la síntesis de proteínas en estudiantes de grado noveno, se dificulta en gran medida, dado que en esta etapa de formación los estudiantes aún no tienen el conocimiento básico de la química orgánica, para comprender las estructuras moleculares ni los procesos químicos que hacen posible la síntesis de proteínas. Otro factor que dificulta la comprensión de este proceso es la complejidad del lenguaje científico, el cual tampoco es manejado por los estudiantes.

Debido a la importancia y complejidad de los conceptos referentes al proceso de síntesis de proteínas, los docentes nos vemos en la necesidad de buscar estrategias que faciliten tanto nuestro trabajo, como el de los estudiantes, de modo que se pueda simplificar la comprensión de estos promoviendo la construcción de aprendizajes profundos por parte de los alumnos.

Para lograr aprendizajes profundos por parte de los estudiantes, en cuanto al proceso de síntesis de proteínas, es necesario involucrarlos en la construcción de sus saberes de tal modo que sean ellos mismos quienes investiguen, discutan y elaboren sus explicaciones; por su parte, el docente debe orientar el trabajo procurando generar la inquietud en ellos, motivándoles a investigar acerca del proceso y evitando dar las respuestas acerca de lo que se pretende que aprendan.

En ese proceso de aprendizaje es muy relevante tener en cuenta los saberes previos que tienen los estudiantes acerca de las proteínas y su proceso de síntesis, pues para Ausubel (2005), los saberes previos deben ponerse en juego con los nuevos, para alcanzar de manera efectiva,

aprendizajes significativos. Además, como afirma Carretero (1997), se hace necesario que compartan sus experiencias e ideas con los compañeros, mediante la adopción de la estrategia del trabajo colaborativo; favoreciendo de este modo la movilización de saberes que conlleven a la construcción de sus explicaciones acerca del proceso mencionado.

Las secuencias didácticas, pueden considerarse como herramientas facilitadoras en los procesos de enseñanza- aprendizaje, en el área de la biología ya que como lo afirma Obaya (2007), permiten organizar los contenidos y actividades inherentes a dicho proceso, puesto que los integra mediante el trabajo en equipo por parte de los estudiantes. Dado que las secuencias son flexibles, pueden adaptarse de manera que en ellas se estructure el proceso de enseñanza-aprendizaje incluyendo los estudiantes, el docente, los contenidos y el contexto. Además de esto también permiten el análisis y reflexión acerca de la práctica educativa.

Teniendo en cuenta las bondades de las secuencias didácticas como herramienta útil en el proceso educativo y el contexto en el cual se ha de implementar; en este trabajo se presenta el diseño de una secuencia didáctica pensada para facilitar la movilización de los saberes por parte de los estudiantes en cuanto a la síntesis de proteínas y los resultados de la implementación y evaluación de dicha secuencia. La implementación y evaluación se hace con los 44 estudiantes del grado 9^o-1 (año 2016), de la I.E.T.I. España ubicada en la zona Urbana del municipio de Jamundí.

Este trabajo consta de seis capítulos, en el primer capítulo se aborda el problema de investigación a partir del cual surgen los objetivos y la justificación del mismo, el segundo capítulo está dedicado a la revisión de antecedentes y los referentes que componen el marco conceptual, en el capítulo tres se describe la metodología empleada para el desarrollo de la investigación, en el capítulo cuatro se presentan los resultados y la interpretación de los mismos, en el capítulo cinco se muestra la forma como se organizó la secuencia didáctica para su implementación y en el capítulo seis finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que surgen a partir de los resultados obtenidos.

Capítulo 1. Planteamiento de la Investigación

En este apartado se hará una breve descripción del problema que da lugar a esta investigación, se planteará la pregunta problematizadora en cuya solución se enfocará el trabajo a realizar y se plantearán los objetivos propuestos.

1.1 Problema De Investigación

La síntesis de proteínas está dada por los procesos que encierra el dogma central de la Biología molecular (transcripción y traducción del ADN), que permiten ilustrar los mecanismos de transmisión y expresión de los caracteres hereditarios. La enseñanza y aprendizaje de este proceso puede resultar complicada dado que se integran conocimientos de la biología, la química y las matemáticas; además, su representación es compleja puesto que se esquematiza mediante estructuras químicas, lo cual puede resultar frustrante para los estudiantes del grado noveno que aún no tienen los conocimientos necesarios sobre esta materia.

Debido a lo anterior cualquier nivel de conocimientos que pueda tener el docente acerca del tema puede resultar infructuoso a la hora de pretender que el estudiante asimile estos conocimientos de forma apropiada, si no se hace uso de estrategias didácticas que logren atraer su atención y de muy buenas herramientas para despertar su interés por el aprendizaje; pues este puede resultar además monótono, ya que de por sí la enseñanza de las ciencias naturales lo es debido a la precisión y complejidad de los conceptos científicos.

Las estrategias didácticas empleadas, deben contribuir al desarrollo de competencias en los estudiantes que promuevan la apropiación del proceso de la síntesis de proteínas por parte de estos y que logren involucrarlos en su proceso de formación, de tal manera que los jóvenes se sientan atraídos y responsables en la construcción de sus saberes, al poner en juego sus ideas previas con la nueva información obtenida, haciendo uso del trabajo colaborativo como generador de discusión y construcción de conocimiento. Pues las metodologías que se basan en la transmisión de

conocimiento en forma unidireccional docente-estudiante (métodos tradicionales) limitan la apropiación de saberes y, por tanto, la autoconstrucción de conocimiento, dado que desconoce los intereses del estudiante y sus capacidades (Bermúdez, 2012).

En nuestro rol de docentes somos responsables de analizar y contextualizar cada situación que se presente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para vencer los obstáculos y cumplir con la tarea de dirigirlo de forma apropiada. Por tanto, siempre debemos estar dispuestos a evaluar nuestras metodologías y replantearlas si es necesario, con el fin de lograr el objetivo. A partir de allí, se plantea la pregunta problematizadora a la cual buscaremos dar respuesta a lo largo de este trabajo de investigación.

¿Las secuencias didácticas para la enseñanza del proceso de la síntesis de proteínas promueven aprendizajes y movilizan la explicación de fenómenos en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Técnica Industrial España?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Promover el aprendizaje de la síntesis de proteínas mediante una secuencia didáctica que movilice la explicación de fenómenos en los estudiantes del grado noveno de la I.E.T.I. España del municipio de Jamundí.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las dificultades que presentan los estudiantes del grado noveno para el aprendizaje y explicación del proceso de síntesis de proteínas.
- Diseñar una secuencia didáctica que permita a los estudiantes aprender y explicar el proceso de síntesis de proteínas.

- Implementar una secuencia didáctica que facilite el aprendizaje y explicación del proceso de Síntesis de proteínas.
- Evaluar cómo influye la secuencia didáctica diseñada en el aprendizaje y la explicación del proceso de Síntesis de proteínas por parte de los estudiantes.

1.3 Justificación

En esta parte del trabajo de investigación se pretende justificar porque la secuencia didáctica es una opción pertinente para promover el aprendizaje de la síntesis de proteínas y movilizar los saberes que permitan la explicación de fenómenos relacionados con dicho proceso.

Se piensa que el diseño y aplicación de la secuencia didáctica puede ser una estrategia útil para facilitar la apropiación de saberes con respecto al proceso de la enseñanza y aprendizaje puesto que en ella el estudiante se compromete con la construcción de su propio conocimiento. Pues tal y como las plantean Tobón, Pimienta y García (2010, p 20) “son conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos”. En la práctica, esto implica mejoras sustanciales de los procesos de formación de los estudiantes, ya que la educación se vuelve menos fragmentada y se enfoca en metas.

En el modelo de competencias, las secuencias didácticas son una metodología relevante para mediar los procesos de aprendizaje en el marco del aprendizaje o refuerzo de competencias; para ello se retoman los principales componentes de dichas secuencias, como las situaciones didácticas (a las que se debe dirigir la secuencia), actividades pertinentes y evaluación formativa (orientada a enjuiciar sistemáticamente el proceso). Con ello, se sigue una línea metodológica que permite a los docentes que ya trabajan con esta estrategia una mejor adaptación al trabajo por competencias en el aula.

Con el diseño de esta secuencia didáctica se busca facilitar la comprensión y aprendizaje del proceso de síntesis de proteínas para que los estudiantes logren explicarlo de forma clara y concisa. Pues con la implementación de esta estrategia es posible propiciar situaciones en las cuales el estudiante se vea en la obligación de reflexionar de manera individual para generar explicaciones relacionadas con la temática abordada, que luego deberá confrontar con su grupo de trabajo, escuchar otros puntos de vista al respecto, evaluarlos y corregir sus conceptos de ser necesario, logrando de este modo la construcción de su propio conocimiento, para que finalmente pueda explicar el proceso de forma coherente. Solo cuando esto suceda se podrá concluir que el estudiante construyó conocimiento de forma significativa para su vida.

Capítulo 2. Marcos de Referencia

Este capítulo se divide en dos partes, en primera instancia se considera el estado del arte, en el cual se hace referencia a trabajos previos relacionados con el problema planteado en esta investigación y en segundo lugar se hará revisión de los referentes teóricos que fundamentan esta tesis de grado.

2.1 Estado del Arte

En el campo de las ciencias naturales por ser un área en la cual se emplea lenguaje científico que puede resultar de difícil comprensión para los jóvenes es imprescindible la búsqueda de estrategias que puedan contribuir a facilitar el aprendizaje de los conceptos y el desarrollo de las competencias básicas. Por tal razón se han desarrollado investigaciones encaminadas hacia el logro de este objetivo.

Dentro de los conocimientos fundamentales que deben adquirir los estudiantes en el campo de las ciencias naturales se encuentra la síntesis de proteínas, para lo cual deben darse los procesos de duplicación, transcripción y traducción de los ácidos nucleicos. Esta temática está enmarcada dentro del programa de grado noveno de básica secundaria y al momento de abordarse en el aula de clase nos encontramos con una serie de dificultades que debemos superar para lograr aprendizajes efectivos en nuestros estudiantes.

En ese sentido, Giraldo (2014), realiza una unidad didáctica sobre síntesis de proteínas con estudiantes de noveno grado en edades comprendidas entre 14 y 16 años Para ello usa un enfoque cualitativo cuyo análisis se realizó con el programa Atlas-Ti, basado en métodos de recolección de datos no estandarizados que permitieran identificar sus modelos explicativos, obstáculos epistemológicos, historia epistemológica del concepto, reflexión metacognitiva y evolución conceptual. Llegando a concluir que los alumnos finalmente, continúan dando respuestas vagas,

utilizando el mismo enunciado de la pregunta para dar la respuesta y presentan dificultades para explicar el proceso de síntesis de proteínas y ubicarlo en el nivel molecular.

Igualmente, Delgado (2014), teniendo en cuenta el contexto institucional, diseñó e implementó una propuesta para la enseñanza y aprendizaje del DNA, RNA y proteínas empleando las Tics y el modelo de mini proyectos, en estudiantes de grado noveno. Como estrategias para su aprendizaje utilizó el trabajo en equipo, el pensamiento lógico-matemático y el manejo del lenguaje epistemológico. En sus resultados indica que las actividades ofrecidas en la plataforma conducen a actitudes positivas por parte de los estudiantes y hay un mayor aprendizaje de los conceptos dada la sencillez con la que se aborda el tema. Concluyendo al respecto que las herramientas Tics favorecen el aprendizaje de los procesos de replicación del DNA, transcripción del RNA y traducción de proteínas.

En otro espacio, Roni, Alfie y Borches (2012), realizaron una secuencia didáctica en línea en el campo de las Ciencias Naturales y Exactas, en dos aulas de contextos institucionales diferentes respecto a las expectativas académicas de los alumnos. En su metodología, entramaron situaciones de lectura, escritura e interpretación de imágenes como las de YouTube; y para en su análisis consideraron entrevistas postsecuencias a los docentes, sus diarios de campo, fragmentos de observación de clase y las producciones de los alumnos. Llegando a concluir que aquellas intervenciones donde el docente detenía las proyecciones y las repetía, devolvía preguntas y/o comentarios, negociaba significados y orientaba la escritura y la revisaba mediante el uso de textos de lectura, facilitaron el aprendizaje de los contenidos.

Iturriago (2011), por otro lado, implemento las Tics para la enseñanza de los ácidos nucleicos en estudiantes de décimo a través del uso de las herramientas informáticas Wiki y LMS. Así llegó a concluir que este tipo de plataformas se constituyen en un elemento que motiva a los a los estudiantes, aumenta la creatividad y el interés del grupo por la búsqueda de cosas nuevas, además, fomenta el trabajo colaborativo y para el docente se convierte en una herramienta auxiliar en su labor de enseñanza.

Asimismo, Barbarini (2013), realizó una unidad didáctica dedicada al estudio del ADN para alumnos de segundo de bachillerato. Para ello desarrolló clases teóricas en las que se llevaron a cabo el estudio del ADN, su estructura característica, funciones, descubrimiento como molécula portadora de la información genética, forma y proceso de duplicación. Se apoyó para su estudio en mapas conceptuales y en videos explicativos proyectados través de power point, la construcción de un modelo tridimensional de la estructura del ADN y de prácticas de laboratorio. Por su parte los estudiantes realizaron un trabajo metacognitivo elaborando mapas conceptuales en Cmap tools, donde plasmaron lo aprendido durante el desarrollo de la unidad y lo expusieron en clase para la evaluación grupal. Igualmente fueron evaluadas sus habilidades para la investigación, la resolución de problemas de nivel superior, la aplicación y el análisis de los conocimientos previos. De esta manera logró en ellos una alta participación, interacción y nivel de entusiasmo con relación al modelo del ADN propuesto, consiguiendo así, que el conocimiento sobre los ácidos nucleicos adquiriera significado lógico para los estudiantes.

Estos resultados obtenidos en diferentes investigaciones confirman la pertinencia de implementar estrategias didácticas innovadoras para facilitar la comprensión de los conceptos y procesos propios de las ciencias naturales y la necesidad de que la educación continúe evolucionando, pues no puede ser igual la forma de enseñar hoy a la forma en que aprendimos nosotros en el pasado, dado que las sociedades y los diversos factores que la componen están en permanente cambio y la educación como factor elemental de la sociedad no puede quedarse atrás.

2.2 Marco Conceptual

Los referentes teóricos a partir de los cuales se sustenta el diseño e implementación de la secuencia didáctica, cuya finalidad es la de promover el aprendizaje de la síntesis de proteínas y la movilización de saberes para la explicación de fenómenos en los estudiantes del grado noveno, son los que se mencionan a continuación:

2.2.1 Concepciones sobre aprendizaje

Cada individuo necesita adquirir conocimientos desde el mismo momento de su nacimiento para poder interactuar con las demás personas y debe haber alguien que le transmita tales conocimientos. Es por eso que los primeros aprendizajes se consiguen desde antes de ir a la escuela, en la interacción con la familia, los amigos, etc.

El aprendizaje es un proceso subjetivo, que ha sido analizado a través de la historia por diferentes ciencias (Sociología, Psicología, Antropología). Ortiz (2006), menciona que este se aborda desde distintas corrientes psicológicas, escuelas y teorías (Neoconductismo, Psicoanálisis, Humanismo, Escuela Histórico-cultural, Epistemología genética, Teorías cognitivas, enfoque constructivista, etc.), las cuales presentan diferentes concepciones y asumen distintas posturas con respecto a las condiciones necesarias para su construcción.

El aprendizaje según Piaget

De acuerdo con Ortiz (2006), Piaget (1970), hace referencia al aprendizaje como el cambio de estado de conocimientos mínimos a estados más complejos, lo cual implica cambios en los esquemas mentales que tienen lugar en las diferentes etapas de un individuo. Tryphon y Vonché (2000), mencionan que, de acuerdo a esta teoría, los conocimientos se producen de manera individual dentro del sujeto y luego sufren un proceso de “externalización” que modifican la relación del niño con los demás; pero este proceso se va desarrollando a medida que el niño crece.

Por otro lado, Labinowicz (1980) plantea que Piaget subestima la capacidad de los niños pequeños argumentando que la capacidad de aprendizaje se desarrolla con el paso del tiempo y que solo hasta la adolescencia logran convertirse en “pensadores hipotético-deductivos que captan la lógica del diseño experimental”

De acuerdo con Wadsworth (1991), Piaget también elabora una clasificación de los tipos de conocimiento, separándolo en conocimiento físico, conocimiento lógico-matemático y conocimiento social. Este mismo autor hace mención y define los conceptos básicos de la teoría

de Piaget, los cuales son de gran importancia en el campo de los aprendizajes; dichos conceptos se relacionan a continuación:

- Esquema: Actividad operacional repetitiva que se universaliza a tal punto que otros estímulos no significativos logran provocarla. Con el desarrollo del niño surgen nuevos esquemas y se reorganizan los que ya existen.
- Estructura: Integración equilibrada de esquemas
- Organización: Permite conservar la interacción con el medio en sistemas congruentes. Está formada por las etapas de conocimiento que conllevan a conductas diferentes frente a las situaciones.
- Adaptación: Atributo de la inteligencia adquirida por la asimilación mediante la cual se obtiene nueva información y por la acomodación encargada de ajustar la nueva información.
- Equilibrio: Unidad de organización en el sujeto cognoscente, regulan las interacciones del sujeto con la realidad, pues sirven como marcos asimiladores para la incorporación de la nueva información; a medida que el niño se relaciona con su medio ambiente va incorporando experiencias a su actividad y las reajusta con las ya obtenidas. Para que esto ocurra es necesario que se presente el mecanismo de equilibrio el cual es el balance que surge entre el medio externo y las estructuras internas de pensamiento.
- Proceso de equilibración: La relación entre asimilación y acomodación es cambiante, de tal forma que la evolución intelectual, corresponde a la evolución de esta relación. Este proceso se establece en tres niveles:
 - ✓ El equilibrio se establece entre los esquemas del sujeto y los acontecimientos externos.
 - ✓ El equilibrio se establece entre los propios esquemas del sujeto.
 - ✓ El equilibrio se traduce en una integración jerárquica de esquemas discriminados.

El aprendizaje según Vigotsky

Vigotsky (1978) afirma que el aprendizaje es desarrollo, es decir, que aprendizaje y desarrollo están completamente ligados, ambos procesos se dan simultáneamente y coinciden en todos los puntos. El desarrollo se basa en dos procesos inherentemente diferentes pero relacionados

entre sí y que se influyen mutuamente. Por un lado, está la maduración, que depende directamente del sistema nervioso y por el otro el aprendizaje, que a su vez es también proceso evolutivo.

Por tanto, Vigotsky (1979), indica que todo aprendizaje en la escuela tiene una historia previa, es decir, el niño ha tenido experiencias antes de ir a la fase escolar, Además, el desarrollo psicológico para él, presenta dos niveles evolutivos:

- a) Nivel de desarrollo real: Comprende el nivel de desarrollo de las funciones mentales de un niño y corresponde a aquellas actividades que el niño es capaz de hacer por si solo y que indican sus capacidades mentales. Es indicador de las funciones que ya han madurado.
- b) Nivel de desarrollo potencial: Se refiere a aquellas actividades que el niño puede realizar con ayuda de otros, bien sea, cuando se le brinda la ayuda o se le muestra cómo solucionarlo, es decir, no es capaz de solucionarlo independientemente. Esto es más indicativo del desarrollo mental que lo que pueden realizar solos.

La brecha entre el nivel de desarrollo real y el nivel de desarrollo potencial se conoce como la zona de desarrollo próximo, la cual define aquellas funciones que no han madurado, pero se encuentran en proceso de maduración.

Mazzarella (2001), indica que para Vigotsky (1979) en educación hay tres ideas básicas:

- El desarrollo psicológico visto de manera prospectiva: en el aprendizaje evolutivo evalúa usualmente las capacidades que el niño domina completamente y que ejecuta de forma independiente. En ese sentido, el educador debe trabajar continuamente en el estudiante sobre la zona de desarrollo próximo para provocar avances en los aprendizajes que no suceden de manera espontánea.
- Los procesos de aprendizaje ponen en marcha los procesos de desarrollo. La trayectoria del desarrollo va del exterior hacia el interior por medio de la internalización de los procesos interpsicológicos; así las cosas, si se considera el aprendizaje como propulsor del desarrollo, la escuela es el agente del mismo y su papel es fundamental en el desarrollo psicológico del niño.

- Intervención con otros miembros del grupo social como mediadores entre cultura e individuo: La deliberación con otros miembros del grupo en el aprendizaje de los niños es esencial para su proceso de desarrollo. En ese sentido, la escuela como creadora de cultura en las sociedades letradas cumple un papel crucial en la construcción del desarrollo integral de la misma.

El aprendizaje según Ausubel.

Para Ausubel (1983), el aprendizaje humano va más allá de un simple cambio de conducta, conduce a un cambio en el significado de la experiencia que involucra tanto el conocimiento como la afectividad. En el proceso de orientación es necesario conocer la estructura cognitiva y no solo la cantidad de información que posee el individuo. Así, afirma que es de vital importancia conocer las ideas previas y manifiesta que si tuviese que reducir toda la psicología educativa en un solo principio enunciaría este: “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, averígüese esto y enséñese consecuentemente”.

De acuerdo con Carretero (1997), Ausubel critica fuertemente la enseñanza tradicional puesto que considera que el aprendizaje resulta muy poco eficaz, si se enfoca solamente en la repetición mecánica de elementos que el alumno no puede estructurar formando un todo relacionado. El aprendizaje significativo solo puede construirse si el estudiante pone en juego los conocimientos nuevos con los que ya posee, aunque estos últimos no sean totalmente correctos. Además, destaca la importancia de la motivación para que efectivamente se dé el aprendizaje significativo.

Viera (2003), expresa que “el aprendizaje verbal significativo teorizado por Ausubel propone defender y practicar aquel aprendizaje en el que se provoca un verdadero cambio en el sujeto” de esta manera el aprendizaje significativo contempla el ensamble entre los conocimientos nuevos a impartir con los conceptos, ideas o representaciones anteriores, ya formadas en las estructuras cognoscitivas. Los significados por su parte, corresponden a productos del aprendizaje significativo y hacen referencia a contenidos diferenciados evocados por símbolos o por un conjunto de estos después de su aprendizaje.

Ausubel a su vez distingue tres tipos de aprendizaje significativo:

- Representacional: Este es el aprendizaje básico en el que son asignados significados a determinados símbolos (palabras), y se identifican los símbolos con sus referentes (objetos, eventos, conceptos).
- De conceptos: Estos aprendizajes son los que determinan la regularidad de un objeto y se representan por símbolos particulares o categorías, ellos representan abstracciones o atributos esenciales de los referentes.
- Proposicional: En este aprendizaje la tarea no es aprender aisladamente los significados de los conceptos que constituyen una proposición sino el significado de esta como un todo. Esto significa que no es aprender una palabra de manera particular, aislada o combinada, sino aprender lo que significan las ideas expresadas en una oración completa.

Por otro lado, Carretero (1997) menciona que las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, reafirman la importancia de la interacción social para el aprendizaje, pues se ha comprobado que el alumno aprende de manera más eficaz cuando lo hace en un ambiente de colaboración con sus compañeros, igualmente se han precisado algunos de los mecanismos de carácter social que estimulan y favorecen el aprendizaje, tales como las discusiones en grupo y el poder de la argumentación en la discrepancia entre alumnos que poseen distintos grados de conocimiento frente a un tema.

Las teorías sobre el aprendizaje se han tornado fundamentales en el campo educativo dado que la función de la escuela es lograr que los estudiantes aprendan y en la búsqueda de ese objetivo la mayoría de las veces se ha optado por tomar de cada enfoque aquello que nos parece acertado de acuerdo con nuestro contexto escolar y social.

2.2.2 La Didáctica.

2.2.2.1 Surgimiento de la Didáctica.

Las raíces de la didáctica se remontan a los primeros siglos de nuestra era y su constitución como nodo discursivo se atribuye a la “Ratio Studiorum” de la compañía de Jesús (1581-1586)

cuando se redacta un documento preliminar remitido a los colegios de los jesuitas para su ensayo y revisión durante tres años. En 1591 se formula un nuevo documento para otros tres años de prueba y luego se publica en Nápoles un documento final en 1598 para ser aplicado en todos los colegios de la orden desde 1599; así se comienza a constituir la explicitación discursiva del saber didáctico, que se desarrollaría de Comenio en adelante, quien fuera el autor más importante de los inicios de esta disciplina y que la consideró como “el artificio universal para enseñar todas las cosas a todos, con rapidez, alegría y eficacia” (Vasco, U., Martínez, B., Vasco, M. 2008), (Mallart, J. 2001).

Para Pruzzo (2006, p39) es Comenio, quien, a través de su *Didáctica Magna*, contribuye a la formación de una Ciencia de la Educación y también a la creación de la didáctica como disciplina autónoma y la visualiza como “un artificio universal capaz de enseñar a todos todas las cosas”, enfocando su objeto en la enseñanza.

Sin embargo, Zambrano, (2007, p 71-94) afirma que la didáctica nace en la década de los años 70 en un momento en el cual se gestaban profundas transformaciones en la escuela y en la sociedad debido a que la educación dejaba de ser asunto de la iglesia para luego pasar a ser asunto del estado.

Como puede apreciarse, se tienen entonces, diferentes puntos de vista acerca de cuándo y con quién surge la didáctica, pero, aunque los autores difieran en este aspecto, no se puede negar que, para todos, la didáctica surge frente a la necesidad de encontrar la forma o el método más apropiado para la transmisión de los conocimientos.

2.2.2.2 Etimología de la Didáctica

Con respecto a la etimología de la didáctica, González (1990, p259) hace una descripción acerca de esta, señalando que en griego existe un conjunto de términos con una base léxica común que va desde *didaktikós* hasta *didaxn*, los cuales se refieren a la enseñanza, a lo que vale y está dispuesto para ella, o tiene capacidad para hacerla útil a través del aprendizaje conseguido, o del mismo magisterio porque es didáctico; también puede hacer relación al maestro o a la ciencia, arte

o doctrina; hasta incluso la acción misma de enseñar y el efecto producido de enseñanza o instrucción como aprendizaje.

Entre los términos mencionados por González se encuentran dos de gran relevancia en lo que respecta a la didáctica: *didaskw* y *didaokw*. El primero significa enseñar algo y a alguien, pero también aprender. El segundo, en su forma pasiva, se refiere a la mediación que se intercala antes del aprendizaje para que la idea de dicho aprendizaje sea clara; en esta, el sufijo “ok” se refiere al inicio de la acción verbal. *Didaokw* se refiere a lo que se enseña y a quién se enseña. Vemos entonces que la palabra didáctica está claramente enmarcada dentro del contexto de la enseñanza.

2.2.2.3 El concepto de didáctica

En cuanto a la definición de la didáctica existen diversas concepciones:

Zambrano (2007) considera que la didáctica es la **disciplina** encargada de analizar la génesis, circulación y apropiación del saber y sus condiciones de enseñanza – aprendizaje; Vasco (en entrevista para el educador) en cambio la define como una **reflexión** sistemática y disciplinada acerca de cómo enseñar, como una reconstrucción del problema de la comunicación entre maestros y alumnos a partir de los fracasos del aprender y enseñar. Este mismo autor también la definió en 1990 como el sector más o menos bien delimitado del saber pedagógico que se ocupa explícitamente de la enseñanza.

Por su parte Camilloni (2008) sostiene que la didáctica es una teoría de la enseñanza, heredera y deudora de muchas otras disciplinas, que comienza a convertirse en disciplina científica en el momento que se apoya en la psicología y que se encarga de la enseñanza tratando de dar respuesta a los interrogantes ¿qué enseñamos?, ¿cómo lo enseñamos?, ¿qué debemos enseñar?, ¿qué debe ser y hacer la escuela? Teniendo en cuenta que la escuela es una institución fundamental en la construcción de sociedad, mientras que Mallart (2001) la define como “la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza – aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del educando.

Hasta acá se puede ver que en los últimos años, la didáctica ha sido definida como disciplina, como teoría, como reflexión y como ciencia; lo que sin duda no había sido posible hasta 1990, cuando González (1990) afirma que la didáctica no podía definirse de forma definitiva puesto que esta evolucionaba y era cambiante, que hasta ese entonces, había sido considerada como ciencia y luego como tecnología, pero que si fuera una ciencia, tendría su ámbito y de ninguna manera podría tener acción determinante sobre las otras, sino sobre sí misma; y este no es el caso. Tampoco puede ser tecnología porque sería un oficio, o un tratado o un lenguaje; lo primero no es suficiente mente diferenciable y lo otro no le confiere de forma específica.

Si bien es cierto que las concepciones que se tienen sobre la didáctica son diversas, de acuerdo con cada autor, también es cierto que todos convergen en el objetivo y la finalidad de esta, pues para todos, la didáctica interviene en el proceso de enseñanza- aprendizaje, en la búsqueda de obtener los mejores resultados en la formación del individuo.

2.2.2.4 Postulados de la didáctica

Las bases técnicas para el paradigma constructivista del aprendizaje surgen a partir de la epistemología constructivista y la psicología cognitiva y según lo expuesto por Lafrancesco, (2005), aportaron a la didáctica algunos postulados para mejorar el trabajo en el aula. Entre ellos cabe resaltar los siguientes:

- ✓ “Lo que hay en la mente de quién aprende tiene importancia”.
- ✓ “La mente no es una tabla rasa sobre la que se puede ir grabando información”
- ✓ “El comportamiento inteligente de una persona no depende de unos procesos abstractos, sino que está íntimamente ligado a la clase de conocimientos e ideas que dicha persona posee sobre la situación particular planteada”.
- ✓ “Las preconcepciones de los estudiantes no solo influyen en sus interpretaciones, sino que también determinan incluso qué datos sensoriales han de ser seleccionados y a cuáles hay que prestarles mayor atención”.
- ✓ “El aprendizaje previo y los esquemas conceptuales preexistentes son importantes para el aprendizaje significativo, ya que los conceptos son estructuras evolutivas”.

- ✓ “Es necesario definir la influencia del contexto sociocultural sobre los aprendizajes y contextualizar estos últimos en los primeros”.
- ✓ “El que aprende es porque construye activamente significados”.
- ✓ “Las personas cuando aprenden tienden a generar significados consistentes y consecuentes con sus propios aprendizajes anteriores”.
- ✓ “Los aprendizajes implican procesos dinámicos y no estáticos, pues se producen cuando las estructuras de conocimiento ya existentes se pueden modificar y reorganizar en mayor o menor medida”.
- ✓ “Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje; solo ellos pueden dirigir su atención hacia la tarea del aprendizaje y realizar su esfuerzo para generar relaciones entre los estímulos y la información acumulada, y poder construir por sí mismos los significados”.
- ✓ “El maestro debe ser un creador, inventor y diseñador de situaciones de aprendizaje adecuadas. No debe enseñar, debe facilitar aprender”.
- ✓ “En un ambiente generalizado de actitudes negativas de rechazo al aprendizaje no es posible la construcción de conocimientos”.
- ✓ “Los maestros no deben esperar recetas infalibles para mejorar las condiciones didácticas; deben estar atentos y en disposición de aplicar la imaginación y la creatividad, sin caer en reduccionismos”.
- ✓ “Es necesario acercar la investigación didáctica a la práctica escolar de tal manera que la información disponible pueda convertirse en una herramienta útil para diseñar actividades de aprendizaje eficaces”.

A continuación, nos detendremos un poco en la didáctica de las ciencias que es de nuestra competencia en este estudio.

2.2.2.5 Didáctica de las ciencias

Tacca (2010) afirma que la enseñanza de las Ciencias Naturales (Biología, Química y Física) debe ir acorde con el proceso de desarrollo y maduración de los estudiantes y es por esta razón que en el nivel inicial el interés está encaminado a que los niños conozcan y describan los fenómenos de la naturaleza; en primaria se hace un acercamiento a dichos fenómenos y se comienzan a construir explicaciones acerca de estos y tan solo en la secundaria se induce a que el joven desarrolle el pensamiento crítico y reflexivo para poder operar en la realidad, conocerla y transformarla.

Tamayo, A. (1996) realiza una caracterización particular de la didáctica de las ciencias afirmando que es una disciplina que se encuentra en construcción y validación, cuyo origen se ubica a finales de la década de los años 50 con el fin de dar solución al problema de cómo enseñar ciencias significativamente. La didáctica de las ciencias se considera como un campo del saber con un objeto de estudio definido y un referente teórico –metodológico en proceso de consolidación en el que el aporte de otros campos del saber es altamente significativo. Tamayo afirma además que la didáctica debe privilegiar el análisis de problemas que estén centrados en los intereses de los estudiantes antes que los contenidos del campo disciplinar concluyendo que la acción, la reflexión y los múltiples usos del lenguaje en las clases de ciencias deben propiciar el planteamiento de situaciones didácticas que generen cierta actividad escolar dirigida a la construcción científica.

Lafrancesco (2005) fundamenta la didáctica de las ciencias desde la perspectiva constructivista, argumentando que el constructivismo está influyendo en la transformación de los nuevos procesos de enseñanza- aprendizaje e invita tanto a la contextualización teórica como a iniciar el proceso de construcción y génesis de nuevas estrategias didácticas que permitan facilitar el aprendizaje significativo de la biología y se transformen en una propuesta para dinamizar la didáctica de la misma en nuestras instituciones. También aclara que, para tal fin, debemos buscar estrategias educacionales, pedagógicas y didácticas que permitan desarrollar la estructura mental de los educandos, sus inteligencias múltiples, su capacidad intelectual, su potencial de aprendizaje, sus procesos de pensamiento, sus funciones cognitivas y sus habilidades mentales.

Adúriz, e Izquierdo. (2002) Visualizan la didáctica de las ciencias como “una disciplina por el momento autónoma, centrada en los contenidos de las ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje y nutrida por los hallazgos de otras disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje”. Estos autores además plantean cinco etapas acerca de la evolución histórica de la didáctica de las ciencias que se enuncian a continuación:

- 1) Etapa adisciplinar: desde fines del siglo XIX hasta mediados de la década de los 50's del siglo XX, donde las producciones en el campo de lo que hoy se denomina didáctica de las ciencias son escasas y heterogéneas. Hay disparidad en las producciones y no hay conexión entre los autores lo que no permite suponer la existencia de una didáctica de las ciencias como campo de investigación.
- 2) Etapa tecnológica: se inicia en la voluntad de cambio curricular en ciencias durante los años 50's y 60's del siglo XX. Estas reformas curriculares se apoyan en reconocidos científicos como Jerome Bruner, Robert Gagné Y Robert Karplus. La didáctica de las ciencias eficientista de este periodo se apoya en el conocimiento científico aportado por disciplinas externas. Y se denomina tecnológica por la voluntad de intervenir en el aula sin atender el desarrollo del conocimiento.
- 3) Etapa protodisciplinar: Empieza a mediados de la década de los 70's donde los investigadores en didáctica de las ciencias comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad y a formular problemas propios y distintos. Es allí cuando empieza a ganar reconocimiento en el ámbito universitario.
- 4) Disciplina emergente: En la década de los 80's, los didactas de las ciencias empiezan a preocuparse por un cuerpo de conocimientos acumulado que sea coherente: Se reconoce la existencia de conjuntos de personas guiadas por la misma problemática y consideran mayor rigurosidad en los marcos conceptuales y metodológicos que lleven a la exploración sistematizada de esta problemática.
- 5) Didáctica consolidada: Corresponde a estos últimos años donde existe una opinión casi generalizada acerca de la consolidación de la didáctica de las ciencias como un cuerpo teórico y como una comunidad académica. Se considera que la disciplina ha madurado lo suficiente para poder ser enseñada. Y es precisamente la enseñabilidad el argumento central para sostener que la didáctica como disciplina, tiene como condición necesaria la existencia de una estructura propia y coherencia que es transponible y difundible.

La didáctica ha liderado el fortalecimiento de los aprendizajes escolares mediante diferentes estrategias, dada la necesidad que se ha venido presentando, puesto que, en las últimas décadas, dichos aprendizajes se han convertido en protagonistas de las políticas educativas a nivel mundial; se debe enseñar a aprender, es por esto que diversos autores destacan que la labor del docente no está dada en enseñar contenidos, sino más bien, en enseñarle al estudiante a construir sus propios conocimientos, convirtiéndose de este modo en un guía y/o líder de los procesos de aprendizaje, para tal fin, el maestro debe buscar las estrategias didácticas apropiadas. Dentro de esas estrategias cabe resaltar la implementación de las secuencias didácticas como herramienta para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

2.2.2.6 Las secuencias didácticas

Tobón, Pimienta y García (2010) definen las secuencias didácticas como conjuntos articulados de aprendizaje y evaluación, mediante los cuales el docente se propone lograr metas educativas y afirman que en el modelo de enseñanza por competencias las secuencias didácticas se convierten en herramientas muy útiles para medir los procesos de aprendizaje donde la asimilación de contenidos pasa a un segundo plano, dado que prima el desarrollo de competencias por encima de la apropiación de contenidos. A este respecto, Díaz (2013) afirma que no hay secuencias de aprendizaje desde la perspectiva de competencias, sino que el enfoque de competencias para su desarrollo didáctico, tiene que apoyarse en otros instrumentos como el trabajo por casos o por proyectos retomados de la escuela activa. Sin embargo, este autor afirma también que “es factible construir secuencias didácticas desde algunos de los enfoques de competencias” teniendo en cuenta las competencias no solo como productos centrados en desempeños y resultados, sino también como procesos; “lo cual es más apropiado para la realidad educativa y más congruente con una posición de la nueva didáctica”. Así, “la construcción de secuencias didácticas desde un enfoque de competencias significa un reencuentro entre lo didáctico y esa visión de procesos”.

El diseño, aplicación y evaluación de secuencias didácticas se viene implementando en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las últimas décadas, con el fin de favorecer el aprendizaje y hacerlo más dinámico y profundo, pues ellas inducen a emplear una secuencia ordenada al

momento de enfrentarse al reto de conducir al estudiante a la construcción de sus saberes. Pero es imprescindible entender que las secuencias no pueden reducirse a un formulario para llenar espacios en blanco, dado que es una metodología que demanda el conocimiento de la asignatura, la comprensión del programa de estudio (estas parten de una visión general del programa de estudios) y la experiencia y visión pedagógica del docente, así como sus posibilidades de concebir actividades “para” el aprendizaje de los alumnos (Díaz, 2013).

Astudillo et al. (2014) afirman que la elaboración de secuencias didácticas se concibe como una oportunidad inestimable para promover la dialéctica teórica-práctica, desde una perspectiva que invierte el modelo clásico de formación según el cual la teoría precede a la acción. En este sentido, Díaz (2013), argumenta que la elaboración de una secuencia didáctica permite organizar situaciones de aprendizaje que se desarrollarán en el trabajo de los estudiantes, lo cual es de suma importancia dado que el alumno aprende por lo que realiza, por la significatividad de la actividad llevada a cabo, por la posibilidad de integrar nueva información en concepciones previas que posee, por la capacidad que logra al verbalizar ante otros (la clase) la reconstrucción de la información. En este punto cabe mencionar que el aprendizaje colaborativo juega un papel elemental en el desarrollo de la secuencia didáctica dado que en esta estrategia se retoman los planteamientos de Vigotsky y Piaget sobre el sentido social del aprendizaje.

En cuanto a la estructura de la secuencia didáctica de aprendizaje, Díaz (2013) indica que está conformada por dos elementos: la secuencia de las actividades para el aprendizaje y la evaluación para el aprendizaje la cual debe considerarse desde sus tres dimensiones: evaluación diagnóstica, evaluación formativa y evaluación sumativa; y que estas, además, están integradas por tres clases de actividades: actividades de apertura, actividades de desarrollo y actividades de cierre.

2.2.3 Saberes previos

Este concepto hace referencia a las ideas previas que los estudiantes tienen acerca de los conceptos, fenómenos, procesos, entre otros; que deben aprender en la escuela y que de algún modo interfieren con el aprendizaje. Dichos saberes previos cobran tal importancia en el proceso de enseñanza – aprendizaje, que son muchas las investigaciones que se han hecho al respecto.

Los saberes previos son conocidos también como ideas previas, concepciones alternativas, errores conceptuales, entre otros nombres y son descritos por Bello (2004), como “construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones” la autora afirma además que estos son construcciones personales, pero a la vez universales, muy resistentes al cambio que incluso pueden persistir a pesar de largos años de instrucción escolarizada.

Compiani (1998) hace referencia a esa resistencia al cambio que muestran los alumnos debido a sus concepciones alternativas con base en innumerables investigaciones al respecto mencionando que algunas características de las ideas previas son:

- No coinciden con los conceptos, leyes y teorías científicas.
- Constituyen un esquema conceptual coherente con amplio poder explicativo.
- Son muy resistentes al cambio e incluso a veces no cambian en absoluto, inclusive después de varios años de contacto formal con las disciplinas científicas y, cuando ocurre el cambio conceptual como resultado del proceso de enseñanza, puede no coincidir con lo previsto por el profesor.
- Interfieren en el aprendizaje de las ciencias, dando lugar a la dificultad que los alumnos encuentran en estas disciplinas.

Llorens et. al. (1989) se refieren especialmente a que en el aprendizaje de ciencias existe una marcada delimitación entre los conceptos científicos y los conceptos cotidianos. Esto incrementa la resistencia a la adquisición de los saberes científicos por parte de los estudiantes e incluso muchas veces por parte de los mismos docentes.

Dado lo anterior es de suma importancia conocer los saberes previos de los alumnos para poder implementar las estrategias más apropiadas para lograr encaminar esas ideas previas de tal modo que se conviertan en un insumo propicio dentro del proceso de construcción de los saberes dando lugar así a la transformación de los saberes lo cual es referenciado como el cambio conceptual.

2.2.4 Movilización de saberes

La movilización de saberes es un concepto que cobra gran relevancia dentro del proceso de aprendizaje de un individuo, pues no basta con adquirir un conocimiento acerca de algo, si en el momento que se necesita la aplicación de dicho conocimiento para enfrentar algún problema, este no se puede movilizar para dar solución a dicho problema. Al respecto (Le Boterf, 1924) citado por Perrenoud (2008), afirma que poseer conocimientos o capacidades no implica ser competentes si tales conocimientos o capacidades no se movilizan de manera eficiente en el momento oportuno, pues la actualización de lo que se sabe en un contexto singular es quien revela el paso a la competencia dado que ella se realiza en la acción.

La francesco (2005) complementa la idea de Le Boterf al definir las competencias de manera más integral como “un saber ser, un saber pensar y un saber hacer en contexto” y relacionarlas con los aprendizajes significativos, con los factores que influyen para que este se produzca y con las funciones cognitivas que deben tenerse en cuenta para el desarrollo de tales competencias.

La enseñanza tradicional ha sido fuertemente criticada debido a que en este tipo de metodologías el estudiante asume un papel pasivo en su proceso de aprendizaje, en el cual se limita a recibir información y asimilarla de manera memorística y mecánica, sin reflexionar acerca de lo aprendido. Debido a esto se ha venido implementando la educación por competencias, en donde este pasa a ser un sujeto activo, con la capacidad de aplicar sus conocimientos en cualquier circunstancia de la vida en que sean necesarios, puesto que logra relacionar el saber hacer, el saber ser y el saber conocer, logrando de este modo asumir una actuación idónea como lo define Tobón (2010).

El desarrollo de las competencias favorece la movilización de saberes dado que estas conllevan a procesos mentales más complejos que los requeridos para un saber- hacer. Perrenoud (2008) sostiene que la mayoría de las competencias movilizan ciertos saberes y aunque los dos conceptos se refieren al dominio práctico de tareas y situaciones, la noción de competencia parece ser más amplia e intelectual. Las competencias elementales exigen el conocimiento de las diferentes disciplinas, por tanto, no pueden existir sin relacionarse con los programas escolares y los saberes disciplinares.

2.2.5 Explicación de fenómenos

Los procesos educativos en la actualidad deben estar encaminados hacia el desarrollo de competencias, puesto que estas les permitirán a los jóvenes prepararse para enfrentarse a una vida en una sociedad que evoluciona con el paso del tiempo y se hace cada vez más cambiante.

Según el ICFES (2007) la explicación es la capacidad para seleccionar y comprender argumentos y representaciones adecuados para dar razón de fenómenos. La explicación de fenómenos es una de las competencias específicas que debe desarrollarse desde el área de Ciencias Naturales puesto que el hombre es un ser que permanentemente se está planteando preguntas acerca del mundo que lo rodea y por tanto debe estar en la capacidad de producir explicaciones lógicas a esas preguntas.

El ICFES (2007) plantea que, en el caso particular de las ciencias, las explicaciones se construyen dentro del marco de sistemas como conceptos, principios, leyes, teorías y convenciones, que han sido propuestos y acogidos por la comunidad científica y que en las ciencias las explicaciones de un mismo fenómeno cambian cuando los marcos conceptuales cambian. Así mismo, afirman que en la escuela la complejidad de las explicaciones debe ajustarse al nivel de desarrollo de los estudiantes; que la escuela debe orientar al niño para que transforme sus explicaciones basadas en la experiencia cotidiana hacia niveles cada vez más cercanos a las explicaciones científicas y que la competencia explicativa fomenta en el estudiante una actitud crítica y analítica que le permite establecer la validez o coherencia de una afirmación o un argumento.

2.2.6 Conceptos Generales para comprender la síntesis de proteínas

Las proteínas

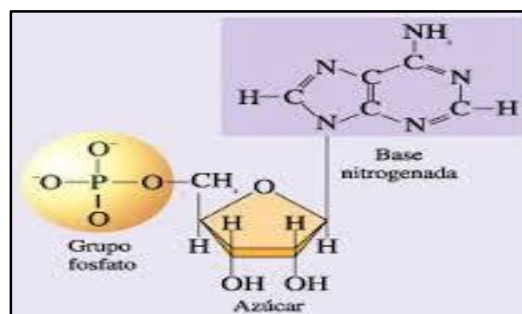
Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos, que están presentes en las células y cumplen diversas funciones. Freeman (2009, p 43) afirma que las proteínas son cruciales para la mayoría de las funciones vitales de la célula; pues entre sus funciones se consideran las de defensa, movimiento, catálisis, mensajes, estructura y transporte.

Las proteínas están formadas por cadenas de aminoácidos llamadas polipéptidos y pueden estar constituidas por un solo polipéptido o por múltiples polipéptidos unidos entre sí, su estructura es diversa, lo cual explica también la diversidad de sus funciones. Sin embargo, sin importar lo grande o compleja que pueda ser una proteína; su estructura subyacente se puede clasificar en solo cuatro niveles básicos de organización, (Freeman, 2009 p 44-52) Dichas estructuras se describen en el cuadro N°3.

Los Ácidos Nucleicos

Los ácidos nucleicos son polímeros que están constituidos por monómeros denominados nucleótidos. Cada nucleótido se encuentra conformado por un azúcar (pentosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada. (Freeman, 2009) Ver fig. 1.

Figura 1 Estructura de un nucleótido



Fuente: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/14002996/helvia/aula/archivos/repositorio/250/282/html/genetica/contenidos/curso03/curso03_01.htm

Cuadro 1 Estructura de las proteínas

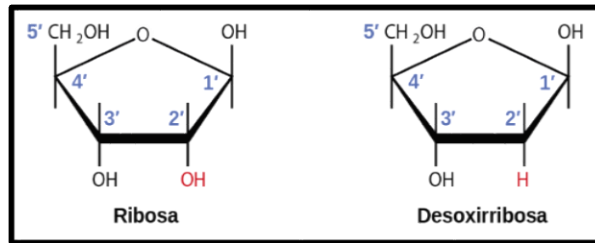
ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS			
ESTRUCTURA PRIMARIA	ESTRUCTURA SECUNDARIA	ESTRUCTURA TERCARIA	ESTRUCTURA CUATERNARIA
Secuencia única de aminoácidos que compone una proteína, es fundamental para su función y para determinar los niveles superiores de la estructura proteica, las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria	Son secciones proteicas con una forma determinada, estabilizadas en gran medida mediante enlaces de hidrógeno entre el oxígeno del carboxilo de un residuo de aminoácido y el hidrógeno del grupo amino de otro aminoácido. Esta estructura tiene lugar como resultado de las interacciones entre átomos que forman parte del esqueleto de enlaces peptídicos de la proteína. Estos pliegues que alinean partes del esqueleto y permiten que se formen esos enlaces tienen lugar de distintas maneras	Cada contacto entre los grupos R provoca que el esqueleto peptídico se doble y se pliegue y cada uno contribuye a la distinta forma tridimensional del polipéptido. La forma global de muchas proteínas depende en parte de la presencia de estructuras secundarias como las hélices α o las láminas plegadas β . La estructura terciaria depende de la estructura primaria y de la secundaria. Los polipéptidos tienen forma variable, desde filamentos parecidos a bastones hasta masas apiladas	Es producida por combinaciones de polipéptidos o sea de combinaciones de estructuras terciarias
Freeman (2009 p 53-55)			
Fuente: http://www.ehu.es/biomoleculas/proteinas/prot41.htm	Fuente: http://bioquimicarps.blogspot.com.co/2015/02/estructura-de-las-proteinas.html	Fuente: https://rumbomedico.wordpress.com/2012/11/02/analisis-del-doblamiento-de-proteinas/	Fuente: http://quimicasbiologaschurniaz.blogspot.com.co/2010/06/estructura-primaria-secundaria.html

Fuente: Creación propia

En el ácido ribonucleico (ARN), el azúcar es la ribosa; en el ácido desoxirribonucleico, el azúcar es la desoxirribosa. Estos dos azúcares se diferencian porque la ribosa presenta un grupo OH unido al segundo carbono del anillo, mientras que la desoxirribosa tiene un H en ese lugar. En la figura 6 se muestra la estructura química de ambos azúcares (Freeman, 2009 p 68-69)

Con respecto a las bases nitrogenadas, se tiene que, están divididas en dos grupos, las purinas y las pirimidinas. Al primer grupo pertenecen la adenina (A) y la guanina (G), al segundo grupo pertenecen la timina (T), la citosina (C) y el uracilo (U). Para el ARN las bases nitrogenadas son la adenina (A), la guanina (G), la citosina (C) y el uracilo (U); mientras que para el ADN son la adenina (A), la guanina (G), la timina (T) y la citosina (C).

Figura 2 Estructuras de la ribosa y la desoxirribosa



Fuente: <http://archive.cnx.org/contents/76ea7b9e-4bf8-4f08-a649-56ba994fe4d@9/la-estructura-del-adn>

Estructura y función del ADN y el ARN

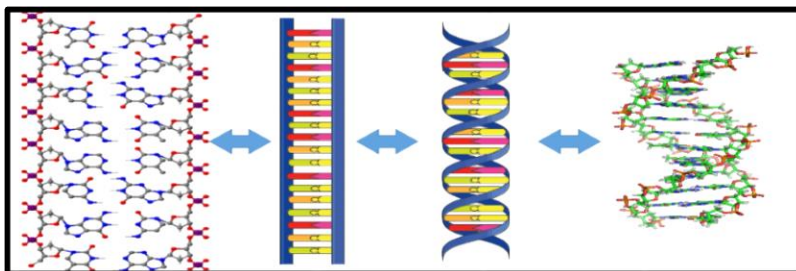
Entre 1940 y 1953, muchos científicos se interesaron por averiguar cómo era la estructura del ADN y fue en este último año cuando James Watson y Francis Crick, propusieron la estructura de la doble hélice (Klug, 2013. p 274).

Como ya se mencionó, los ácidos nucleicos son polímeros, pero para que pueda formarse el polímero, el grupo fosfato de un nucleótido forma enlaces con el grupo hidroxilo del azúcar de otro nucleótido, produciéndose de esta forma un enlace fosfodiéster y las bases nitrogenadas se unen al esqueleto conformado por estos, dando lugar así a la estructura primaria del ADN y el ARN. Cabe recordar que las estructuras del ADN y el ARN se diferencian por el tipo de azúcar que contiene cada uno de ellos y por las bases nitrogenadas que los conforman dado que el ADN contiene timina, mientras que el ARN contiene uracilo. (Freeman, 2009, p 71; Klug, 2013).

El ARN y el ADN poseen además una estructura secundaria, la cual fue dada a conocer en 1953 por James Watson y Francis Crick quienes interpretaron los datos de difracción de rayos X de Rosalind Franklin y Maurice Wilkins junto con datos de composición de bases de Erwin Chargaff pudiendo concluir que la estructura del ADN está compuesta por una doble hélice la cual está formada por dos cadenas opuestas que se enrollan para formar una hélice (Bobadilla, 2005), mientras que al ARN está formado por una sola cadena tal y como como puede apreciarse en las figuras 3 y 4.

Freeman, (2009, p 72-73). menciona que en sus investigaciones, Watson y Crick pudieron deducir también que en el ADN los esqueletos de azúcar-fosfato enrollados quedaban en el exterior de la espiral, y las bases nitrogenadas, en el interior formando parejas de purina-pirimidina, unidas entre sí mediante enlaces de hidrógeno. La adenina formaba enlaces con la timina y la Guanina podía formar enlaces con la citosina, razón por la que se les llamó complementarias a las bases A-T y G-C. En la unión A-T se forman dos enlaces de hidrógeno y en unión G-C, se forman tres. El esqueleto de azúcar-fosfato forma los soportes verticales de la escalera; los pares de bases representan los peldaños dando lugar a dos hebras anti paralelas y el enrollamiento tiene lugar porque hace que las bases nitrogenadas se alineen para permitir la formación de enlaces de hidrógeno entre ellas. La molécula se estabiliza mediante interacciones hidrófobas entre las bases de su interior y enlaces de hidrógeno entre los pares de bases complementarias A-T y G-C

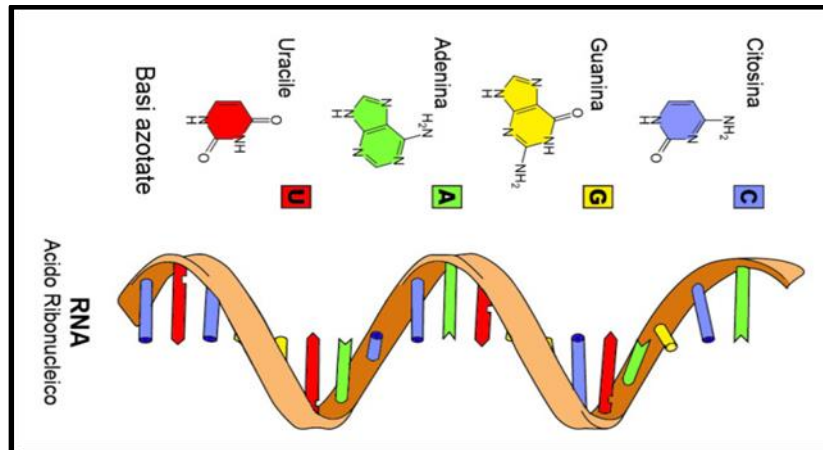
Figura 3 Estructura del ADN de Watson y Crick



Fuente: <http://b-log-ia20.blogspot.com.co/2014/11/el-adn-la-molecula-de-la-herencia.html>

En el caso de la molécula de ARN, esta posee tres bases nitrogenadas iguales a las del ADN que son: guanina (G), citosina (C) y adenina (A); pero su cuarta base nitrogenada es el uracilo (U). Así pues, los pares de bases complementarias en el ARN son A-U y G-C. Entre guanina y citosina se forman tres enlaces de hidrógeno, pero solo dos entre adenina y uracilo (Freeman, 2009 p 76).

Figura 4 Estructura del ARN



Fuente: <http://karenpuc.blogspot.com.co/>

De acuerdo con Freeman (2009 p 74-76) la función del ADN es almacenar y transmitir la información biológica de los seres vivos y el ARN también es intermedio en lo que respecta a su función en las células; si bien es cierto que esta molécula no puede almacenar información tan eficazmente como el ADN, también es cierto que realiza funciones clave para el procesamiento de la información. Pero además las moléculas de ARN también están implicadas en otras funciones a nivel celular.

El ADN como responsable de la herencia

En 1920, Frederick Griffith comunicó el descubrimiento de un misterioso fenómeno de los rasgos hereditarios, tras haber realizado experimentos para crear una vacuna contra la bacteria *Streptococcus pneumoniae* causante de la neumonía. Al parecer, en sus experimentos, parecía aislar el material hereditario y por tanto le llamó fenómeno de transformación. A partir de esto, en la década de 1940 Oswald Avery, Colin M. MacLeod y Maclyn McCarty, retomaron el experimento de Griffith con el fin de aislar dicho factor transformador, para poder determinar quién era el responsable de la transformación, pues suponían que debía ser una proteína, el ARN o el ADN, pero finalmente pudieron concluir que el responsable de esto era el ADN proporcionando pruebas responsables de que además era el material hereditario; esto fue demostrado posteriormente por Alfred Hershey y Martha Chase quienes comprobaron que los genes están constituidos por ADN (Freeman, 2009 p 296-297; Klug, 2013 p 262).

Síntesis del ADN

“Watson y Crick tenían claro que, debido a la ordenación y la naturaleza de las bases nitrogenadas, cada cadena de ADN de la doble hélice podía servir de molde para la síntesis de su complementaria” (Klug, 2013 p 296). Para que tenga lugar este proceso, la doble hélice es abierta por un conjunto específico de proteínas que se encargan de reconocer el sitio específico donde debe iniciar la replicación. Seguidamente, un grupo de enzimas inicia la síntesis, en una estructura llamada horquilla de replicación, que tiene forma de Y, donde la doble hélice de DNA parental se divide en dos hebras simples, que después se copian (Freeman, 2009 p303).

La apertura de la doble hélice se produce gracias a una serie de sucesos que se mencionan a continuación: la helicasa cataliza la rotura de los enlaces de hidrógeno entre los desoxirribonucleótidos, haciendo que se separen las dos hebras, luego las proteínas de unión al ADN monocatenario abren la doble hélice y hacen que pueda copiarse cada hebra. La helicasa se encarga de desenrollar las hebras y la topoisomerasa cumple la función de cortar y volver a unir el ADN por debajo de la horquilla de replicación, deshaciendo giros y nudos (Freeman, 2009 p 304).

Antes de que pueda empezar la síntesis de ADN, una enzima llamada primasa (un tipo de ARN polimerasa que puede emparejar ribonucleótidos), sintetiza un fragmento corto de ARN que actúa como un cebador (iniciador) para que la ADN polimerasa III empiece a añadir desoxirribonucleótidos al extremo 3' de la nueva hebra de forma complementaria a la hebra molde. La ADN polimerasa se desplaza a lo largo de la hebra de ADN al mismo tiempo que una estructura en forma de rosquilla llamada pinza de deslizamiento, sujeta la enzima en su sitio, produciéndose de este modo la hebra conductora o hebra continua que es la encargada de conducir hacia la horquilla de replicación y se sintetiza de forma continua (Freeman, 2009 p 305).

Los acontecimientos en la hebra opuesta son mucho más complejos. Dado que las dos hebras de la doble hélice de ADN son antiparalelas, es decir, paralelas entre sí, pero en dirección opuesta; como la ADN polimerasa solo funciona en una dirección, mientras está sintetizando la hebra conductora, trabajando en la horquilla de replicación, debe haber una ADN polimerasa trabajando por fuera de la horquilla de replicación para sintetizar la otra hebra en la dirección 5' → 3' llamada hebra retrasada, porque se retrasa detrás de la horquilla. (Freeman, 2009 p 305).

En conclusión, las enzimas que abren la horquilla de replicación y logran la síntesis de la hebra conductora y la retrasada consiguen producir una copia fiel de la molécula de ADN original antes de la mitosis y la meiosis (Freeman, 2009 p 306).

Dogma central de la biología molecular

Para comprender el proceso de síntesis de proteínas es necesario previamente conocer el “Dogma Central de la Biología Molecular”, definido por Francis Crick, el cual resume el flujo de información de las células de la siguiente manera:



DNA codifica RNA, que a su vez codifica proteínas.

Freeman, (2009, p 320) menciona que los biólogos resumen los acontecimientos del dogma central afirmando que el ADN se transcribe a ARN. Lo cual significa simplemente que se copia la información; esto es cierto, puesto que el ADN actúa como registro permanente, un archivo o plano que contiene la información necesaria para construir y hacer funcionar la célula. Este registro de información se copia mediante la transcripción en una molécula de corta duración llamada ARNm y la información se transfiere a una nueva forma molecular: una secuencia de aminoácidos. La síntesis de proteínas a partir del RNAm se llama traducción, esta consiste en la transferencia de información de un tipo de molécula a otro: del «lenguaje» de los ácidos nucleicos al «lenguaje» de las proteínas.

Como vemos entonces, los procesos de transcripción y traducción; necesarios para la síntesis de proteínas, conforman el dogma central de la biología molecular. Veamos en que consiste cada uno de ellos.

El código genético:

La información genética es almacenada en el ADN utilizando un código de tripletes que es casi universal para todos los seres vivos. Dicho código se transfiere inicialmente del ADN al ARN durante el proceso de transcripción (Klug, 2013 p 346)

George Gamow propuso que cada palabra del código contiene tres bases, apoyado en la existencia de los 20 aminoácidos usados habitualmente en las células, y la hipótesis de que cada aminoácido debe estar especificado por una secuencia concreta de RNAm. Como solo hay cuatro bases distintas en los ribonucleótidos (A, U, G y C), un código de una base solo podría especificar cuatro aminoácidos. Del mismo modo, un código de dos bases podría representar únicamente 4×4 aminoácidos (16). Entonces, un código de tres bases podría especificar $4 \times 4 \times 4$, o 64, aminoácidos diferentes. Como resultado, un código de tres bases proporcionaría mensajes más que suficientes para codificar los 20 aminoácidos. Este código de tres bases se llama código del triplete, o codón, pero más de un triplete de bases podría especificar el mismo aminoácido (Freeman, 2009 p 322). Ver figura 5.

Además de emparejar codones y aminoácidos, ciertos codones son signos de puntuación que indican «inicio del mensaje» y «final del mensaje». Estos codones transmiten información de que la cadena proteica está completa o que la síntesis proteica debe empezar en un codón determinado. Hay un codón de inicio (AUG), que codifica el aminoácido metionina, y que también indica que la síntesis proteica debe empezar en ese punto de la molécula de RNAm y hay tres codones de fin (UAA, UAG y UGA). Los codones de fin también se llaman codones de terminación, porque indican que la proteína está completa y el fin de la traducción (Freeman, 2009 p 325).

Figura 5 Código genético

		Segunda base				
		U	C	A	G	
Primera base	U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } Ser UCC } UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Stop UAG } Stop	UGU } Cys UGC } UGA } Stop UGG } Trp	U C A G
	C	CUU } Leu CUC } CUA } CUG }	CCU } Pro CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gin CAG }	CGU } Arg CGC } CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } Ile AUC } AUA } Met AUG }	ACU } Thr ACC } ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } Ala GCC } GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } Gly GGC } GGA } GGG }	U C A G

Fuente: <http://www.onegen01.com/blog/la-vida-en-son-solo-4-letras-la-base-del-codigo-genetico/>

La Transcripción

El proceso de traducción es lo que realmente se conoce como la síntesis de proteínas, pero para que este sea posible, es necesario que antes el ARN copie la información contenida en el ADN; a esto se le llama la transcripción y ocurre cuando se sintetiza una versión de ARN mensajero, a partir de la información contenida en el ADN y según Klug (2013) este proceso reviste gran importancia dado que representa el paso inicial del proceso de flujo de información dentro de la célula en el cual el ARN participa como molécula intermediaria en este proceso de flujo de información entre el ADN y las proteínas. En el proceso de transcripción de la información genética de acuerdo con Klug, (2013 p 358) es importante tener en cuenta aspectos tales como:

- 1) El ADN se encuentra asociado a los cromosomas en el núcleo de la célula eucariota, sin embargo, la síntesis proteica se produce en asociación con los ribosomas, presentes en el citoplasma celular. Es decir que al parecer el ADN no participa directamente en el proceso de síntesis de proteínas.
- 2) El ARN se sintetiza en el núcleo celular donde se encuentra el ADN y es químicamente parecido a este.
- 3) El ARN sintetizado migra al citoplasma, donde se produce la síntesis de proteínas.
- 4) En una célula, la cantidad de ARN es proporcional a la cantidad de proteína sintetizada.

Pero se debe tener en cuenta que la transcripción en procariotas presenta ciertas diferencias con respecto a la transcripción en eucariotas.

Transcripción en procariotas:

Freeman (2009 p 330) explica el proceso indicando que la ARN polimerasa acopla la base de un ribonucleótido fosfato con la base complementaria en un gen, luego, cataliza la formación de un enlace fosfodiéster entre el extremo 3' de la cadena en crecimiento de RNAm y el nuevo ribonucleótido, al continuar este proceso, se sintetiza un ARN que es complementario a este gen. Solo una de las dos cadenas del ADN se usa como plantilla y es transcrita, esta recibe el nombre de hebra no codificante; la otra hebra es llamada hebra codificante, porque su secuencia se empareja con la secuencia de ARN que se transcribe a partir de la hebra no codificante y codifica un polipéptido. Una diferencia clave es que el RNA posee uracilo (U) en vez de la timina (T) encontrada en la hebra codificante.

Es importante aclarar que la ARN polimerasa no lleva a cabo el proceso por sí sola, sino que es ayudada por una unidad proteica separable llamada sigma que se une a la ARN polimerasa antes de que inicie la transcripción, para formar una holoenzima que se une a segmentos de ADN, dando lugar a unos sitios llamados promotores al inicio del gen, que es donde comienza la transcripción; esta ocurre en tres fases: fase de iniciación, fase de elongación y fase de terminación. Una vez ocurre la unión, la ARN polimerasa comienza a sintetizar ARNm por adición de ribonucleótidos que son complementarios a la hebra no codificante en el ADN y la transcripción acaba cuando la señal de terminación al final del gen lleva a la formación de una horquilla en el ARNm, interrumpiéndose el complejo de transcripción (Freeman, 2009 p 331-333).

Transcripción en eucariotas

En los eucariotas el proceso de transcripción es más complejo que en los procariotas, en los eucariotas, ya no están presentes las proteínas sigma, sino que quienes cumplen su función son los factores basales de transcripción, que interactúan directamente con el ADN, sin la intervención

de la ARN polimerasa; además, estos tienen tres tipos diferentes de ARN polimerasa: RNA pol I, pol II, y pol III que transcriben una clase diferente de ARN.

Muchos de los promotores eucariotas reconocidos por la ARN polimerasa II incluyen una única secuencia llamada caja TATA, localizada 30 pares de bases río arriba del lugar de inicio de la transcripción. Sin embargo, algunos de los promotores reconocidos por la pol II no contienen la caja TATA. Además, las ARN pol I y pol III interactúan con promotores completamente diferentes (Freeman, 2009 p 334).

La transcripción de genes eucariotas genera un transcrito primario de ARN que contiene exones e intrones (Los exones codifican para segmentos de proteínas funcionales o ARN, los intrones no), los intrones son eliminados de la cadena creciente de ARN por el proceso de corte y empalme, eliminando de este modo partes del transcrito primario y se unen los segmentos restantes; El empalme ocurre mientras la transcripción está todavía desarrollándose y da lugar a un ARN que contiene un mensaje genético sin interrupciones y es catalizado por un complejo de proteínas y ARN pequeños conocidos como ribonucleoproteínas nucleares pequeñas, o snRNP (Freeman, 2009 p 335).

El proceso comienza cuando un snRNP se acopla a la unión exón-intrón. Una vez que los snRNP están en su lugar, llegan otros snRNP para formar un complejo con múltiples zonas llamado espliceosoma. Una vez se forman los espliceosomas, el intrón forma un bucle con un ribonucleótido adenina en su base. La adenina participa en una reacción que corta el bucle y un enlace fosfodiéster une entonces los exones por sus lados, formando una secuencia codificante contigua. El empalme se ha completado ahora. En la mayoría de los casos, el intrón escindido se degrada a ribonucleótidos monofosfato (Freeman, 2009 p 336).

Tan pronto como el extremo 5' de un ARN eucariota emerge de la ARN polimerasa, las enzimas añaden una estructura llamada caperuza 5' (una molécula de 7-metilguanosina y tres grupos fosfato), una enzima corta el extremo 3' de la mayoría de ARN una vez que la transcripción se ha completado, y otra enzima añade un tramo largo de 100-250 nucleótidos de adenina. Esta secuencia es conocida como cola de poli(A) y no están codificadas en la hebra no codificante; Con

la adición de la caperuza y la cola, el procesamiento del transcrito primario de RNA se completa dando lugar a un ARNm maduro que contiene la secuencia codificante para un polipéptido flanqueado por secuencias que no están destinadas a ser traducidas (Freeman, 2009 p 336).

La Traducción

Para sintetizar una proteína, la secuencia de bases de una molécula de ARN mensajero es traducida a una secuencia de aminoácidos en un polipéptido, pues la secuencia de ribonucleótidos del ARNm refleja la información genética almacenada en el ADN que forma los genes y se corresponde con la secuencia aminoacídica de las proteínas que estos codifican. El proceso de traducción tiene lugar en los cromosomas, quienes sirven como mesa de trabajo para la polimerización de los aminoácidos. (Freeman, 2009 p 337-338; Klug, 2013 p 378).

En los eucariotas los ARN se procesan en el núcleo y luego los ARNm son exportados al citoplasma, donde los ribosomas se unen a ellos e inicia la traducción; cuando un ARNm interactúa con un ribosoma, las instrucciones hereditarias codificadas en los ácidos nucleicos se traducen a un lenguaje químico diferente (las secuencias de aminoácidos encontradas en las proteínas) (Freeman, 2009 p 339). A esto añade Klug (2013 p 379) que el ARNm presenta un codón que reclama a su aminoácido específico y una molécula de ARNt específica contiene en su secuencia tres ribonucleótidos consecutivos complementarios al codón, que se denominan anticodones, los cuales pueden emparejarse con el codón y otra región de ese ARNt está unida covalentemente al aminoácido correspondiente.

El proceso de traducción se describe en tres etapas o fases, pero cabe aclarar que este es un proceso dinámico y continuo en el cual un ribosoma comienza en un punto específico del mensaje, traduce el ARNm hasta llegar al codón de terminación y se detiene allí. Freeman (2009 343-346) describe las tres fases de la siguiente manera:

Iniciación:

En esta etapa participan una subunidad ribosómica pequeña, una molécula de ARNm, un RNt iniciador y tres factores de iniciación. La subunidad ribosómica pequeña se une a varios factores de iniciación y este complejo se une a su vez al ARNm. En bacterias en esta unión participa una secuencia de hasta seis ribonucleótidos que precede al codón AUG inicial del ARNm. Esta secuencia se denomina secuencia Shine-Dalgarno y es la encargada de realizar el emparejamiento de bases con una región del ARN 16S de la subunidad ribosómica pequeña, facilitando la iniciación. Otra proteína de iniciación facilita la unión del ARNt-formilmetionina cargado a la subunidad ribosómica pequeña en respuesta al triplete AUG. En este momento se ha ajustado el marco de lectura para que se traduzca de forma precisa todos los grupos posteriores de tres ribonucleótidos. Este agregado es el complejo de iniciación que luego se combina con la subunidad ribosómica grande. En este proceso se hidroliza una molécula de GTP encargada de suministrar la energía necesaria y se liberan los factores de iniciación (Klug, 2013 p 383).

Elongación

Una vez ensambladas las dos subunidades del ribosoma con el ARNm, se forman dos sitios de unión para las moléculas de ARNt cargadas denominadas sitio P y sitio A. El ARNt de iniciación cargado se une al sitio P, siempre y cuando el triplete AUG del ARNm esté en la posición que le corresponde en la subunidad pequeña (Klug, 2013 p383).

El alargamiento de la cadena polipeptídica en crecimiento al añadir un aminoácido se denomina elongación. En esta etapa, la secuencia del segundo triplete del ARNm dice que molécula de ARNt cargada se colocará en el sitio A, luego se produce una reacción enzimática dentro de la unidad grande del ribosoma, catalizando la formación del enlace peptídico que une entre sí los dos aminoácidos después de haberse roto el enlace covalente entre el ARNt que ocupa el sitio P y su aminoácido. El dipéptido recién formado permanece unido al extremo del ARNt que todavía se encuentra en el sitio A (Klug, 2013 p 384).

El ARNt unido a un sitio P, que ahora no está cargado debe liberarse de la subunidad grande y se traslada temporalmente a un tercer sitio del ribosoma denominado sitio E. El complejo completo ARNm-RNt-aa2-aa1 se desplaza una distancia de tres nucleótidos en dirección al sitio P, cumpliendo así con el proceso llamado translocación. El tercer codón de ARNm se ha movido ahora al sitio A y está listo para aceptar su ARNt cargado específico. Esta secuencia de elongación y translocación se va repitiendo una vez tras otra y cada vez que el ARNm avanza tres nucleótidos por el ribosoma se añade un aminoácido más a la cadena polipeptídica en crecimiento, hasta lograr una cadena polipeptídica de tamaño razonable (unos 30 aminoácidos) la cual empieza asomar por la base de la subunidad grande y emerge el polipéptido de elongación (Klug, 2013 p 384-385)

Terminación

En esta fase, aparece en el sitio A uno cualquiera de los tres codones UAG, UAA o UGA; los cuales no especifican aminoácido alguno y que se denominan codones de Stop, codones de terminación o codones sin sentido (Klug, 2013 p385).

Cuando se encuentra un codón de terminación, el polipéptido terminado aún está unido al ARNt terminal en el sitio P y el sitio A está vacío. El codón de terminación provoca la actuación de un factor de liberación dependiente de GTP que estimula los pasos que conducen a la liberación de la cadena polipeptídica del ARNt terminal y posteriormente del complejo de traducción, seguidamente el ARNt se libera del ribosoma y este se disocia en sus subunidades (Klug, 2013 p 385).

De este modo se da por terminado todo el proceso de síntesis de proteínas, a partir del cual se forman las macromoléculas mencionadas anteriormente y que como se mencionó, son elementales para que las células puedan cumplir con todas sus funciones vitales.

Capítulo 3. Metodología

En este apartado se presenta todo lo referente a la metodología empleada para lograr los objetivos propuestos al inicio del trabajo, con el fin de Promover el aprendizaje de la síntesis de proteínas y movilizar la explicación de fenómenos en los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Técnica Industrial España, del municipio de Jamundí.

La metodología se describe a partir de los siguientes elementos: La definición del enfoque y tipo de investigación, el diseño de la investigación, la población objeto de estudio, las técnicas e instrumentos empleados y el análisis de la información obtenida.

3.1 Enfoque y tipo de Investigación

En este trabajo se pretende conocer la influencia de las secuencias didácticas en el aprendizaje de la síntesis de proteínas y la movilización de la explicación de fenómenos, las cuales son descritas por Tobón, García & Pimienta (2010) como conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos. Para tal fin se emplea el enfoque cualitativo que según Hernández Sampieri et al (2004) usa la recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y observaciones brindando profundidad a dichos datos, a la interpretación, a la contextualización del entorno, a los detalles y además le da un punto de vista integral a los fenómenos.

Con respecto a los enfoques de la Investigación Cualitativa, Rodríguez et.al.(1996) argumentan que estas “estudian la realidad en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas. La investigación cualitativa implica la utilización y recogida de una gran variedad de materiales—entrevista, experiencia personal, historias de vida, observaciones, textos históricos, imágenes, sonidos – que describen la rutina y las situaciones problemáticas y los significados en la vida de las personas”.

Taylor y Bogdan (1986 p 20) por su parte, afirman que “la frase metodología cualitativa se refiere a la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas habladas o escritas, y la conducta observable”. Estos autores refieren además que este tipo de investigación se caracteriza porque: Es inductiva, ve el escenario y las personas en una perspectiva holística, los investigadores son sensibles a los efectos que ellos mismos causan sobre las personas que son objeto de su estudio, se trata de comprender a las personas dentro del marco de referencia de ellas mismas, el investigador suspende o aparta sus propias creencias, perspectivas o predisposiciones, todas las perspectivas son valiosas, es humanista, se hace énfasis a la validez en la investigación, todos los escenarios y personas son dignos de estudio y, es un arte.

3.2 Diseño de la Investigación

Esta investigación se diseña de acuerdo con el proceso metodológico que plantea Rodríguez et. al. (1996) desde el enfoque cualitativo, en el cual el autor expone cuatro fases que se van sucediendo una tras otra, sin que esta sucesión sea lineal, pues, aún no ha terminado una fase, cuando ya se da inicio a la siguiente. En el cuadro N°4 se hace una breve descripción de cada una de las fases sugeridas por estos autores.

Cuadro 2 Fases que determinan el diseño de la investigación

FASES DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA			
FASE I	FASE II	FASE III	FASE IV
PREPARATORIA	TRABAJO DE CAMPO	ANALÍTICA	CUALITATIVA
Abarca el análisis del contexto, fundamentación, planeación, y organización del tema de estudio. Antecedentes de investigaciones realizadas acerca de “las secuencias didácticas” y la enseñanza de la “síntesis de proteínas”, se consulta acerca de la fundamentación teórica de los conceptos más relevantes considerados dentro de la investigación, se plantea y formula el problema de investigación y los objetivos; se diseñan los instrumentos de recolección de datos y se planea la metodología para el trabajo de campo.	Se aplican los instrumentos diseñados para la implementación de la secuencia didáctica y la recopilación de datos, tales como: formato de evaluación de conocimientos previos, guía de aprendizaje, formatos de trabajo grupal e individual dentro y fuera del aula, formato de evaluación final, rejilla de observación de clases y rejilla de evaluación; a la vez que se va haciendo la implementación de la secuencia didáctica y recopilando la información pertinente para comenzar el análisis.	Se realiza el proceso de análisis de la información obtenida, se evalúa los alcances de la implementación de la secuencia didáctica y se elaboran las conclusiones y recomendaciones a partir de la pregunta problematizadora. En esta última fase se elabora el informe del trabajo de investigación con el objetivo de dar a conocer los resultados obtenidos durante la investigación como resultado de la implementación de la secuencia didáctica.	

Fuente: Creación propia a partir de Rodríguez et.al. (1996)

3.3 Población objeto de estudio

El trabajo se realizó en el 2016 con 44 estudiantes del grado 9-1 de la Institución Educativa Técnica Industrial España, la cual está ubicada en la zona urbana del municipio de Jamundí. Este grupo está conformado por 21 niños y 23 niñas cuyas edades oscilan entre los 13 y los 17 años; pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3; los cuales provienen en su mayoría de la cabecera municipal y algunos de la zona rural.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Para la evaluación de los saberes previos de los estudiantes, se elabora un cuestionario que consta de siete (7) preguntas abiertas sobre la naturaleza de las proteínas, su función, la relación de estas con los ácidos nucleicos y con el código genético y su proceso de síntesis (anexo 1). El mismo cuestionario es aplicado al final del proceso con el fin de conocer el impacto provocado por la implementación de la secuencia didáctica en los saberes de los estudiantes y deducir si se alcanzaron o no los objetivos planteados al comienzo de la investigación (anexo 3) y se elabora una rejilla para llevar a cabo el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes (anexo 2)

El cuestionario en mención se diseña con este tipo de preguntas, con la finalidad de dar plena libertad al estudiante frente a la elaboración de sus respuestas para expresar y justificar su opinión frente a cada pregunta, como lo describe González (2001) y teniendo en cuenta que, como afirma Larroyo (1982) citado en el libro Examen de preguntas abiertas, orientaciones para su elaboración (2014), estos requieren más comprensión que memoria y además el estudiante tiene la libertad de expresar con sus propias palabras las respuestas a las cuestiones formuladas.

Laurent (2014), afirma que “las pruebas de pregunta abierta, se ubican dentro de lo que se ha denominado evaluación cualitativa, en la cual se prioriza el enfoque formativo de la evaluación y su interés está enfocado en la valoración del nivel de desempeño del alumno en función de la movilización de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, mostrados en la solución a las preguntas planteadas”.

Al final del proceso, los estudiantes realizan una exposición oral de manera grupal en la cual explican como ocurre el proceso de la síntesis de proteínas a nivel celular, a partir de la construcción de una representación de una secuencia de ADN, que luego es transcrita y traducida, para finalmente sintetizar la proteína. Esta actividad se evalúa de manera similar a la evaluación escrita, es decir; mediante la elaboración de una rejilla (anexo 5), que permita dar una valoración al nivel de competencia alcanzado por los estudiantes en cuanto a la explicación de fenómenos.

El Instituto Tecnológico de Monterrey (1996) plantea que bajo un esquema de aprendizaje colaborativo las exposiciones son versiones modificadas de las exposiciones tradicionales donde se intercalan actividades cortas, dinámicas, que propician la colaboración; visto de esta manera la exposición pasa de ser una herramienta aterradora para el estudiante a ser una herramienta atractiva para él y útil en la adquisición de aprendizajes profundos.

Como se mencionó anteriormente también se elaboraron fichas de trabajo grupal e individual (anexo 4), con el fin de guiar las actividades de aprendizaje a la vez que se evalúa de manera permanente dicho proceso, pues esto ayuda a conocer los avances, logros o inconvenientes que puedan presentarse en el desarrollo de la secuencia.

Se implementa una rejilla de observación (anexo 6) en la cual se toman los datos relevantes de lo que ocurre durante el desarrollo de las actividades en el aula de clases y una rejilla de evaluación (anexo 7), cuyo objetivo es efectuar una descripción acerca de la participación del estudiante en su proceso de aprendizaje.

3.5 Análisis de la información

Se elaboró una rejilla de evaluación para el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes, de este modo se clasifican las respuestas dadas por ellos, en cuatro grupos como se muestra en el cuadro N° 4.

Cuadro 3 Clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes en las evaluaciones

CLASIFICACIÓN DE LAS RESPUESTAS	
Respuestas acertadas	El estudiante responde de manera clara a la pregunta realizada
Respuestas imprecisas	El estudiante demuestra que conoce la respuesta pero divaga al responder, generando cierto grado de imprecisión
Respuestas equivocadas	Se puede apreciar que el estudiante no comprendió los conceptos y los confunde con otros
No responden	El estudiante no da ninguna respuesta

Fuente: Creación propia

Para el análisis de la información obtenida, se organizan los resultados en tablas y gráficos elaborados en Excel, con el fin de hacer comparaciones entre el tipo de respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario de conocimientos previos y las correspondientes respuestas dadas a las mismas preguntas, al final de la implementación de la secuencia didáctica. También, se utiliza un complemento de Excel llamado Megastat, que permite, a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p, encontrar un indicador que señale si la respuesta obtenida para una pregunta, al final de la aplicación de la secuencia, comparada con la respuesta antes de su aplicación, es significativa o no al contrastarse con un indicador teórico del nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Una hipótesis es una suposición acerca de un parámetro poblacional y esta puede ser de dos tipos; La hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1). En nuestro caso la (H_0) se cumple si la implementación de la secuencia didáctica no genera cambios estadísticamente significativos en la movilización de los saberes de los estudiantes y la (H_1) se cumple si ocurre lo contrario, es decir; si la implementación de la secuencia didáctica genera cambios estadísticamente significativos en cuanto a la movilización de los saberes en los estudiantes. (Levine & Krehbiel, 2006). Y la prueba de hipótesis por su parte, es una técnica seguida en estadística para conocer si una hipótesis estadística puede o no rechazarse con base en la información de una muestra.

Para la prueba de hipótesis se tuvo en cuenta el enfoque del valor p, dado que este se refiere a la probabilidad de obtener un estadístico de prueba más extremo que el valor observado en la muestra para un (H_0) dado como cierto, pues es el mínimo valor de α para el cual (H_0) debe ser rechazada; teniendo en cuenta que $\alpha = 0,05$. En este caso si $p < \alpha$; se rechaza H_0 , pero si $p \geq \alpha$; no se rechaza H_0 . (Levine & Krehbiel, 2006).

Una hipótesis alternativa (H1) es analizada como:

$H1 = \pi_1 \neq \pi_2$ Si $\pi_1 \neq \pi_2$ entonces la intervención sirvió o fue significativa.

π_1 = valor hipotético obtenido antes de la intervención y π_2 = valor hipotético después de la intervención

Para hallarlo se tiene: $\pi = \frac{p}{n}$ donde p = número de estudiantes que dan una determinada respuesta y n = número total de estudiantes.

Capítulo 4. Resultados e interpretación de la información

En este capítulo se hará una descripción de las actividades desarrolladas durante la implementación de la secuencia didáctica y el análisis descriptivo acerca de los logros alcanzados con dichas actividades. Además, se hará una comparación entre los resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba aplicada antes de la implementación de la secuencia didáctica con los resultados obtenidos en la misma prueba al ser aplicada después de la implementación de la secuencia didáctica. También se presenta de manera descriptiva y gráfica, el análisis de los logros que pudieron percibirse en los estudiantes al momento de explicar el proceso de síntesis de proteínas de manera oral.

4.1 Descripción y análisis de actividades

Antes de iniciar la implementación de la secuencia didáctica, la docente explica la metodología de trabajo a emplear durante el desarrollo de esta, los objetivos que se pretenden alcanzar y la mecánica de evaluación a emplear. Además, enfatiza en el alto grado de responsabilidad, por parte de los estudiantes, que demanda este tipo de metodologías de trabajo, en cuanto a compromiso, puntualidad, y cumplimiento de roles asignados dentro del grupo.

Seguidamente se les explica la importancia que tiene, en los procesos de aprendizaje, la autoconstrucción del conocimiento y el trabajo grupal. Se aclara también, que ellos, serán los protagonistas del proceso de aprendizaje; que el rol de la docente será liderar y organizar la experiencia; y que al final, deberán estar en la capacidad de explicar cómo se efectúa el proceso de la síntesis de proteínas a nivel celular.

Por último, se conforman grupos de trabajo de cuatro estudiantes para el desarrollo de la secuencia didáctica y se les explica que cada integrante del grupo deberá cumplir una función específica dentro de este, para lo cual deberán nombrar:

- *Investigador principal*: Estudiante que dirige el trabajo del grupo, se asegura de que todas las tareas sean completadas y ayuda a cada miembro del grupo a cumplir con las responsabilidades de su papel.
- *Secretario*: Estudiante que colecta y registra las ideas del grupo
- *Responsable de materiales*: Estudiante que supervisa la recolección y organización de los materiales
- *Vocero*: Estudiante que presenta los resultados del grupo a toda la clase

Igualmente, se aclara que los grupos conformados deberán mantenerse a lo largo del desarrollo de la secuencia didáctica y que los miembros rotarán sus funciones en cada actividad, para que, de este modo, todos tengan la oportunidad de asumir los diferentes roles. Se explica también, que en cada sesión se entregarán fichas para desarrollar el trabajo y estas deberán archivarse en carpeta con gancho legajador y regresarlas a la docente al final de cada sesión. Antes de comenzar la siguiente sesión, la docente devolverá la carpeta con las respectivas observaciones a cada grupo.

Se deja también la tarea de cortar fichas de cartulina que se emplearan en la sesión cuatro para representar una secuencia de ADN y los aminoácidos correspondientes a esta secuencia. Se dan algunas especificaciones acerca de la cantidad de fichas necesarias, color, forma y tamaño que deben tener estas, para que sean lo más homogéneas posible y no se presente ningún inconveniente a la hora de formar las cadenas.

Al preguntar a los estudiantes, ¿qué piensan acerca del trabajo que se plantea? Ellos manifiestan sentir atracción por el reto de aprender sin que sea la docente quién dé las explicaciones, a pesar de que algunos, no se sienten del todo convencidos de lograr los objetivos de esta manera.

Durante la sesión 1 que corresponde a la fase 1 (ver secuencia didáctica) luego de haber explicado a los estudiantes el objetivo de la sesión, la duración de la misma y el trabajo que deberán realizar, se inicia en los primeros 10 minutos, una conversación entre la docente y los estudiantes con el fin de indagar los conocimientos de ellos y refrescar algunos conceptos trabajados

relacionados con la importancia del núcleo y la información genética contenida en él, la existencia de los ácidos nucleicos y la función que cumplen estos. Durante la conversación se les motiva para que participen dando sus opiniones y aportando los conceptos que tienen acerca del tema en cuestión. Luego les pide a los alumnos que se reúnan en los grupos previamente conformados, para discutir y resolver el cuestionario de saberes previos, que consta de siete preguntas relacionadas con las proteínas y su proceso de síntesis; para lo cual se emplean 20 minutos. Los otros 30 minutos de la sesión se emplean para la socialización y discusión de las respuestas de cada grupo con el resto de la clase.

Se observó que algunos estudiantes aún recuerdan los conceptos estudiados con anterioridad sobre la constitución del núcleo celular y sus funciones. Esto los llevó a participar activamente durante la sesión introductoria. Otros en cambio están muy callados e incluso cuando se les pregunta algo para inducirlos a participar, argumentan no recordar nada acerca de este tema, Sin embargo, hay otros que se muestran más bien tímidos, porque, aunque no participan de manera autónoma, al hacerles preguntas, responden de forma acertada a estas.

Al conformar los grupos para responder el test de saberes previos, se ve a la mayoría trabajar activamente. No obstante, algunos intentan buscar las respuestas en libros o internet mediante el uso de sus celulares, por tanto, se les llama la atención, reiterándoles que no están haciendo consulta, sino un ejercicio de revisión de saberes sobre la temática a abordar. En ese sentido la gran mayoría de los estudiantes tratan de cumplir con las funciones asignadas dentro del grupo, aunque en ocasiones se les dificulta cumplir con ellas debido a factores como falta de interés, timidez para trabajar en grupo y/o expresar sus ideas y dificultad para comprender el rol que debe asumir en su grupo de trabajo.

En el momento de socializar las respuestas del cuestionario, se tienen los siguientes resultados:

1. Cuando se pregunta acerca de ¿Qué son las proteínas? Un alto porcentaje (67%) de los estudiantes dan respuestas acertadas indicando que son moléculas orgánicas que se forman a partir de ADN y ARN.

2. En el segundo punto del cuestionario se les pide indicar el nombre de tres proteínas y el 75% de los grupos dan respuestas equivocadas, mientras que el 25% no responden la pregunta.
3. El tercer punto pedía mencionar la función de las proteínas, en este caso el 33% de los grupos construyen respuestas imprecisas, es decir, que tiene algunas ideas relacionadas con la pregunta, pero no logran dar una respuesta concisa; un 25% da respuestas equivocadas y el 42% no responde la pregunta.
4. Otra pregunta era ¿cómo se elaboran las proteínas? Frente al proceso de elaboración de las proteínas, a pesar de que no hubo respuestas acertadas, se pudo notar un nivel importante de conocimientos previos puesto que un alto porcentaje de grupos (67%) dio respuestas que, aunque no fueron acertadas, cierto grado de conocimientos al respecto; el 8% por su parte, da respuestas equivocadas y el 25% no responde.
5. En la pregunta 5 se pretendía que indicaran la relación entre las proteínas y el ADN. En este caso no hubo respuestas acertadas, el 25% dio respuestas imprecisas y el otro 75% dio respuestas equivocadas o no respondió.
6. Con relación a la pregunta ¿Qué es el código genético? Tampoco hubo respuestas acertadas. El 67% dio respuestas equivocadas o no responden, mientras que solo el 33% muestra algunas ideas vagas acerca de la respuesta.
7. En la última pregunta se cuestionaba sobre la relación entre las proteínas y el código genético, ante lo cual ningún grupo dio respuestas acertadas en este caso solo el 17% intenta acercarse a la respuesta, pero no logran concretar la idea.

Cabe anotar que antes de iniciar la implementación de la secuencia, ya se había trabajado en clase la síntesis y duplicación del ADN y también se habían visto videos al respecto, razón por la cual, se piensa que en algunas respuestas hubo algún cierto grado de acercamiento e incluso respuestas correctas por parte de los estudiantes. Pues algunos conceptos de los que se preguntan sobre la síntesis de proteínas, también están relacionados con la duplicación del ADN. Pese a esto, se nota un alto grado de desconocimiento del tema, por parte de los estudiantes, por tanto, se les motiva para que busquen las respuestas correctas a estas preguntas durante el desarrollo de la secuencia didáctica.

En la sesión 2 correspondiente a la fase 2 (ver secuencia didáctica), se da inicio indicándole a los estudiantes el objetivo de la misma, se hace entrega de la ficha de trabajo grupal N°2 (Ver anexo 4) y se les explica que se destinara 60 minutos para observar unos videos y responder las preguntas consignadas en la lista de chequeo que se les ha entregado, después de esto, se destinaran otros 20 minutos para socializar, discutir y corregir las respuestas que cada grupo consignó en la lista de chequeo y al final se hará una dinámica en el patio del colegio.

Los estudiantes se organizan en grupos de trabajo y se disponen para ver los videos. Se van colocando los videos y contestan las preguntas a medida que ellos van encontrando las respuestas. En ocasiones piden que se devuelva o se repitan algunos videos porque no alcanzan a tomar las ideas completas o porque hay algo que no entendieron.

Después de esto, cada grupo revisa las repuestas dadas a las preguntas y luego se forma una mesa redonda en la cual se socializa dichas respuestas. Para tal fin se va preguntando a los grupos de manera aleatoria, ellos dan la respuesta que tienen, los demás grupos revisan y si están en desacuerdo o creen que se debe complementar, entonces piden la palabra con el fin de construir la respuesta más acertada y completa.

Al final se recogen las fichas de trabajo y se hace entrega de un documento sobre la síntesis de proteínas y una ficha de trabajo individual que cada estudiante deberá trabajar en su casa y traer resuelta para la siguiente sesión. Se les explica que deben leer el documento en casa de manera crítica y formular preguntas acerca de las ideas que no les sean claras, para luego resolver las dudas durante la clase, en la sesión 3. Además, se recomienda observar otros videos y copiar los enlaces de los mismos para compartir con sus compañeros durante la clase.

Al inicio se observa que algunos estudiantes no tienen en cuenta la lista de chequeo para observar los videos, lo cual puede llevarles a que no responder correctamente a las preguntas, o que los tiempos establecidos para la actividad no sean suficientes, por este motivo se hace una pausa para recordarles que no deben dejar pasar los videos sin buscar sus respuestas. Después de esto puede apreciarse que los estudiantes observan atentamente los videos, algunos toman nota en sus cuadernos, mientras que otros van revisando la lista de chequeo y trabajan sobre esta. Sin

embargo, en los últimos minutos de la observación de videos se nota desinterés por parte de algunos estudiantes que se han desconcentrado, debido probablemente a que ya están cansados.

A medida que se observan los videos surgen preguntas y los mismos estudiantes se encargan de responderlas. Carolina pregunta en qué parte de la estructura del ADN se encuentran los cromosomas, esta pregunta se re direcciona al grupo y Suarez le explica que el ADN es el que hace parte de los cromosomas; Manuela complementa la respuesta recordando que los alelos son las variaciones de los genes, que estos son pedacitos de ADN que están en los cromosomas formando los genes. Carolina dice que ya recuerda los conceptos trabajados antes.

Cuando se termina de ver los videos, los grupos de trabajo se reúnen para organizar sus respuestas y luego se forma una mesa redonda en la cual se van leyendo las preguntas, algún grupo responde y los demás le complementan o corrigen según sea el caso. Si alguna respuesta no es correcta después de la discusión, la docente va haciendo preguntas que conlleven a la construcción de la respuesta correcta.

Al final de la sesión se pide a los estudiantes conformar grupos de tres estudiantes y que cada grupo asigne un rol a cada integrante de tal forma que los tres integrantes puedan representar un nucleótido (un estudiante representará la base nitrogenada, otro el azúcar y el otro, el grupo fosfato). Los estudiantes deberán recordar como vieron en el video que están conformadas las cadenas de ADN para que de esta forma puedan hacer la representación de esta. Se les indica dirigirse al patio del colegio para hacer una representación humana de una pequeña porción de ADN. (Ver foto 1).

Los estudiantes se muestran muy animados frente a esta actividad, se observa que, a pesar de haber visto los videos, aún hay estudiantes para los cuales no está clara la estructura del ADN, pero hay otros que lo han comprendido muy bien, entre ellos mismos se explican y ayudan para que pueda formarse la secuencia de ADN con sus dos cadenas y explican cómo se unen las bases nitrogenadas de cada cadena mediante los puentes de hidrógeno, los cuales representan con sus manos. Después de esta dinámica quienes tenían confusión al respecto manifiestan que esta ha sido clave para entender lo que es un nucleótido y la forma en que estos están unidos para formar las secuencias de ADN.

Foto 1. Representación de una porción de ADN



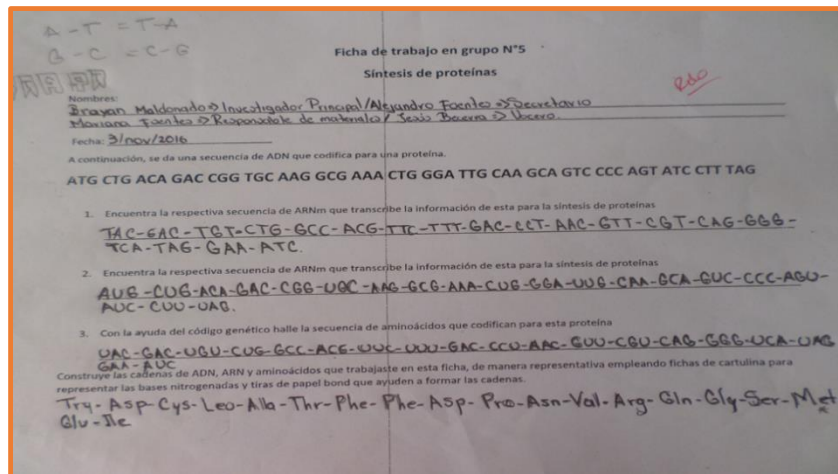
Se da inicio a la sesión 3, Fase 4. (Ver secuencia didáctica) explicando a los estudiantes el objetivo de esta y su duración. Luego se procedió a revisar las fichas de trabajo individuales dejadas en la sesión anterior, encontrando que la mayoría de los estudiantes no cumplió con el compromiso de leer y formular sus preguntas en casa, lo que denota falta de compromiso o motivación por parte de los estudiantes. Ante esta situación se llama la atención a los estudiantes y se les reitera la importancia del cumplir con sus responsabilidades para que el trabajo pueda llevarse a cabalidad, de forma apropiada, sin retrasar los tiempos programados y sin extender el tiempo programado para el desarrollo de la sesión, pues las tareas establecidas para elaborar en casa, son el insumo para continuar con el trabajo programado para ese día.

Seguidamente, los estudiantes organizan los grupos de trabajo para compartir las preguntas formuladas por cada uno de los miembros y elaborar las respuestas a dichas preguntas entre todos. Se hace entrega de las fichas de trabajo 2 y 3 (ver anexo 4), luego eligen una de sus preguntas para construir un taller general con el resto del grupo (11 grupos de trabajo en total) y solucionan dicho taller, para finalmente, socializar cada respuesta siguiendo la siguiente dinámica: Se asigna una pregunta por grupo para que lean la respuesta que construyeron, teniendo la precaución de que la pregunta que van a responder, no sea la misma que formularon; los demás grupos escuchan la respuesta y al final deciden si están de acuerdo o no con la respuesta dada o, si hay que complementarla. En caso de que la respuesta no sea acertada, se corrige y se continúa con la siguiente pregunta.

Pese al inconveniente inicial, durante el desarrollo de la sesión se puede observar a los estudiantes participando activamente del trabajo y muy interesados en dar cumplimiento a las tareas asignadas, algunos hacen preguntas para resolver sus dudas, y la docente les responde lanzándoles otras preguntas que los lleven a reflexionar y construir sus respuestas, a lo cual ellos responden de forma muy positiva demostrando interés por comparar y corregir sus respuestas.

Se da inicio a la sesión 4, Fase 3 (ver secuencia didáctica) explicando a los estudiantes el objetivo y la duración. Esta sesión se divide en dos partes que se trabajan en días diferentes; el día uno se entrega a los estudiantes la ficha N°4 en la cual se les proporciona una secuencia de ADN que codifica para una proteína (ver foto 2), para que ellos encuentren la hebra complementaria, la transcriban, la traduzcan al lenguaje de los aminoácidos y finalmente, elaboren la representación de las secuencias de ácidos nucleicos y aminoácidos con las fichas de cartulina y demás materiales que debían traer listos de casa. Para poder realizar esta actividad, los estudiantes debían tener claros los conceptos referentes a la conformación de los ácidos nucleicos, el papel del ADN, el ARN y la función de las enzimas que participan en el proceso de síntesis de proteínas que es lo que se ha venido trabajando en las sesiones anteriores.

Foto 2. Secuencia de ADN que codifica para una proteína



En el segundo día, los grupos exponen acerca de la estructura de los ácidos nucleicos y las síntesis de proteínas apoyándose en la representación de las secuencias que armaron en la clase anterior.

Se pasa continuamente por cada grupo de trabajo, recordando la importancia de tener claridad acerca de lo que representan cada uno de los materiales empleados en la construcción de las secuencias, el proceso que se lleva a cabo en cada paso para la síntesis de proteínas y las estructuras celulares que participan en cada etapa del proceso. Pues al finalizar la actividad, cada grupo debe exponer su trabajo y explicar de manera clara, todo el proceso que se efectúa hasta hallar la secuencia de aminoácidos en términos de bases nitrogenadas, codones, ácidos nucleicos, formación de polipéptidos y como estas cadenas de aminoácidos forman luego las proteínas

Durante el desarrollo de la actividad se observa a los estudiantes muy motivados, algunos deciden retirarse del aula de clase para trabajar en otros espacios del colegio; la docente pasa continuamente por cada grupo para verificar como marcha el trabajo y orientar, en caso de que hayan dudas al respecto; en general se ve a los jóvenes muy comprometidos con su trabajo. Cuando algún grupo tiene dudas, consulta con los compañeros de otros grupos para aclararlos y se puede apreciar un alto grado de compromiso e interés por colaborar entre todos. Los estudiantes también recurren a consultar en sus documentos de trabajo o en internet (mediante el empleo de sus celulares), para complementar su información y/o resolver dudas. A medida que van terminando de armar las secuencias, se ponen a repasar en que consiste el proceso de la síntesis de proteínas, para, de este modo, ir preparando la exposición que deben hacer al final.

En el segundo día de la sesión, los grupos comienzan a exponer, todos tienen elaboradas sus secuencias, pero se percibe que aún no están claros los conceptos, ni los procesos de la síntesis de proteínas por parte de la gran mayoría de los estudiantes, incluso algunos grupos se niegan a exponer porque manifiestan no estar preparados; sin embargo, se deja que todos los grupos hagan su exposición y al final, se les pregunta que dificultad tuvieron para preparación de esta, ellos manifiestan que les faltó estudiar, que no pusieron todo de su parte para poder realizar un buen trabajo. Se pregunta si están de acuerdo con repetir el trabajo en horario extra clase y ellos responden que les parece bien. Sin embargo, un estudiante realizó la exposición del tema de manera apropiada, mostrando buen manejo de los conceptos y alto grado de comprensión del proceso de síntesis de proteínas, por esta razón se le felicita y se motiva a los demás compañeros diciéndoles que, así como él lo hizo, ellos también están en la capacidad de alcanzar el objetivo.

Foto 3. Exposición sobre el proceso de síntesis de proteínas



En el momento de efectuar por segunda vez las exposiciones (ver foto 3), se nota mayor preparación por parte de todos los integrantes de los grupos, aunque en algunos estudiantes aún se percibe cierto grado de dificultad a la hora de manejar el lenguaje propio del tema, porque olvidan el nombre de las estructuras que participan en el proceso, y/o porque confunden términos. Sin embargo, se ve mayor comprensión en cuanto a la forma y el lugar en que ocurren los procesos de transcripción y traducción.

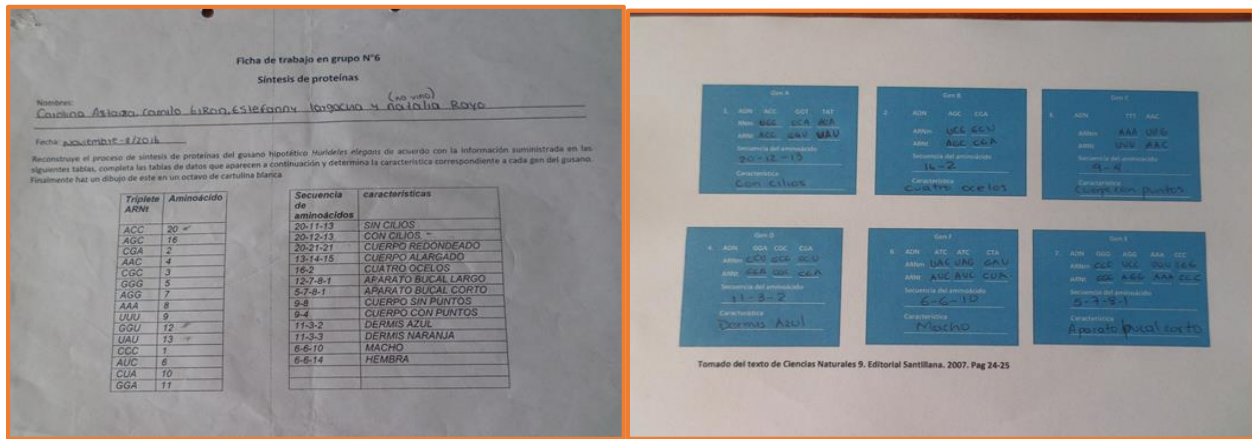
Se culminan las exposiciones y se hace el cierre aclarando los conceptos en los que algunos grupos cometieron errores al exponer. Además, se motiva a los estudiantes para que vuelvan a consultar en diferentes fuentes acerca de esta temática, dada la importancia que reviste en el campo de la biología.

Se da inicio a la sesión 5, Fase 3 (ver secuencia) explicando a los estudiantes el objetivo de esta y la duración. Se indica que deben organizarse en los respectivos grupos de trabajo, con el fin de realizar una actividad de aplicación en la cual podrán darse cuenta, como se relaciona la síntesis de proteínas y que sucede a nivel celular, con el mundo macroscópico, para lo cual deberán reconstruir el proceso de síntesis de proteínas de un organismo vivo, de acuerdo con la información que se suministra en la ficha de trabajo grupal N°5.

Al comienzo los estudiantes se muestran un poco confundidos con el trabajo que deben realizar, pero la profesora pasa por cada grupo, les hace leer las indicaciones consignadas en la ficha de trabajo y les persuade para que la interpreten, se nota en los jóvenes presentan problemas de interpretación de lectura y esto genera dificultad para iniciar con el ejercicio de aplicación.

Después de aclarar las dudas sobre el trabajo a realizar, se puede ver como los estudiantes participan y se explican entre sí, incluso se puede ver que cuando en el grupo no pueden resolver algo, acuden donde los compañeros de otros grupos para consultar, se nota solidaridad entre ellos. Se observa preocupación de los jóvenes porque desconocen algunos términos de la ficha de trabajo, entonces se les dice que ellos mismos deben ingeniárselas para resolver ese inconveniente, de este modo emplean sus celulares para consultar el significado por internet.

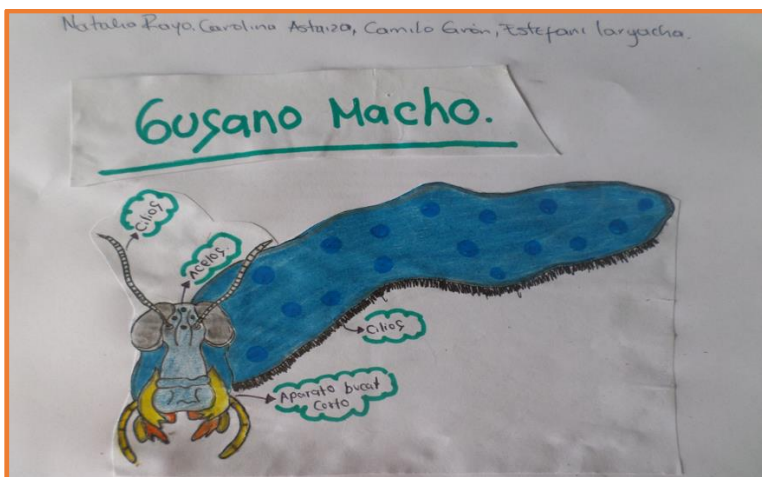
Foto 4. Proceso de síntesis de proteínas para encontrar los genes del gusano *Hurídeles elegans*



Al finalizar la clase, cada uno de los grupos logró relacionar los genes dados con las características representadas por estos y hacer la representación del gusano *Hurídeles elegans* de acuerdo con la información genética suministrada (ver Ficha 5 del anexo del anexo 4).

Esta actividad fue muy significativa, pues en ella, los estudiantes debían poner en juego toda la información acerca del proceso de síntesis de proteínas, empleo del código genético y significado del lenguaje de las proteínas en la vida macroscópica. Ellos se sorprendieron mucho al ver como cada codón del código genético indicado, iba proporcionando una característica que podían ver en las características fenotípicas de su gusano. Ver Fotos 4 y 5.

Foto 5. Representación del gusano *Caenorhabditis elegans*



Se da inicio a la sesión 6, fase 5. (ver secuencia didáctica) explicando a los estudiantes que el objetivo de esta, es evaluar la incidencia de la secuencia didáctica sobre los aprendizajes que lograron construir con respecto a la síntesis de proteínas. Para ello, se hace entrega de la ficha de evaluación de conocimientos adquiridos (ver anexo 3a), la cual corresponde a un cuestionario que deberán responder de forma grupal, de acuerdo con lo aprendido a lo largo de la implementación de la secuencia didáctica. Cabe aclarar que este cuestionario, contiene las mismas preguntas que se hicieron en la evaluación de saberes previos. Los estudiantes se organizaron en sus grupos de trabajo para responder el cuestionario.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en esta prueba:

1. ¿Qué son las proteínas? El 77% de los estudiantes responden de manera precisa a esta pregunta, 33 % dan respuestas que no son del todo precisas, pero si tienen alguna relación con la respuesta y un 34% de los estudiantes responden incorrectamente o no responden la pregunta.
2. Indicar el nombre de tres proteínas: Este punto continúa siendo difícil de responder para los estudiantes y esto se evidencia porque solo el 33% de los estudiantes pudo dar respuestas acertadas, un porcentaje considerable continúa confundiendo las proteínas con los aminoácidos.

3. El tercer punto pedía mencionar la función de las proteínas. En este caso, el 25% de los grupos da respuestas precisas y el 33% responden de forma imprecisa, el otro 42% continúan dando respuesta equivocadas o no se atreven a responder.
4. Con relación a la pregunta ¿cómo se elaboran las proteínas? El 42% de los grupos responde de manera correcta y el 33% relaciona conceptos, pero no logra precisar sus respuestas, por otra parte, el 25% de los grupos continúan sin poder explicar la síntesis de proteínas.
5. En la pregunta 5 se pretendía que indicaran la relación entre las proteínas y el ADN. En este caso el 42% responden de manera acertada y un 25% elaboran respuestas imprecisas, el otro 34% continúa dando respuestas equivocadas o no responden.
6. En este punto se les preguntaba a los estudiantes ¿Qué es el código genético? Los resultados obtenidos muestran que un 33% de los estudiantes comprendió y pudo explicar que es el código genético, otro 50% dan respuestas imprecisas debido probablemente a que comprenden que es el código genético, pero no logran explicarlo; el otro 16% no responden o responden de forma incorrecta.
7. En la última pregunta se cuestionaba sobre la relación entre las proteínas y el código genético, ante esta cuestión el 33% logra hacer una relación correcta, el 42% los relacionan, pero se les dificulta explicarlo; el otro 25% no responden o responden equivocadamente.

Más adelante se efectuará un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en la evaluación, antes y después de la aplicación de la secuencia didáctica.

Se da inicio a la sesión 7, Fase 5 (ver secuencia) explicando a los estudiantes que el objetivo de esta última sesión es evaluar el trabajo realizado a lo largo de la secuencia didáctica. Para esto se entrega la ficha de evaluación del trabajo en donde los estudiantes darán su opinión acerca de: logro de objetivos propuestos, como les pareció la experiencia, lo que les gustó del trabajo realizado, los aspectos a mejorar y también harán una autoevaluación de su trabajo (ver anexo 3b). Luego de realizar la evaluación en los grupos de trabajo, se organiza una mesa redonda con todo el curso para socializar las repuestas dadas al interior de los grupos.

Los estudiantes se organizaron en mesa redonda para socializar las respuestas de la evaluación. En ellos se aprecia un alto grado de satisfacción con el trabajo realizado. Manifiestan, además, que la experiencia de tener que investigar, reflexionar y ser ellos mismos quienes dieran respuesta a sus preguntas les gustó mucho. Resaltan, entre los aspectos para mejorar, la distribución del tiempo, pues el trabajo fue intensivo y por eso hubo momentos en que se notaba el cansancio lo que se traducía en desánimo. Además, faltó más compromiso por parte de ellos, pues fueron conscientes de que, si hubiesen puesto un poco más de su parte, el trabajo hubiera sido más productivo. En general, ellos consideran que las explicaciones y orientaciones de la docente fueron importantes durante el proceso de aprendizaje y expresan que esta metodología debe aplicarse con mayor frecuencia en el aula de clase. Ver foto 6.

Foto 6. Mesa redonda plenaria de evaluación de la secuencia didáctica



4.2 Análisis de resultados a evaluación antes y después de aplicar la secuencia

A continuación, se realiza una comparación entre los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica y los obtenidos en la evaluación que se realizó al final de la implementación de la secuencia didáctica. Es preciso mencionar que las preguntas trabajadas en las dos pruebas fueron las mismas, con el fin de revisar la incidencia de la secuencia didáctica en la movilización de saberes por parte de los estudiantes. Las respuestas fueron clasificadas en cuatro grupos para facilitar el análisis como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes

CLASIFICACIÓN DE LAS RESPUESTAS	
Respuestas acertadas	El estudiante responde de manera clara a la pregunta realizada
Respuestas imprecisas	El estudiante demuestra que conoce la respuesta pero divaga al responder, generando cierto grado de imprecisión
Respuestas equivocadas	Se puede apreciar que el estudiante no comprendió los conceptos y los confunde con otros
No responden	El estudiante no da ninguna respuesta

Fuente: Creación propia

Pregunta N° 1. ¿Qué son las proteínas?

En la tabla 1 se presentan los resultados de las respuestas que dieron los estudiantes a la pregunta N°1 en la prueba diagnóstica y en la evaluación final. Al realizar una comparación entre los porcentajes obtenidos con cada tipo de respuesta, se tiene que en la evaluación diagnóstica el 67% de los estudiantes responde de manera acertada a esta pregunta, mientras que en la evaluación final este porcentaje se incrementa a un 75%, las respuestas imprecisas en cambio muestran una pequeña disminución del 33% al 25%. Sin embargo, el análisis estadístico arroja como resultado que este cambio no es significativo, puesto que en este caso el valor de $p = 0,6534 >$ que el valor teórico ($\alpha = 0.05$).

Tabla 1 Respuestas a pregunta No. 1

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
1	Que son las proteínas	R. acertadas	8	67%	9	75%
		R. imprecisas	4	33%	3	25%
		R. equivocadas	0	0%	0	0%
		N.R	0	0%	0	0%

Fuente: Creación propia

Como puede apreciarse, el cambio en el porcentaje de respuestas acertadas por parte de los estudiantes no es muy significativo porque antes de iniciar la implementación de la secuencia didáctica ellos ya tenían un buen nivel de conocimientos acerca del concepto de proteínas, esto se pudo haber presentado debido a que recientemente se había trabajado la duplicación del ADN y se

les había comentado que ese era un tema previo a la síntesis de proteínas; Además se les recomendó ver algunos videos al respecto en sus casas. Sin embargo, al comparar las repuestas que los estudiantes dan, se puede notar que en la evaluación final estas muestran una mejor elaboración y son más concretas, lo cual permite afirmar que, pese a que la diferencia no fue muy alta, si hubo movilización de saberes con respecto a esta cuestión.

Pregunta N° 2. Menciona el nombre de tres proteínas

Tabla 2 Respuestas a pregunta No. 2

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
2	Menciona el nombre de 3 proteínas	R. acertadas	0	0%	4	33%
		R. imprecisas	0	0%	4	33%
		R. equivocadas	9	75%	2	17%
		N.R	3	25%	2	17%

Fuente: Creación propia

Los tipos de respuestas elaboradas por los estudiantes frente a esta pregunta se presentan en la tabla 2, de donde puede deducirse que en cuanto a la identificación de las proteínas hay una diferencia estadísticamente significativa, entre las respuestas dadas antes de la implementación de la secuencia didáctica y las respuestas al final de esta (el valor de $p = 0,0285 > \alpha$). Puesto que en un comienzo los estudiantes no dan ninguna respuesta acertada al respecto, pero después de implementada la secuencia didáctica el 33% de los estudiantes logran responder de manera acertada y otro 33% dan respuestas que no son del todo precisas, dado que de cierto modo confunden algún aminoácido con las proteínas. Resulta importante precisar que durante la implementación de la secuencia didáctica no se hizo mucho hincapié en el aprendizaje de los nombres de las proteínas y es muy probable que ello haya influido sobre el bajo porcentaje de estudiantes que logran responder de manera acertada al final, pues la secuencia estaba más encaminada hacia la explicación del proceso de síntesis; sin embargo, se presentó movilización de saberes por parte de los estudiantes que sí lograron dar sus respuestas de forma acertada.

Pregunta N°3. ¿Qué función cumplen las proteínas?

Tabla 3 Respuestas a pregunta No. 3

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
3	Que función cumplen las proteínas	R. acertadas	0	0%	3	25%
		R. imprecisas	4	33%	4	33%
		R. equivocadas	3	25%	3	25%
		N.R	5	42%	2	17%

Fuente: Creación propia

En lo que respecta a la función de las proteínas se observa que no hubo un logro significativo de acuerdo con la prueba de hipótesis, pues el valor p que resulta de la comparación de las dos pruebas es mayor que el teórico ($p = 0,0641 > \alpha$). Sin embargo, cuando se analizan las respuestas acertadas por los estudiantes en la evaluación final, se observa en algunos de ellos, una mayor apropiación de los conceptos relacionados, dado que sus respuestas tienen una mejor estructuración si se compara con la evaluación inicial donde ningún grupo tenía conceptos para movilizar en esta respuesta.

Pregunta N° 4. ¿Cómo se elaboran las proteínas?

Tabla 4 Respuestas a pregunta No. 4

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
4	Como se elaboran las proteínas	R. acertadas	0	0%	5	42%
		R. imprecisas	8	67%	4	33%
		R. equivocadas	1	8%	2	17%
		N.R	3	25%	1	8%

Fuente: Creación propia

A la hora de dar cuenta sobre el proceso de síntesis de proteínas, vemos que inicialmente no hay respuestas acertadas por parte de los estudiantes, pero en la evaluación final se muestra que el 42% de ellos elaboran respuestas acertadas a la pregunta generando un valor para $p = 0,0120$ en la prueba de hipótesis y se disminuye el número de respuestas imprecisas. Esto conlleva a deducir

que con respecto a esta pregunta si hay diferencia significativa entre el porcentaje de estudiantes que responden de manera acertada en las dos evaluaciones aplicadas.

Es posible deducir que los estudiantes en las respuestas de la evaluación inicial demuestran desconocimiento de los conceptos y procesos relacionados con la síntesis de proteínas, esto se evidencia en que ningún grupo dio respuestas acertadas ante esta cuestión. No obstante, después de aplicada la secuencia hay un incremento significativo de los estudiantes que lograron movilizar saberes para elaborar respuestas acertadas, pues al final de la aplicación utilizan los conceptos trabajados durante la secuencia, para elaborar sus respuestas.

Una posible causa que explica el avance de los estudiantes en este aspecto son las estrategias empleadas durante la secuencia para la comprensión de los conceptos, como fue la simulación de la síntesis de proteínas que realizaron al tomar una hebra de ADN dada, hallar su complementaria, transcribirla y traducirla, para después elaborar la representación de estas con cartulinas de colores teniendo en cuenta qué, representaba a nivel molecular cada uno de los materiales que utilizaron. (Ver secuencia didáctica).

Pregunta N°5. ¿Qué relación existe entre las proteínas y el ADN?

Tabla 5 Respuestas a pregunta No. 5

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
5	Que relación existe entre las proteínas y el ADN	R. acertadas	0	0%	5	42%
		R. imprecisas	3	25%	3	25%
		R. equivocadas	6	50%	2	17%
		N.R	3	25%	2	17%

Fuente: Creación propia

Cuando se pide a los estudiantes relacionar el ADN con las proteínas, vemos que en un principio no logran dar respuestas acertadas, pero en la evaluación final, el 42% de los estudiantes pueden elaborar respuestas acertadas sobre dicha relación. Al someter esta diferencia a prueba estadística se tiene que es significativa, puesto que se genera un valor para $p = 0,0120 < \alpha$. Por tanto, se puede afirmar que la secuencia didáctica tuvo una incidencia positiva sobre la

movilización de saberes por parte de los estudiantes, pues les proporcionó las herramientas necesarias para la elaboración de sus respuestas.

Pregunta N° 6. ¿Qué es el código genético?

Inicialmente se puede ver que un alto porcentaje de los estudiantes (67%), desconocen por completo que es el código genético y el otro 33% tiene ideas imprecisas acerca de este concepto, pero al final de la implementación de la secuencia didáctica, los resultados cambian, pasando a tener un 33% de estudiantes que pueden elaborar respuestas acertadas a la pregunta, un 50% que logran dar respuestas aceptables pero imprecisas.

Tabla 6 Respuestas a pregunta No. 6

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
6	Que es el código genético	R. acertadas	0	0%	4	33%
		R. imprecisas	4	33%	6	50%
		R. equivocadas	5	42%	1	8%
		N.R	3	25%	1	8%

Fuente: Creación propia

Al someter estos resultados a prueba estadística, esta arroja que la diferencia en el porcentaje de estudiantes que dan respuestas acertadas es estadísticamente significativa, puesto que el valor para $p = 0,0285 < \alpha$ y por esto se deduce que la aplicación de la secuencia didáctica ha generado movilización de saberes en los estudiantes con respecto a esta cuestión.

Pregunta N° 7. ¿Qué relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos?

Tabla 7 Respuestas a pregunta No. 7

PREGUNTA		TIPO RESPUESTA				
		Clasificación de las respuestas dadas	Evaluación inicial		Evaluación final	
			Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
7	Que relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos	R. acertadas	0	0%	4	33%
		R. imprecisas	2	17%	5	42%
		R. equivocadas	3	25%	2	17%
		N.R	7	58%	1	8%

Fuente: Creación propia

Los resultados obtenidos para esta pregunta también permiten ver un cambio positivo entre las respuestas dadas al inicio del trabajo y las respuestas dadas al final, pues los estudiantes pasan de un 0% de respuestas acertadas en la primera evaluación, a un 33%. Al hacer el análisis estadístico para esta pregunta, encontramos que la diferencia es significativa pues el valor que se obtiene para $p = 0,0285 < \alpha$. Esto conduce a afirmar que hay alto grado de movilización de saberes, puesto que los estudiantes logran relacionar conceptos para dar sus respuestas.

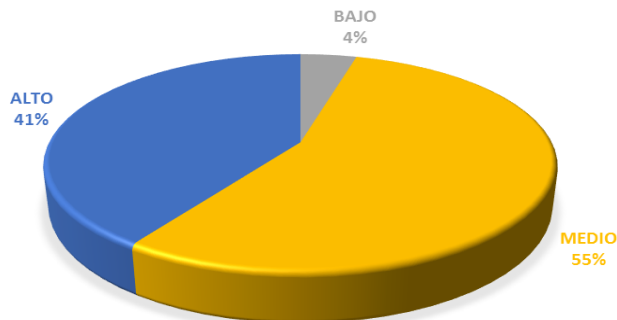
Al analizar los cambios presentados con respecto a las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas 5, 6 y 7, se infiere que el notable progreso se produjo muy posiblemente por las actividades implementadas durante la sesión 5 (ver secuencia didáctica), donde debían movilizar los saberes adquiridos para reconstruir el proceso de síntesis de proteínas del gusano hipotético *Hurideles elegans*, donde necesitaban además, hacer uso del código genético para poder llegar a definir las características fisionómicas de este. Esto los condujo a visualizar la relación existente entre Ácidos nucleicos, código genético, aminoácidos y proteínas; lo cual permitió finalmente, una mejor elaboración de las respuestas dadas.

Adicionalmente, es importante considerar el avance que mostraron los estudiantes en cuanto a la explicación de la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas, al exponer de manera oral frente al grupo, todo el proceso desde la duplicación del ADN, hasta que logran elaborarse las secuencias de aminoácidos que finalmente conforman las proteínas, teniendo en cuenta las enzimas que participan en cada uno de los procesos.

Si bien es cierto que en la evaluación diagnóstica vimos que no lograron construir respuestas acertadas cuando se les averiguó lo que sabían sobre este proceso; al final del trabajo un porcentaje considerable (41%) de los estudiantes pudo demostrar mediante dicha exposición, que sí lograron interiorizar y comprender el proceso de manera clara, mientras que un 55% de ellos lograron comprender y explicar de manera parcial el proceso y tan solo un 4%, no logró explicar la síntesis de proteínas y la conformación de los ácidos nucleicos. Los resultados obtenidos en esta actividad se presentan en el gráfico N° 1.

Gráfico 1 Resultados de la exposición oral

**NIVEL DE EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LOS
ACIDOS NUCLEICOS Y DEL PROCESO DE SINTESIS DE
PROTEINAS**



Fuente: Creación propia

De acuerdo con los resultados obtenidos para cada una de las preguntas enunciadas en las dos pruebas y en la exposición final, se puede afirmar que la implementación de la secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la síntesis de proteínas tuvo una incidencia positiva en cuanto a la movilización de saberes para la explicación de fenómenos, dado que la diferencia fue significativa en las respuestas dadas por los estudiantes para la mayoría de las preguntas (71,4%). Además, en la explicación oral que hicieron los estudiantes acerca de este proceso, se pudo apreciar un mayor dominio del tema y un mejor desenvolvimiento en general de los estudiantes.

Capítulo 5. Organización de la secuencia didáctica

Para dar respuesta a la pregunta que direcciona el trabajo de investigación, se diseña la secuencia didáctica que se describe a continuación, basada en el modelo empleado por el centro de desarrollo en educación (Education Development Center; INC. EDC) para la construcción del módulo “sistemas del cuerpo humano” de INSIGHTS cuyo investigador principal es la científica Karen Worth.

La secuencia didáctica de acuerdo con el modelo expuesto está estructurada en un formato como el que se describe en el cuadro N°6.

Estrategias de enseñanza

El papel del docente es fundamental al facilitar la exploración y el aprendizaje de los estudiantes. Para el desarrollo de su trabajo, los estudiantes requieren orientación y estímulo y por tanto el profesor debe estar preparado para: modelar el aprendizaje al tiempo que se involucra en el trabajo con los estudiantes, estimular la investigación generando inquietud en ellos mediante preguntas y comentarios, estructurar el trabajo en grupo dando orientaciones acerca de cómo se realiza este de manera eficiente y efectiva, y considerando las diferencias de los estudiantes en cuanto a formas, ritmos de aprendizajes y desarrollo de habilidades.

El modelo de secuencia diseñado por la doctora Worth y aplicada en esta experiencia de aprendizaje, cuenta con un esquema enseñanza-aprendizaje dividido en cuatro fases principales en las cuales están definidos los roles de los estudiantes y el docente tal como se presenta en los cuadros N° 7, 8, 9 y 10.

Cuadro 5 Descripción de la secuencia didáctica

ESTRUCTURA DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA								
Descripción general	Cuadro de Metas, Expectativas y Evidencias	Tiempo sugerido	Términos Científicos	Materiales:	Preparación preliminar	Secuencia de enseñanza	Ideas de extensión	Evaluando el trabajo
Resume el trabajo realizado por los estudiantes durante el desarrollo de la secuencia.	En este se proporciona un listado de conceptos científicos y habilidades abordadas en la experiencia de aprendizaje, las expectativas de desempeño de los estudiantes y los instrumentos empleados para evidenciar el aprendizaje alcanzado.	Es el tiempo que se empleará para el desarrollo de cada una de las actividades planeadas.	Hace referencia a los términos clave que los estudiantes aprenderán durante el desarrollo de la secuencia. No todas las palabras empleadas aparecen acá, pues solo se listan los términos principales.	Se presenta el listado de materiales necesarios para el desarrollo de la secuencia de aprendizaje.	Define el trabajo que debe hacer el docente antes de iniciar el desarrollo de la secuencia didáctica con el objetivo de organizar los materiales, espacios e indicaciones necesarias para tal fin.	Proporciona información detallada para el desarrollo de las tres primeras fases del proceso de enseñanza-aprendizaje: Como empezar, explorando y des cubriendo, y reflexionando sobre la experiencia	En esta fase, los estudiantes contrastan sus nuevas ideas con las que tenían previamente y relacionan su aprendizaje con experiencias de la vida cotidiana. Esta sección ofrece ideas para trabajo en casa y formas de ampliar y aplicar sus aprendizajes fuera del salón de clase	En esta etapa se hace una evaluación de los logros alcanzados por los estudiantes, el desarrollo de la competencia planteada al inicio de la secuencia didáctica y la metodología empleada a lo largo de la experiencia de aprendizaje.

Fuente: Creación propia

Cuadro 6 Fase I. Como empezar

Fase I. Como empezar	
DOCENTE	ESTUDIANTES
Averigua acerca del conocimiento y la comprensión actuales	Comparten ideas
Motiva y estimula	Hacen preguntas
Establece roles y plantea problemas	Hacen conexiones con experiencias previas
	Establecen metas

Fuente: Modulo sistemas del cuerpo humano INSIGHTS 6 An Elementary Hands - On Inquiry Science Curriculum

En esta primera fase inicia la participación del estudiante mediante discusiones con el docente y con sus compañeros, se puede evaluar los conocimientos previos de los estudiantes en este momento al generar una atmósfera en la cual ellos se sientan en la libertad de participar expresando sus ideas y haciendo preguntas sin miedo a equivocarse.

En la segunda fase, los estudiantes trabajan directamente con los materiales científicos, usando sus habilidades de observación e indagación para explorar fenómenos. Es necesario dedicar tiempo suficiente para que los estudiantes puedan explorar y aprender a trabajar en grupos pequeños donde tienen la oportunidad de intercambiar ideas, compartir tareas y estrategias y preparar sus reportes para presentar en clase.

Cuadro 7 Fase II. Explorar y descubrir

Fase II. Explorar y discutir		
DOCENTE	ESTUDIANTES	GRUPOS COOPERATIVOS
Observa	Exploran y observan	Trabajan de forma cooperativa
Facilita	Hacen preguntas, Hacen mediciones	Discuten ideas
Media	Diseñan y conducen investigaciones	Dividen y comparten tareas
Evalúa	Recolectan, organizan y analizan datos	Preparan reportes

Fuente: Modulo sistemas del cuerpo humano INSIGHTS 6 An Elementary Hands- On Inquiry Science Curriculum

Durante la tercera fase los estudiantes se reúnen para discutir lo que han observado y experimentado. La discusión se enfoca en ayudar a los estudiantes a identificar y articular los conceptos científicos. El profesor debe actuar como líder, guiando a los estudiantes para que aclaren ideas, organicen sus pensamientos, comparen diferentes soluciones analicen e interpreten resultados y construyan sus explicaciones.

Cuadro 8 Fase III. Reflexionar sobre el significado

FASE 3. REFLEXIONAR SOBRE EL SIGNIFICADO	
DOCENTE	ESTUDIANTES
Cuestiona	Piensen críticamente acerca de la evidencia
Guía a los estudiantes	Consideran explicaciones alternativas
Establece roles y plantea problemas	Desarrollan explicaciones y conclusiones lógicas
Evalúa la comprensión de los estudiantes	Participan en argumentaciones
	Comunican observaciones, ideas y conceptos
	Construyen sus propias explicaciones

Fuente: Modulo sistemas del cuerpo humano INSIGHTS 6 An Elementary Hands - On Inquiry Science Curriculum

En la última fase, los estudiantes relacionan sus ideas previas con las nuevas ideas y asocian su aprendizaje con la vida cotidiana.

Cuadro 9 Fase IV. Ideas de extensión

FASE 4. IDEAS DE EXTENSIÓN	
DOCENTE	ESTUDIANTES
Facilita	Usan el conocimiento para resolver problemas
Evalúa la comprensión de los estudiantes	Amplian el conocimiento a situaciones análogas
	Reconocen aplicaciones de las ideas científicas en la vida diaria
	Plantean nuevas preguntas

Fuente: Modulo sistemas del cuerpo humano INSIGHTS 6 An Elementary Hands - On Inquiry Science Curriculum

Evaluación:

La evaluación es una parte fundamental en el proceso de enseñanza- aprendizaje y debe hacerse de manera permanente y continua, puesto que proporciona información sobre el nivel de comprensión de los estudiantes acerca de los conceptos científicos y de las habilidades para indagar y construir sus explicaciones; a partir de ella se hacen los ajustes necesarios y además proporciona la información sobre el progreso logrado por ellos.

Con el fin de lograr la realización de una evaluación continua, se diseñaron fichas para la evaluación de ideas previas al inicio de la secuencia didáctica, fichas en las cuales se pudiera evidenciar el trabajo realizado por los estudiantes en cada actividad desarrollada, bien fuera de carácter individual o grupal, fichas de evaluación final de los conocimientos adquiridos, y ficha acerca de la evaluación general del trabajo desarrollado durante todo el proceso de implementación de la secuencia didáctica. Además, se tuvo en cuenta la rejilla de observación de clase y rejilla general de evaluación individual y grupal del trabajo realizado por los estudiantes.

A continuación, se mostrará de forma detallada la secuencia didáctica diseñada, aplicada y evaluada en este trabajo con el grupo 9-1 de la institución educativa técnica industrial España del municipio de Jamundí con el fin de comprobar si las secuencias didácticas para la enseñanza de la

biología promueven aprendizajes y movilizan las capacidades de saber en el orden de la explicación de fenómenos en cuanto al proceso de síntesis de proteínas, en los estudiantes.

DESCRIPCIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Descripción General: La síntesis de proteínas es uno de los procesos del dogma central de la biología celular, que puede resultar muy complejo en la enseñanza de las ciencias naturales. Este proceso fundamental en los organismos eucariotas, se lleva a cabo a nivel celular para producir las proteínas que son las encargadas de casi todas las funciones celulares, dado que cumplen con funciones enzimáticas, estructurales, hormonales, reguladoras, transportadoras, entre otras.

En el desarrollo de esta secuencia didáctica los estudiantes logran comprender los mecanismos mediante los cuales la célula consigue sintetizar las proteínas a partir de la información contenida en el ADN (ácido desoxirribonucleico) y con la ayuda del ARN (ácido ribonucleico). Para tal fin deberán trabajar de manera colaborativa en grupos de cuatro estudiantes, quienes construirán la explicación del proceso de la síntesis de proteínas con la ayuda de las actividades planteadas a lo largo de la secuencia didáctica.

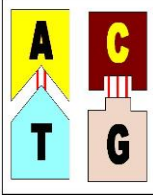
Criterios de evaluación

METAS	EXPECTATIVAS	EVIDENCIA
<p>Conceptos científicos: Los estudiantes comprenden que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La síntesis de proteínas es un proceso fundamental para la producción de las moléculas orgánicas encargadas de regular gran parte de las funciones celulares, la cual se da a partir de la información genética contenida en el ADN presente en el núcleo celular, que es copiada por el ARNm y llevada hacia el citoplasma donde con la 	<p>Los estudiantes que alcancen los estándares de aprendizaje podrán:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar la forma como las secuencias de ADN son copiadas en el núcleo celular para luego ser transcritas y traducidas para formar las cadenas de aminoácidos responsables de la síntesis de proteínas. • Interpretar el lenguaje del código genético para construir cadenas de aminoácidos a partir de secuencias de ADN y 	<p>Las evidencias de aprendizaje están dadas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fichas de trabajo grupal e individual • Discusiones en clase • Construcción de secuencias de aminoácidos • Reconstrucción de proceso de síntesis de proteínas para un ejemplo dado • Exposición de trabajo en clase

<p>ayuda del ARNt y el ARNr se logra finalizar la síntesis de proteínas.</p> <ul style="list-style-type: none"> El código genético es el lenguaje de los genes y nos ayuda a comprender como se realiza el proceso de la síntesis de proteínas en el citoplasma celular a partir de la información contenida en el ADN y cada triplete de bases nitrogenadas del ARNm corresponde a un aminoácido. 	reconstruir procesos de síntesis de proteínas a partir de información suministrada.	
<p>Explicación de fenómenos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes desarrollaran habilidades para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos. 	<ul style="list-style-type: none"> Construyen explicaciones de manera crítica, analítica y coherente acerca del proceso de síntesis de proteínas, a partir de las actividades propuestas. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicación del proceso de síntesis de proteínas a partir de la construcción de una secuencia de aminoácidos.

<p>Tiempo sugerido 11 horas divididas en 5 sesiones de 2 horas cada una y una sesión final de 1 hora</p>	<p>Preparación previa Se preparan las fichas de trabajo que se emplearan para el desarrollo de cada sesión. Se conforman grupos de trabajo de cuatro estudiantes para el desarrollo de la secuencia didáctica y se les explica que cada integrante del grupo deberá cumplir una función específica dentro de este, para lo cual deberán nombrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Investigador principal</i>: Estudiante que dirige el trabajo del grupo, se asegura de que todas las tareas sean completadas y ayuda a cada miembro del grupo a cumplir con las responsabilidades de su papel. <i>Secretario</i>: Estudiante que colecta y registra las ideas del grupo <i>Responsable de materiales</i>: Estudiante que supervisa la recolección y organización de los materiales <i>Vocero</i>: Estudiante que presenta los resultados del grupo a toda la clase
<p>Términos científicos -ADN -ARN -Codones -Anticodones -Tripletas -Aminoácidos -Nucleótidos -Polipéptido -Proteínas -Sistema de traducción -Sistema de transcripción -Código genético</p>	<p>También se les aclara que los grupos conformados deberán mantenerse a lo largo del desarrollo de la secuencia didáctica y que los miembros deberán ir cambiando sus funciones en cada actividad, para que de este modo todos tengan la oportunidad de asumir los diferentes roles.</p> <p>Secuencia de Enseñanza Fase 1: Cómo empezar Sesión 1 ✓ Evaluación de las ideas previas de los estudiantes acerca de la síntesis de proteínas.</p> <p>Se inicia una conversación con los estudiantes acerca de la importancia del núcleo y la información genética contenida en él, la existencia de los ácidos nucleicos y la función que</p>

<p>Materiales por grupo</p> <p>1 Computador portátil Cuadernos Guía</p> <p>Para la sesión cuatro</p> <p>1 Pliego de papel bond 2 octavos de cartulina roja 2 octavos de cartulina verde 2 octavos de cartulina amarilla 2 octavos de cartulina naranja Tijeras Pegante, Marcador Hojas de block 1 octavo de cartulina blanca Lápiz Regla Borrador Colores</p> <p>Con los octavos de cartulina de colores los estudiantes harán fichas que representen las bases nitrogenadas, para el trabajo que se llevará a cabo durante la sesión 4.</p> <p>Estas fichas deben elaborarse en sus casas con el fin de optimizar el tiempo de</p>	<p>cumplen estos; durante la conversación se motiva a los estudiantes para que participen dando sus opiniones y aportando los conceptos que tienen acerca del tema en cuestión.</p> <p>Se pide a los alumnos que se reúnan en grupos de cuatro personas para discutir y resolver el siguiente cuestionario, en un lapso de 30 minutos, al cabo de los cuales será socializado</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Que son las proteínas? _____ 2. Menciona el nombre de tres proteínas _____ 3. ¿Qué función cumplen las proteínas? _____ 4. ¿Cómo se elaboran las proteínas? _____ 5. ¿Qué relación existe entre las proteínas y el ADN? _____ 6. ¿Qué es el código genético? _____ 7. ¿Qué relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos? _____ <p>Fase 2: Explorar y descubrir Sesión 2</p> <p>✓ Después de solucionar el cuestionario los estudiantes observarán 6 videos acerca de la síntesis de proteínas, los cuales se proyectarán mediante el empleo de videobeam y computador portátil.</p> <p>https://youtu.be/0lfxPjYozqU; https://youtu.be/Vx-HM_gzndE https://youtu.be/o6lXg7RPgS8 https://youtu.be/4M-mJyR8pLM https://youtu.be/8CkTYOK8aJA https://youtu.be/M6znDsFFZG4</p> <p>De estos videos deberán tomar apuntes para llenar la siguiente lista de chequeo:</p> <table border="1" data-bbox="391 1423 1409 1864"> <thead> <tr> <th>Preguntas</th> <th>Respuestas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Como están compuestos el ADN y el ARN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>En qué se diferencian el ADN y el ARN</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Función del ARNm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Función del ARNt</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Función del ARNr</td> <td></td> </tr> <tr> <td>En qué lugar se lleva a cabo la transcripción</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Donde ocurre la traducción y el ensamble de las proteínas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Como es el proceso de acople de los aminoácidos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cuántas proteínas puede producir una célula</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Preguntas	Respuestas	Como están compuestos el ADN y el ARN		En qué se diferencian el ADN y el ARN		Función del ARNm		Función del ARNt		Función del ARNr		En qué lugar se lleva a cabo la transcripción		Donde ocurre la traducción y el ensamble de las proteínas		Como es el proceso de acople de los aminoácidos		Cuántas proteínas puede producir una célula	
Preguntas	Respuestas																				
Como están compuestos el ADN y el ARN																					
En qué se diferencian el ADN y el ARN																					
Función del ARNm																					
Función del ARNt																					
Función del ARNr																					
En qué lugar se lleva a cabo la transcripción																					
Donde ocurre la traducción y el ensamble de las proteínas																					
Como es el proceso de acople de los aminoácidos																					
Cuántas proteínas puede producir una célula																					

<p>trabajo en clase. Para tal fin se dan las siguientes indicaciones:</p>	Donde se encuentra el código genético	
	Como se pasa el código genético a los ribosomas	
	Cuáles son las bases del código genético	
	Que son los aminoácidos	
	Que son las proteínas	
	Cuál es la función o funciones de las proteínas	
	<p>Al finalizar los videos, cada grupo hace entrega de su lista de chequeo y se les pide que salgan al patio, en frente del salón de clases para hacer una simulación acerca de cómo están organizados y unidos los nucleótidos para formar las secuencias de ADN y ARN; para esta actividad se conforman grupos de 3 personas y cada participante asume un rol, un estudiante representa la base nitrogenada, otro el grupo fosfato y el tercero representa la pentosa. Seguidamente se unen tomándose de las manos de tal forma que puedan representar los nucleótidos unidos en cadenas, al mismo tiempo que se va formando una hebra molde de ADN y una hebra complementaria.</p>	
<p>Con la cartulina amarilla construir el molde de la Alanina (A), Con la cartulina verde hacer el molde de la Timina (T), con la cartulina roja el molde de la guanina (G) y con la cartulina naranja el molde de la Citosina (C) empleando las formas que aparecen en la figura.</p> <p>Las fichas deberán tener 4cm de largo por dos centímetros de ancho</p> <p>Se recomienda cortar primero los rectángulos y luego diseñar y recortar las figuras en ellos.</p>	<p>Fase 4: Ideas de Extensión</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hace entrega del documento en el cual se encuentra consignada la información referente a la síntesis de proteínas y se explica a los estudiantes que deben leerlo en casa de manera crítica y formular preguntas acerca de las ideas que no les sean claras, para luego resolver las dudas durante la clase, en la sesión 3 ✓ Con el fin de afianzar conocimientos, los estudiantes deberán también observar otros videos y copiar los enlaces de los mismos para compartir con sus compañeros durante la clase. ✓ Los estudiantes deberán consultar sobre enfermedades causadas por deficiencias en el proceso de síntesis de proteínas <p>Sesión 3 Se construye un banco de preguntas generales a partir de las dudas que surgieron de las lecturas y videos observados por los estudiantes en sus casas. Para el desarrollo de esta actividad es muy importante hacer un buen manejo del tiempo, por tanto, se indicará a los estudiantes el límite de tiempo para cada tarea. La metodología a seguir para tal fin se cita a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cada grupo deberá revisar y discutir todas las preguntas que tienen sus integrantes tratando de dar respuestas a ellas y finalmente elegirán 1 pregunta (la que más se les dificultó responder) para ser formulada a los demás grupos de trabajo. (20 minutos) 2. Se apunta en el tablero la pregunta de cada grupo para que los otros grupos construyan la respuesta (15 minutos) 3. En plenaria, cada grupo deberá leer las respuestas que dio a cada pregunta lanzada por los demás grupos. (60 minutos) 4. La docente toma nota de posibles ideas erróneas para luego hacer aclaraciones sobre conceptos y posibles errores de las respuestas dadas y se orienta así para que los estudiantes reconstruyan sus respuestas en caso de que sea necesario. (25 minutos) <p>Fase 3: Reflexionar sobre el significado</p> <p>Sesión 4</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se entrega a cada grupo la secuencia de ADN a partir de la cual cada grupo explicará el proceso de síntesis de proteínas. ✓ Los estudiantes construirán de forma representativa, la secuencia de ADN que se les suministró, empleando las fichas de cartulina de colores que se elaboraron previamente en la casa, con las recomendaciones dadas de tamaño, forma y color. ✓ Elaboraran también la secuencia de ARN correspondiente a esa secuencia de ADN y la secuencia de aminoácidos que codifican para dichas secuencias (transcripción y traducción), para este fin se proporciona copia del código genético en la hoja de trabajo. 	

Con el papel bond deberán cortar tiras de 2cm de ancho.

- ✓ Se pasará continuamente por cada grupo de trabajo para recalcarles sobre la importancia de que tengan claridad acerca de lo que representan cada uno de los materiales empleados en la construcción de las secuencias, el proceso que se lleva a cabo en cada paso para la síntesis de proteínas y las estructuras celulares que participan en cada paso del proceso.
- ✓ Al finalizar la actividad cada grupo deberá exponer su trabajo y explicar de manera clara todo el proceso que se efectúa hasta hallar la secuencia de aminoácidos en términos de bases nitrogenadas, codones, ácidos nucleicos, formación de polipéptidos y como estas cadenas de aminoácidos formarán luego las proteínas.

Sesión 5

Los estudiantes deberán realizar la siguiente actividad en grupo durante la clase, con el fin de visualizar la aplicación de lo visto hasta el momento, en la vida real.

Reconstruye el proceso de síntesis de proteínas del gusano hipotético *Hurideles elegans* de acuerdo con la información suministrada en las siguientes tablas, completa las tablas de datos que aparecen a continuación y determina la característica correspondiente a cada gen del gusano. Finalmente haz un dibujo de este en un octavo de cartulina blanca.

Triplete ARNt	Aminoácido
ACC	20
AGC	16
CGA	2
AAC	4
CGC	3
GGG	5
AGG	7
AAA	8
UUU	9
GGU	12
UAU	13
CCC	1
AUC	6
CUA	10
GGA	11

Secuencia de aminoácidos	Características
20-11-13	SIN CILIOS
20-12-13	CON CILIOS
20-21-21	CUERPO REDONDEADO
13-14-15	CUERPO ALARGADO
16-2	CUATRO OCELOS
12-7-8-1	APARATO BUCAL LARGO
5-7-8-1	APARATO BUCAL CORTO
9-8	CUERPO SIN PUNTOS
9-4	CUERPO CON PUNTOS
11-3-2	DERMIS AZUL
11-3-3	DERMIS NARANJA
6-6-10	MACHO
6-6-14	HEMBRA

Gen A

1. ADN ACC GGT TAT
 RNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen B

2. ADN AGC CGA
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen C

3. ADN TTT AAC
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen D

4. ADN GGA CGC CGA
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen F

5. ADN ATC ATC

CTA

ARNm _____

ARNt _____

Secuencia del aminoácido

Característica

Gen E

6. ADN GGG AGG AAA CCC

ARNm _____

ARNt _____

Secuencia del aminoácido

Característica

Fase 5. Evaluando el trabajo

Sesión 6

Se hace entrega de dos fichas de evaluación a cada grupo de estudiantes:

- Ficha de evaluación de aprendizajes: consta de siete preguntas mediante las cuales se pretende evaluar el avance logrado por los estudiantes, en cuanto al proceso de síntesis de proteínas; con el desarrollo de la secuencia didáctica.
- Ficha de evaluación del trabajo: En esta ficha los estudiantes darán su opinión acerca de: logro de objetivos, como les pareció la experiencia, lo que les gustó del trabajo realizado y los aspectos a mejorar; a la vez que harán una autoevaluación de su trabajo personal.

Para desarrollar la ficha de evaluación de aprendizaje, los estudiantes contarán con un tiempo de 20 minutos.

Para la ficha de evaluación de trabajo, tendrán 15 minutos para responder y 20 minutos para socializar en mesa redonda.

I. Cada grupo debe responder el siguiente cuestionario con el fin de visualizar los avances obtenidos en cuanto al proceso de síntesis de proteínas:

1. ¿Qué son las proteínas?

2. Menciona el nombre de tres proteínas

3. ¿Qué función cumplen las proteínas?

4. ¿Cómo se elaboran las proteínas?

5. ¿Qué relación existe entre las proteínas y el ADN?

6. ¿Qué es el código genético?

7. ¿Qué relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos?

II. Cada grupo deberá responder el siguiente cuestionario. Se pide que para el desarrollo de este sean lo más objetivos posible:

Calificar en una escala de 1 a 5 las preguntas que se enuncian a continuación, teniendo en cuenta que 1 es la calificación más baja y 5 la más alta.

1. ¿Te parece que se lograron los objetivos planteados al inicio de la secuencia didáctica?

2. ¿Las actividades planteadas fueron claras? _____
3. ¿La docente contribuyó para que el logro de los objetivos fuese posible? _____
4. ¿Piensas que el trabajo en grupo contribuyó de manera positiva al logro de los objetivos?

5. ¿Te parece que se debe seguir implementando esta metodología de trabajo? _____
6. ¿Cómo calificarías tu trabajo, dedicación y participación durante el desarrollo de la secuencia didáctica? _____
7. ¿Crees que hubo aspectos negativos que ameritan mejorarse para una próxima experiencia?

Menciónalos _____

8. ¿Crees que hay aspectos positivos que merecen mencionarse para seguirlos implementando?

Menciónalos _____

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se pretende concluir si finalmente se han logrado los objetivos planteados al inicio del trabajo, mediante la implementación de la secuencia didáctica y plantear las respectivas recomendaciones que podrían tenerse en cuenta para futuras investigaciones al respecto.

6.1 Conclusiones

A través del diseño, implementación y evaluación de la secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la síntesis de proteínas, se concluye que:

Los resultados de la prueba diagnóstica permiten afirmar que los estudiantes manejan conceptos científicos aislados y no reconocen las estructuras celulares, ni sus funciones. Esto se convierte en un obstáculo a la hora de movilizar saberes para la precisión de sus respuestas.

Con respecto a la síntesis de proteínas, la prueba diagnóstica condujo a determinar que algunos estudiantes no la visualizan como un proceso que se lleva a cabo a nivel celular, sino que la relacionan con un proceso digestivo. Esto se debe posiblemente a que relacionan las proteínas con los alimentos formadores y no las imaginan como moléculas.

El diseño e implementación de la secuencia didáctica, permitieron la movilización de saberes que llevaron a la participación activa de los estudiantes en el aula, ayudándoles a mejorar en el reconocimiento de las estructuras y funciones celulares, y en la cohesión de los conceptos científicos. Esto los condujo a mejorar la explicación de fenómenos relacionados con la síntesis de proteínas y la precisión de sus respuestas.

La aplicación de la secuencia didáctica, ayudó de manera notable a promover la movilización de saberes que mejoraron significativamente las explicaciones dadas por los estudiantes a fenómenos relacionados con la síntesis de proteínas. Esto se comprueba al analizar los cambios que tuvieron las respuestas obtenidas antes y después de su aplicación.

Las preguntas cuatro, seis y siete fueron las que mostraron los mayores avances en los estudiantes en cuanto a la elaboración de sus respuestas. Este resultado se debe a que se hizo más énfasis en el proceso que en su naturaleza; logrando de este modo, movilizar los saberes principalmente hacia la explicación del proceso de síntesis de proteínas. Lo anterior confirma que efectivamente los estudiantes movilizaron sus saberes para explicar fenómenos tal como se había propuesto al inicio de la investigación.

Durante la evaluación de la secuencia didáctica, los estudiantes manifestaron sentir un alto grado de satisfacción con el trabajo desarrollado, argumentando que les gustó la experiencia de tener que investigar, reflexionar y ser ellos mismos quienes dieran respuestas a sus preguntas.

Las actividades dinámicas que requieren trabajo colaborativo además del uso de videos y actividades lúdicas, conllevan a que el estudiante se involucre en su proceso de formación y adquisición de saberes, movilizándolos e incidiendo positivamente en el avance de su aprendizaje. Esto pudo comprobarse en algunas actividades programadas en la secuencia didáctica como: la simulación de una cadena humana de ADN que se llevó a cabo con los estudiantes en el patio del colegio, la reconstrucción del proceso de síntesis de proteínas del gusano hipotético *Hurydeles elegans* y la síntesis de proteínas representada con fichas de cartulina a partir de una hebra de ADN.

6.2 Recomendaciones

Con base en la experiencia del diseño, aplicación y evaluación de la secuencia didáctica surgen las siguientes recomendaciones:

Los maestros deben brindarse la oportunidad de implementar nuevas estrategias metodológicas en su quehacer docente, con el fin de propiciar aprendizajes más significativos en sus estudiantes, pues no se puede desconocer que los métodos tradicionales cada vez son menos atractivos para ellos y se convierten en un obstáculo para el logro de los aprendizajes.

La implementación de secuencias didácticas para el aprendizaje, son una estrategia metodológica que debe institucionalizarse dado que permiten la adquisición de saberes más significativos por parte de los estudiantes. Pues estos se involucran en el proceso y, por tanto, pasan de unos momentos monótonos y aburridos, a otros, por el contrario, atractivos y dinámicos para ellos.

Las instituciones educativas deben generar espacios y recursos necesarios para la cualificación de sus docentes en cuanto a la elaboración e implementación de secuencias didácticas; pues es desconocida por muchos docentes, aunque no es una estrategia metodológica nueva

Bibliografía

- Adúriz, B. A. & Izquierdo, M. (2002). *Acerca de la Didáctica de las ciencias como disciplina autónoma*. En: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. Vol 1 N° 3.
- Astudillo T. C., Rivarosa, S. A., Ortiz, F (2014). *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*. Universidad Nacional de Río Cuarto Argentina. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Vol. 53(1), pp. 130-144.
- Ausubel, D.P. & D, N. J. (2005). *Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- Ausubel D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Recuperado de <http://www.educainformatica.com.ar/docentes/tuarticulo/educacion/Ausubel/index.html>
- Baquero R. (1997). *Vigotsky y el aprendizaje escolar*. Aique grupo editor S.A. Argentina
- Barbarin, A. (2013). *Unidad didáctica: El ADN, la herencia biológica. Un aprendizaje significativo*. Tesis de Maestría. Universidad pública de Navarra. España.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. En: Revista Educación química. 15(3). P 210-217.
- Bermúdez, S. L. (2012). La necesidad de lograr el cambio paradigmático en los docentes. En: Revista ciencia y poder aéreo. Vol 7 N° 1. Pag 74-77.
- Bobadilla, A (2005) Recursos del curso de Genética, Universidad Autónoma de Barcelona. En: [http://bioinformatica.uab.es/base/base.asp?sitio=cursogenetica&anar=la genetica&item=breve 5](http://bioinformatica.uab.es/base/base.asp?sitio=cursogenetica&anar=la%20genetica&item=breve%205). Consultado en Marzo de 2017.

- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. 1ª Ed. Libros del Zorzal. Buenos aires. 128p.
- Cabrera, B. &Mazzarella, C. (2001). *Vigotsky: Enfoque sociocultural*. Ed. Educere. Pp 41-44.
- Camilloni, A. et. Al. (2008). *Corrientes didácticas contemporáneas*. 1ª edic. 8ª reimpr. Ed. Paidós. Buenos aires. pp17-39.
- Carretero, M. (1997). *Constructivismo y educación*. Ed. Progreso, S.A. de C.V. México.161p.
- Carretero, M. (1997) *¿Qué es el constructivismo? Desarrollo cognitivo y aprendizaje*”. Ed. Progreso. México. pp. 39-71.
- Caye, K. (1986). *La vida social y mental del bebé*. Editorial Paidos. Barcelona. 328p.
- CEA (1996). *Manual de microenseñanza. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo*. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. consultado en: <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/>. Febrero de 2017. Monterrey.
- Chavarría, J. (2006). *Teoría de las situaciones didácticas*. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática. Año 1. N° 2. Transcripción de conferencia.
- Coll, C. (1988). *Significado y sentido en el aprendizaje escolar*. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. En: *Infancia y aprendizaje*. N°41 (131-142).
- Compiani, M. (1998). *Ideas previas y construcción de conocimiento en el aula*. En: *Enseñanza de las ciencias de la tierra*. Vol 6 N°2 (145-153).

- Delgado, N. 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.
- Díaz, B.A. (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. UNAM. México.
- Díaz, B.A. (2013). *Secuencias de aprendizaje ¿un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas?* En: Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado. Vol 17 N°3.
- Díaz, B. F. & Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Ed. Mac Graw Hill. México.
- Encisco Galindo, S. I. & García Martínez, A. (2006). *El diseño de unidades didácticas transversales como estrategia para el cambio didáctico y el aprendizaje significativo de las ciencias experimentales*. IED los comuneros Oswaldo Guayasamin y universidad distrital Francisco José de Caldas. IIEC, volumen 1, No 1, 44-50.
- Freeman, S. (2009). *Biología*. Tercera edición. Pearson Educación. S.A. Madrid. 1390 p.
- García, M. A. (2004) *Las actividades problémicas de aula, ACPA, como unidades didácticas que vinculan la historia de las ciencias en el trabajo de aula*. VI Congreso Latinoamericano de Historia de las Ciencias. Buenos Aires.
- Giraldo, O. G.014). *Enseñanza- aprendizaje del concepto de síntesis de proteínas en educación secundaria rural*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.
- González, J.F. (1990). *Sobre la fundamentación y el valor de la Didáctica*. En: Revista Complutense de Educación. Vol, 1 (2)-241-266. Edit. Univ. Complutense. Madrid.

- González, Z. H. (2001). *Cartilla docente “La evaluación de los estudiantes en un proceso de aprendizaje activo”*. Universidad Icesi. Cali. pp 30-32.
- Gutiérrez, R. (1987). *Psicología y aprendizaje de las ciencias*. El modelo de Ausubel. *Revista enseñanza de las ciencias*. 5 (2). pp 118- 128.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. & Baptista; L. P. (2004). *Metodologías de la investigación*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México.
- Herrera, A. R. (2008). *La teoría del aprendizaje de Vigotsky*. Ensayo. En: [http://innovemos.wordpress.com/2008/02/16 la-teoria-del-aprendizaje-de-Vogotsky](http://innovemos.wordpress.com/2008/02/16-la-teoria-del-aprendizaje-de-Vogotsky). Recuperado en marzo 23 de 2016.
- ICFES (2007). *Fundamentación conceptual área de ciencias naturales*. Grupo de procesos Ed. ICFES. Bogotá. 105p.
- Iturriago, A. V. (2013). *Implementación de las tics en la enseñanza de los ácidos nucleicos en los estudiantes de grado 10-3 de la institución educativa José Miguel de Restrepo y Puerta*. Tesis de Maestría Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Klug, W.S., Cummings, M.R., Spencer, C.A., Palladino, M.A. (2013). *Conceptos de genética*. Décima edición. Editorial Pearson educación, S.A. Madrid. pp 260-405
- Labinowicz, (1980). *Introducción a Piaget. Pensamiento, aprendizaje, enseñanza*. Versión en español de Humberto López Pineda. México. 309 p.
- Lafrancesco, V. (1995). *Didáctica de la Biología: aportes a su desarrollo*. Cooperativa editorial magisterio. Bogotá. 164p.

- Laurent, L. Ma. G. (2014). *Orientación general acerca de la evaluación formativa y el examen de preguntas abiertas*. Capítulo 4 del libro Examen de preguntas abiertas. Orientación para su elaboración. México. p 47-60.
- Le Boterf, G. (1994). *De la competence. Essai sur un attracteur étrange*. París, Les edition d'organisation.
- Levine, D.M. & Krehbiel, T.C. (2006). *Estadística para administración*. 4 ed. Prentice Hall. México.
- Llorens, J.A; De Jaime, Ma.C; Llopis, R. (1989) *La función del lenguaje en un enfoque constructivista del aprendizaje de las ciencias*. En: Revista enseñanza de las ciencias. 7(2) p 111-119.
- Mallart, J. (2001). *Didáctica: Concepto, objeto y finalidad*. Cap 1. Didáctica general para psicopedagogos. UNED. España. pp 25-60.
- Obaya, V. A., Ponce, P. R. (2007). *La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas*. En: ContactoS 63, 19–25.
- Ortiz, T. E. (2006). *Las concepciones contemporáneas sobre el aprendizaje*. Revista pedagógica universitaria. Vol XI N° 5. 34p.
- Panizza, M (2005). *Conceptos básicos de la Teoría de Situaciones*. Extraído el 15 de mayo de 2012 de http://www.crecerysonreir.org/docs/matematicas_teorico.pdf.
- Perrenoud, P. (2008) *Construir las competencias, ¿es darle la espalda a los saberes?* Red U. Revista de Docencia Universitaria, número monográfico II “Formación centrada en competencias(II)”. Consultado (31, 05, 2016) en http://www.redu.m.es/Red_U/m2.

- Pruzzo, V.(2006). *La Didáctica: Su reconstrucción desde la historia*. En: Praxis educativa N° 10. P. 39-49.
- Rodríguez, G. Gregorio., Gil, F.J., García, J. J. (1996). *Introducción a la investigación cualitativa*. Primera parte. Ed. Aljibe. Granada (España).
- Rodríguez, M. (2011). *La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual*. En: Revista Electrónica de Investigación Innovación Educativa Socioeducativa. V. 3, n. 1. Pp 29-50.
- Roni, C.; Alfie, L.; Borches, E. (2012). *Entramar lectura, escritura y animaciones de youtube: Una secuencia didáctica sobre síntesis de proteínas*. III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. La Plata, Argentina. En Memoria Académica. Disponible en: http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3710.pdf.
- Rayas, J. (2002). *Ideas previas en niños y niñas de 5° grado de educación primaria y sus opiniones acerca de las actividades de aprendizaje*. México: Tesis UPN.
- Sadovsky, P., Alagia, H., Bressan, A. (2005). *Reflexiones teóricas para la educación matemática*. 1ª ed. Libros Zorzal. Buenos Aires. 128p.
- Seguí, M. (2011). *Estructura y propiedades de las proteínas*. En: http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/trabajo_matilde.pdf. consultado en febrero de 2017.
- Tacca, H. D. (2010) *La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica*. En revista Investigación Educativa. Vol. 14 N.º 26. pp 139-152.
- Tamayo, A. O. E. (1996). *Enseñanza de las ciencias: aspectos epistemológicos, pedagógicos y curriculares*. Universidad Autónoma de Manizales. Documento no publicado.

- Tamayo, A. O. E. (2001). *Nuevas perspectivas de la investigación en enseñanza de las ciencias*. Seminario: Nuevos paradigmas de la ciencia. Universidad Nacional. Manizales.
- Tamayo A., O. E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias*. Manizales.
- Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1986) “*Introducción: ir hacia la gente*”, en *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Ed. Paidós. México. pp 15-27
- Tobón, T. S. (2010). *Movilización de saberes y práctica metacognitiva*. En: *Formación integral y competencias*. Eco. Ediciones. Colombia. pp 211-238.
- Tobón, S., Pimienta, J., & García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. Ed. Pearson. México.
- Tryphon, A. y Vonéche, J. (2000). *Piaget-Vigotsky: La génesis social del pensamiento*. Editorial Paidós SAICF. Buenos Aires. pp 81- 82.
- Vasco Uribe, C.E (1990) *Algunas reflexiones sobre la pedagogía y la didáctica*”. Díaz y J. Muñoz (eds.). *Pedagogía, discurso y poder*. Corprodic. Bogotá. pp: 107-122.
- Vasco (2008). *Reflexiones sobre la didáctica escolar*. Entrevista por Luz marina Sierra Fajardo. *Revista el educador*. Agosto de 2008.
- Vasco Uribe, C.E., Martínez Boom, A. y Vasco Montoya, E. (2008). *Educación, pedagogía y didáctica. Una perspectiva epistemológica*. En G. Hoyos Vasquez (Ed.), *Filosofía de la educación (Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía, vo.l 29. pp.99-127)*. Madrid: Editorial Trotta-Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC.
- Vigotsky, L. S. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. Editorial científico-técnica. La Habana. pp 94.

Wadsworth, B. (1991) *Teoría de Piaget del desarrollo cognoscitivo y afectivo*. Diana, México

Worth, K. et al. (2009). *Módulo sistemas del cuerpo humano INSIGHTS – G- An elementary Hands On Inquiry Science Curriculum*.

Zambrano, L. A. (2007). *Ciencias de la educación, psico-pedagogía y didáctica*. Pensar la educación. Anuario del Doctorado en educación. N° 2. Universidad de los Andes. Venezuela. pp 71-94.

Anexos

Anexo 1

Ficha de Evaluación diagnóstica Síntesis de proteínas

Nombres:

Fecha: _____

Con tu grupo discute las siguientes preguntas y responde de acuerdo con los conocimientos que tienen acerca de las proteínas y su fabricación

1. ¿Qué son las proteínas?

2. Menciona el nombre de tres proteínas

3. ¿Qué función cumplen las proteínas?

4. ¿Cómo se elaboran las proteínas?

5. ¿Qué relación existe entre las proteínas y el ADN?

6. ¿Qué es el código genético?

7. ¿Qué relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos?

Anexo 2

Rejilla de evaluación de prueba diagnóstica

Objetivo: Evaluar los conocimientos previos de los estudiantes con respecto a las proteínas y su proceso de síntesis

Integrantes: _____

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESPUESTAS ACERTADAS	RESPUESTAS IMPRECISAS	RESPUESTAS EQUIVOCADAS	NO HAY RESPUESTA
TIPO DE RESPUESTA DADA A PREGUNTA 1	Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta
TIPO DE RESPUESTA DADA A PREGUNTA 2	Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta
TIPO DE RESPUESTA DADA PREGUNTA 3	Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta
TIPO DE RESPUESTA DADA A Pregunta 4	<i>Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada</i>	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta
TIPO DE RESPUESTA DADA A PREGUNTA 5	Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta
TIPO DE RESPUESTA DADA A PREGUNTA 6	Los estudiantes dan una respuesta clara a la pregunta formulada	Los estudiantes demuestran que tienen idea de la respuesta que deben dar pero no logran hacerlo de manera clara	Los estudiantes dan una respuesta que no atiende a lo que se pregunta	Los estudiantes no dan ninguna respuesta

Anexo 3

Ficha de evaluación de conocimientos adquiridos

Cada grupo debe responder el siguiente cuestionario con el fin de visualizar los avances obtenidos en cuanto al proceso de síntesis de proteínas:

1. ¿Que son las proteínas?

2. Menciona el nombre de tres proteínas

3. ¿Qué función cumplen las proteínas?

4. ¿Cómo se elaboran las proteínas?

5. ¿Qué relación existe entre las proteínas y el ADN?

6. ¿Qué es el código genético?

7. ¿Qué relación existe entre el código genético y los ácidos nucleicos?

Anexo 4 Fichas empleadas en la secuencia didáctica

Ficha de trabajo en grupo N°1 Síntesis de proteínas

Nombres:

Fecha: _____

Observar con atención los videos que se citan a continuación y llenar la siguiente lista de chequeo con la información proporcionada por estos.

Preguntas	Respuestas
Como están compuestos el ADN y el ARN	
En qué se diferencian el ADN y el ARN	
Función del ARNm	
Función del ARNt	
Función del ARNr	
En qué lugar se lleva a cabo la transcripción	
Donde ocurre la traducción y el ensamble de las proteínas	
Como es el proceso de acople de los aminoácidos	
Cuántas proteínas puede producir una célula	
Donde se encuentra el código genético	
Como se pasa el código genético a los ribosomas	
Cuáles son las bases del código genético	
Que son los aminoácidos	
Que son las proteínas	
Cuál es la función de las proteínas	

Ficha de trabajo en grupo N°4
Síntesis de proteínas

Nombres:

Fecha: _____

A continuación, se da una secuencia de ADN que codifica para una proteína.

ATG CCG ACA AAT CGG TGC GAT GCG GGG CTG AAA TTG ACC GCA GTC AGA
AGT CCC CAG TAA

1. Encuentre la hebra complementaria de esta secuencia

2. Encuentra la respectiva secuencia de ARNm que transcribe la información de esta para la síntesis de proteínas

3. Encuentra la respectiva secuencia de ARNt que transcribe la información de esta para la síntesis de proteínas

4. Con la ayuda del código genético halle la secuencia de aminoácidos que codifican para esta proteína

Ficha de trabajo en grupo N°5

Síntesis de proteínas

Nombres: _____

Fecha: _____

Reconstruye el proceso de síntesis de proteínas del gusano hipotético *Hurídeles elegans* de acuerdo con la información suministrada en las siguientes tablas, completa las tablas de datos que aparecen a continuación y determina la característica correspondiente a cada gen del gusano. Finalmente haz un dibujo de este en un octavo de cartulina blanca

Triplete ARNt	Aminoácido
ACC	20
AGC	16
CGA	2
AAC	4
CGC	3
GGG	5
AGG	7
AAA	8
UUU	9
GGU	12
UAU	13
CCC	1
AUC	6
CUA	10
GGA	11

Secuencia de aminoácidos	características
20-11-13	SIN CILIOS
20-12-13	CON CILIOS
20-21-21	CUERPO REDONDEADO
13-14-15	CUERPO ALARGADO
16-2	CUATRO OCELOS
12-7-8-1	APARATO BUCAL LARGO
5-7-8-1	APARATO BUCAL CORTO
9-8	CUERPO SIN PUNTOS
9-4	CUERPO CON PUNTOS
11-3-2	DERMIS AZUL
11-3-3	DERMIS NARANJA
6-6-10	MACHO
6-6-14	HEMBRA

Gen A

1. ADN ACC GGT TAT
 RNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen B

2. ADN AGC CGA
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen C

3. ADN TTT AAC
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen D

4. ADN GGA CGC CGA
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen F

5. ADN ATC ATC
 CTA
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Gen E

6. ADN GGG AGG AAA CCC
 ARNm _____
 ARNt _____
 Secuencia del aminoácido _____
 Característica _____

Tomado del texto de Ciencias Naturales 9. Editorial Santillana. 2007. Pag 24-25

Anexo 5

Rejilla de observación exposición síntesis de proteínas

Objetivo: Evaluar la competencia de los estudiantes para explicar la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas.

Integrantes: _____

Calificación _____

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO	PORCENTAJE DE LA CALIFICACIÓN
Calidad de la secuencia de ADN elaborada, transcrita y traducida, como herramienta para la exposición	No elaboran la representación de un segmento de ADN, que debían transcribir y traducir para utilizarlo como herramienta durante la exposición.	Elaboran la representación de un segmento de ADN, lo transcriben y traducen para utilizarlo como herramienta durante la exposición, aunque se detectan algunos errores en esta.	Elaboran la representación de un segmento de ADN, lo transcriben y traducen de manera correcta para utilizarlo como herramienta durante la exposición.	30
Claridad en la explicación	Se le dificulta explicar con claridad la estructura de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas haciendo uso de la secuencia de ADN transcrita y traducida; elaborada por el grupo.	Explica la estructura de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas, de manera parcial y/o con algunas imprecisiones, haciendo uso de la secuencia de ADN transcrita y traducida; elaborada por el grupo.	Explica la estructura de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas, de manera clara y concisa, haciendo uso de la secuencia de ADN transcrita y traducida; elaborada por el grupo.	30
Manejo de terminología científica	Los estudiantes demuestran desconocimiento del lenguaje científico y dan explicaciones basadas en su lenguaje cotidiano.	Los estudiantes intentan emplear el lenguaje científico para elaborar sus explicaciones	Los estudiantes hacen uso apropiado del lenguaje científico para elaborar sus explicaciones	20
Organización del grupo de trabajo	El grupo se presenta de manera desordenada ante sus compañeros, permitiendo algún grado de dispersión entre estos.	El grupo intenta presentarse de manera organizada ante sus compañeros, y procura captar la atención de estos	El grupo se presenta de manera organizada ante sus compañeros, logrando captar la atención de estos	20

Anexo 6

Rejilla de observación-1

Fecha de la sesión
Docente
Nombre de la actividad:
Objetivo:
Asistentes:
Duración:
Momento de la S.D:
Recursos:
Descripción
Comentarios

Anexo 7

Rejilla de Evaluación Secuencia Didáctica Síntesis de Proteínas

Trabajo grupal		
Nombres:		
Aspecto a evaluar	Calificación	Observaciones
Organización de la carpeta		
Participación del grupo en las diferentes actividades		
Precisión en las respuestas dadas		
Comportamiento durante el desarrollo de las diferentes actividades		
Compromiso con el trabajo		
Trabajo Individual		
Estudiante:		
Comprende la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Explica la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Cumple con el trabajo individual asignado		
Participa activamente en el trabajo del grupo		
Estudiante:		
Comprende la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Explica la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Cumple con el trabajo individual asignado		
Participa activamente en el trabajo del grupo		
Estudiante:		
Comprende la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Explica la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Cumple con el trabajo individual asignado		
Participa activamente en el trabajo del grupo		
Estudiante:		
Comprende la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Explica la estructura de los ácidos nucleicos y el proceso de síntesis de proteínas		
Cumple con el trabajo individual asignado		
Participa activamente en el trabajo del grupo		

Anexo 8

1. Que son las proteínas

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,6667	0,75	0,7083	p (as decimal)
8/12	9/12	17/24	p (as fraction)
8,	9,	17,	X
12	12	24	n
-0,0833 difference			
0, hypothesized difference			
0,1856 std. error			
-0,45 z			
,6534 p-value (two-tailed)			

2. Menciona el nombre de tres proteínas

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,3333	0,1667	p (as decimal)
0	4/12	4/24	p (as fraction)
0,	4,	4,	X
12	12	24	n
-0,3333 difference			
0, hypothesized difference			
0,1521 std. error			
-2,19 z			
,0285 p-value (two-tailed)			

3. Que función cumplen las proteínas

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,25	0,125	p (as decimal)
0	3/12	3/24	p (as fraction)
0,	3,	3,	X
12	12	24	n
-0,25 difference			
0, hypothesized difference			
0,135 std. error			
-1,85 z			
,0641 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,3333	0,25	0,2917	p (as decimal)
4/12	3/12	7/24	p (as fraction)
4,	3,	7,	X
12	12	24	n
0,0833 difference			
0, hypothesized difference			
0,1856 std. error			
0,45 z			
,6534 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,3333	0,1667	p (as decimal)
0	4/12	4/24	p (as fraction)
0,	4,	4,	X
12	12	24	n
-0,3333 difference			
0, hypothesized difference			
0,1521 std. error			
-2,19 z			
,0285 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,3333	0,3333	0,3333	p (as decimal)
4/12	4/12	8/24	p (as fraction)
4,	4,	8,	X
12	12	24	n
0, difference			
0, hypothesized difference			
0,1925 std. error			
0,00 z			
1,0000 p-value (two-tailed)			

4 Cómo se elaboran las proteínas

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,	0,4167	0,2083	p (as decimal)
0	5/12	5/24	p (as fraction)
0,	5,	5,	X
12	12	24	n
-0,4167 difference			
0, hypothesized difference			
0,1658 std. error			
-2,51 z			
,0120 p-value (two-tailed)			

5 Relación entre las proteínas y el ADN

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,	0,4167	0,2083	p (as decimal)
0	5/12	5/24	p (as fraction)
0,	5,	5,	X
12	12	24	n
-0,4167 difference			
0, hypothesized difference			
0,1658 std. error			
-2,51 z			
,0120 p-value (two-tailed)			

6. Qué es el código genético

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,	0,3333	0,1667	p (as decimal)
0	4/12	4/24	p (as fraction)
0,	4,	4,	X
12	12	24	n
-0,3333 difference			
0, hypothesized difference			
0,1521 std. error			
-2,19 z			
,0285 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,6667	0,3333	0,5	p (as decimal)
8/12	4/12	12/24	p (as fraction)
8,	4,	12,	X
12	12	24	n
0,3333 difference			
0, hypothesized difference			
0,2041 std. error			
1,63 z			
,1025 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,25	0,25	0,25	p (as decimal)
3/12	3/12	6/24	p (as fraction)
3,	3,	6,	X
12	12	24	n
0, difference			
0, hypothesized difference			
0,1768 std. error			
0,00 z			
1,0000 p-value (two-tailed)			

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

p_1	p_2	p_c	
0,3333	0,5	0,4167	p (as decimal)
4/12	6/12	10/24	p (as fraction)
4,	6,	10,	X
12	12	24	n
-0,1667 difference			
0, hypothesized difference			
0,2013 std. error			
-0,83 z			
,4076 p-value (two-tailed)			

Respuestas acertadas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,3333	0,1667	p (as decimal)
0	4/12	4/24	p (as fraction)
0,	4,	4,	X
12	12	24	n
	-0,3333		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1521		std. error
	-2,19		z
	,0285		p-value (two-tailed)

Respuestas imprecisas

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,1667	0,4167	0,2917	p (as decimal)
2/12	5/12	7/24	p (as fraction)
2,	5,	7,	X
12	12	24	n
	-0,25		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1856		std. error
	-1,35		z
	,1779		p-value (two-tailed)