



**Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD**
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**APORTE DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO EN EL APRENDIZAJE
DEL TEMA MATERIAL GENÉTICO EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO**

LAURA DIANA CANTILLO MALDONADO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2022

APORTE DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO EN EL APRENDIZAJE DEL
TEMA MATERIAL GENÉTICO EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO

Autora

LAURA DIANA CANTILLO MALDONADO

Proyecto de grado para optar el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

MIGUEL ÁNGEL VALENCIA RODRÍGUEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES

2022

AGRADECIMIENTOS

A nuestro señor Jesucristo, “Y todo lo que hacéis, sea de palabra o, de hecho, hacedlo todo en el nombre de nuestro Señor Jesús, dando gracias a Dios Padre por medio de él” Colosenses 3:17 Reina –Valera 1960

A mi Asesor de tesis Miguel Ángel Valencia, por su grandioso apoyo, acompañamiento e instrucción durante todo el proceso investigativo.

A los estudiantes del grado decimo de la Institución Educativa San José, por su colaboración y entrega en el proceso investigativo en tiempos de pandemia.

A los docentes, tutores y evaluadores de la maestría en enseñanza de las ciencias, por compartir sus conocimientos, saberes y experiencias, los cuales contribuyeron en la construcción y desarrollo de este proyecto investigativo.

RESUMEN

El propósito de la investigación es caracterizar el posible aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado 10° de la Institución Educativa San José del municipio de La Paz –Cesar, con una metodología cualitativa de alcance descriptivo, se aplicó el instrumento de papel y lápiz, un cuestionario de 6 preguntas abiertas con incisos, a una muestra de 10 estudiantes entre 15 y 16 años para identificar el conocimiento metacognitivo antes y después de la intervención didáctica, además, de las ideas previas y el aprendizaje que estos poseen sobre el tema material genético. De los resultados se observa que el conocimiento declarativo contribuyó al aprendizaje de la temática organización material genético en la comprensión de la naturaleza y organización del material genético de los seres vivos y la capacidad de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN, el desarrollo del conocimiento procedimental permitió realizar las tareas asignadas de manera exitosa, favoreciendo enlazar el saber hacer las cosas con identificar la estructura de los ácidos nucleicos y la resolución de ejercicios de replicación del ADN. Algunas de las ideas previas que se distinguieron fueron: El gen es algo que heredamos de los padres, El ADN es el material genético de los organismos vivos, identifican al ARN como la copia del ADN. Se considera que el CM además de favorecer el aprendizaje de conocimientos científicos, permite el incremento en el uso del lenguaje científico, la comprensión y el entendimiento entre conceptos y niveles de organización de la vida.

Palabras Claves: Conocimiento metacognitivo, aprendizaje, material genético.

ABSTRACT

The purpose of the research is to characterize the possible contribution of metacognitive knowledge to the learning of the genetic material topic in 10th grade students of the San José Educational Institution of the municipality of La Paz –Cesar. with a qualitative methodology of descriptive scope, was applied a workshop with paper and pencil, a questionnaire of 6 open questions with subsections, to a sample of 10 students between 15 and 16 years old to identify the metacognitive knowledge before and after the didactic intervention. In addition, to the previous ideas and the learning they have about the topic genetic material. As a result, it can be seen that declarative knowledge contributed to the learning of the genetic material organization theme in the understanding of the nature and organization of the genetic material of living beings, and the ability to establish relationships between chromosome, gene, and DNA. The development of procedural knowledge made it possible to carry out the assigned tasks successfully. Favoring the linking of knowing how to do things and identifying the structure of nucleic acids and the resolution of DNA replication exercises.

Finally, some of the previous ideas that were distinguished: The gene is something that we inherit from our parents. DNA is the genetic material of living organisms, and they identify RNA as a copy of DNA. It is considered that the CM, in addition, to favoring the learning of scientific knowledge, allows the increase in the use of scientific language, comprehension, and understanding between concepts and levels of organization of life.

Keywords: Metacognitive knowledge, learning, genetic material.

CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | PRESENTACIÓN | 11 |
| 2 | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 2.1 | DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 2.2 | PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN..... | 15 |
| 3 | JUSTIFICACIÓN..... | 16 |
| 4 | OBJETIVOS..... | 18 |
| 4.1 | OBJETIVO GENERAL..... | 18 |
| 4.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 5 | REFERENTE TEÓRICO..... | 19 |
| 5.1 | METACOGNICIÓN..... | 19 |
| 5.1.1 | Modelos Teóricos Sobre Metacognición..... | 20 |
| 5.2 | CONOCIMIENTO METACOGNITIVO | 23 |
| 5.2.1 | Conocimiento Declarativo..... | 24 |
| 5.2.2 | Conocimiento Procedimental | 25 |
| 5.2.3 | Conocimiento Condicional..... | 25 |
| 5.2.4 | Actividades Que Fomentan El Conocimiento Metacognitivo..... | 26 |
| 5.3 | APRENDIZAJE DEL MATERIAL GENÉTICO | 28 |
| 5.3.1 | Ideas Previas Y Concepciones Erróneas De Los Alumnos Acerca Del Material Genético | 29 |
| 5.3.2 | Dificultades De Aprendizaje Sobre Genética..... | 31 |
| 6 | METODOLOGÍA..... | 34 |
| 6.1 | ENFOQUE Y ALCANCE..... | 34 |
| 6.2 | POBLACIÓN Y CONTEXTO | 35 |
| 6.3 | UNIDAD DE TRABAJO | 35 |
| 6.4 | CONSIDERACIONES ÉTICAS | 35 |
| 6.5 | UNIDAD DE ANÁLISIS | 36 |
| 6.5.1 | Categoría Conocimiento Metacognitivo | 36 |
| 6.5.2 | Categoría Aprendizaje Del Tema Material Genético..... | 37 |
| 6.6 | TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 38 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 6.7 | UNIDAD DIDÁCTICA..... | 39 |
| 6.8 | DISEÑO METODOLÓGICO..... | 41 |
| 6.9 | PLAN DE ANÁLISIS | 43 |
| 7 | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 45 |
| 7.1 | IDEAS PREVIAS ACERCA DEL MATERIAL GENÉTICO | 45 |
| 7.2 | ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO | 52 |
| 7.2.1 | Sub-Categoría Conocimiento Declarativo | 57 |
| 7.2.2 | Sub-Categoría Conocimiento Procedimental | 68 |
| 7.2.3 | Sub-Categoría Conocimiento Condicional..... | 72 |
| 7.3 | APRENDIZAJE DEL TEMA MATERIAL GENÉTICO | 81 |
| 7.3.1 | Sub-Categoría Organización Del Material Genético | 81 |
| 7.3.2 | Sub-Categoría Ácidos Nucleicos | 85 |
| 7.4 | POSIBLE APORTE DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO AL APRENDIZAJE DEL TEMA MATERIAL GENÉTICO | 90 |
| 8 | CONCLUSIONES..... | 92 |
| 9 | RECOMENDACIONES | 94 |
| 10 | REFERENCIAS | 95 |
| 11 | ANEXOS..... | 99 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Componentes y sub-componentes de la metacognición..... | 22 |
| Tabla 2. Dificultades de aprendizaje en los alumnos acerca del material genético..... | 32 |
| Tabla 3. Sub-categorías Conocimiento metacognitivo..... | 37 |
| Tabla 4. Sub-categorías Aprendizaje del tema material genético | 38 |
| Tabla 5. Algunas actividades por sesiones de la unidad didáctica | 40 |
| Tabla 6. Indicadores del Conocimiento declarativo | 53 |
| Tabla 7. Indicadores del Conocimiento Procedimental..... | 55 |
| Tabla 8. Indicadores del Conocimiento condicional | 56 |
| Tabla 9. Algunas respuestas de los estudiantes de CDAI..... | 59 |
| Tabla 10. Algunas respuestas de los estudiantes de CDDI..... | 63 |
| Tabla 11 Algunas respuestas de los estudiantes de CPAI | 69 |
| Tabla 12. Algunas respuestas de los estudiantes de CPDI | 70 |
| Tabla 13. Algunas respuestas de los estudiantes de CCAI..... | 73 |
| Tabla 14. Algunas respuestas de los estudiantes de CCDI..... | 75 |
| Tabla 15. Cambios en el Conocimiento declarativo de los estudiantes..... | 77 |
| Tabla 16. Cambios en el Conocimiento procedimental de los estudiantes | 78 |
| Tabla 17. Cambios en el Conocimiento condicional de los estudiantes..... | 79 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diseño metodológico | 43 |
| Figura 2. Respuestas de algunos estudiantes a la P2 antes de la intervención | 48 |
| Figura 3. Representaciones de la estructura del ADN antes de la intervención..... | 49 |
| Figura 4. Mapas conceptuales completado por los estudiantes antes de la intervención | 50 |
| Figura 5. Replicación de un fragmento de ADN antes de la intervención | 51 |
| Figura 6. Algunas respuestas a la P6 antes de la intervención didáctica..... | 61 |
| Figura 7. Algunas respuestas a la P6 después de la intervención..... | 65 |
| Figura 8. Respuestas de algunos estudiantes a la P2 después de la intervención..... | 83 |
| Figura 9. Mapas conceptuales completado por los estudiantes acerca de la organización del material genético..... | 84 |
| Figura 10. Mapas conceptuales completado por los estudiantes acerca de los ácidos nucleicos | 87 |
| Figura 11. Representaciones de la estructura del ADN instrumento final | 88 |
| Figura 12. Replicación de un fragmento de ADN instrumento final..... | 89 |

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo 1. Consentimiento informado para la participación en la investigación a los acudientes | 99 |
| Anexo 2. Carta de solicitud de acceso al representante legal de la Institución educativa . | 101 |
| Anexo 3. Instrumento de papel y lápiz | 102 |
| Anexo 4. Unidad didáctica | 109 |
| Anexo 5. Matriz Sub-categoría Conocimiento declarativo | 160 |
| Anexo 6. Matriz Sub-categoría Conocimiento procedimental | 181 |
| Anexo 7. Matriz sub- categoría Conocimiento condicional | 192 |
| Anexo 8. Actividades de los estudiantes durante la intervención didáctica..... | 198 |

1 PRESENTACIÓN

Esta investigación parte de una situación problema en el proceso de aprendizaje de uno de los campos de la biología en el cual los estudiantes de básica secundaria y media presentan mayor dificultad, la genética, como es reconocido por los docentes del área de ciencias naturales y la literatura (Bahar et al., 1999, Abril, A. et al., 2004, Mills-Shaw et al., 2008). Al describir la situación que se presenta en la Institución Educativa San José en los estudiantes de grados noveno y décimo en relación al tema y considerar que los procesos metacognitivos son esenciales para estudiar y comprender cómo las personas aprenden y construyen su conocimiento cotidiano y científico (Tamayo, Cadavid, Montoya, 2019), se plantea la pregunta de investigación ¿Cuál es el posible aporte del conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético? para dar respuesta a este interrogante, del objetivo general se desprenden tres objetivos que permiten reconocer las ideas previas de los estudiantes, el conocimiento metacognitivo antes y después de una intervención didáctica y el aprendizaje adquirido.

El referente teórico parte del concepto de metacognición de Flavell (1976) Papaleontiou-Louca (2003), Veenman, Van Hout-Wolters y Afflerbach (2006), considerado por la literatura como constructo complejo y difuso, esto último según Veenman (2012) por la proliferación de terminologías y desacuerdo sobre los integrantes de la metacognición y sus interrelaciones. Con estas concepciones se muestran algunos modelos teóricos sobre la metacognición como son el modelo de Flavell (1979), Brown (1987), la propuesta de Schraw et al. (1994, 1995, 2012), Tamayo (2006) siguiendo Gunstone & Mitchell (1998) y Zohar (2012). De los modelos planteados se toma las propuestas de Tamayo (2006) junto con Schraw et al. (1994, 1995, 2012), los autores reconocen como elemento de la metacognición el conocimiento metacognitivo en los tres subcomponentes a saber conocimiento declarativo, conocimiento procedimental y conocimiento condicional.

En lo concerniente al aprendizaje del tema material genético se parte de las ideas previas de las publicaciones de Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman (2008), Caballero (2008) y los trabajos de grado de Argento (2013) y Estébanez-Alonso (2014) con

respecto a las dificultades de aprendizaje se tiene en cuenta el estudio de revisión de Knippels (2002) y las recopiladas por Gericke & Hagberg (2007 p. 864).

La metodología se enmarca dentro de un enfoque cualitativo- descriptivo fundamentado en la ruta cualitativa de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018). La unidad de trabajo consta de una muestra de diez estudiantes que realizaron el proceso de manera constante, teniendo en cuenta las condiciones que se presentaron el proceso de enseñanza y aprendizaje durante el aislamiento en pandemia. La unidad de análisis está organizada en dos categorías: conocimiento metacognitivo con las sub-categorías conocimiento declarativo, conocimiento procedimental, conocimiento condicional y aprendizaje del tema material genético con las sub-categorías organización del material genético y los ácidos nucleicos. Como fuente para la recolección de información se utilizó el instrumento de papel y lápiz, un cuestionario que consta de 6 preguntas abiertas con incisos, en la intervención didáctica que emplea una unidad didáctica diseñada con actividades que están orientadas a fomentar el conocimiento metacognitivo declarativo, procedimental y condicional en momentos offline, entre otras.

En el análisis y discusión de los resultados se organizan de la siguiente manera primero se reconocen las ideas previas que los estudiantes tienen sobre la organización del material genético y los ácidos nucleicos; segundo se identifica el conocimiento metacognitivo de los estudiantes antes y después de la intervención didáctica basados en los indicadores descritos en la unidad de análisis y se realiza la descripción de los hallazgos encontrados; tercero, de las observaciones de los cambios en el conocimiento metacognitivo declarativo, procedimental y condicional, se presentan matrices con los cambios en el CM de los estudiantes; por último se describen los aprendizajes evidenciados en los estudiantes y su relación con el conocimiento metacognitivo.

A partir del análisis se desprende el posible aporte del conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético, las conclusiones y recomendaciones que resultan de la investigación.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los temas más relevantes de la biología es la genética, que como campo de estudio de las ciencias biológicas ha tenido un gran desarrollo investigativo en las últimas décadas y sus aportes son fundamentales para la medicina en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, en la biotecnología industrial, ambiental y de alimentos, la taxonomía, epidemiología, entre otras disciplinas; de manera que desarrollar el conocimiento de la genética en el estudiantado es importante, entre otras, por la utilidad de la aplicación de los conocimientos científicos para mejorar las condiciones de existencia de los seres vivos y las aportaciones de la ciencia en la construcción de procesos derivados de las necesidades de la sociedad (Abril, Mayoral y Muela, 2004, p.2), por todo esto y más, es trascendental la enseñanza en la educación básica y media de temas de genética y genética molecular.

Ha quedado en manifiesto la relevancia que tiene el tema, pero también, hay que reconocer que la genética es uno de los campos de la biología con mayor dificultad en el proceso de aprendizaje para el alumnado (Bahar, Johnstone, y Hansell 1999, Abril, et al 2004, Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman, 2008). Considerando estas dos realidades, la problemática observada en la Institución Educativa San José (La paz, Cesar) con respecto al proceso de aprendizaje de la genética se describe a continuación.

En el área de ciencias naturales los contenidos temáticos correspondientes a este tema se desarrollan en la I. E. San José en su mayoría en noveno grado y algunas temáticas continúan en décimo grado como lo estipulan los derechos básicos de aprendizaje (DBA) del Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Se ha observado que el estudiante de grado decimo llega al aula con las dificultades que no logró superar del grado anterior, pero también, posee ideas previas y concepciones sobre el tema, como se proyecta en los datos de desempeño académico que se exponen a continuación.

Revisando los niveles de desempeño académicos del área de ciencias naturales de los estudiantes de la Institución Educativa San José de grado 9° en el primer semestre del año lectivo 2019 se observa que el 26% de los alumnos presenta un nivel de desempeño bajo, el 55% se encuentran en un nivel básico, en nivel alto un 12% y en el nivel superior solo un 6% de los estudiantes; por su parte, los niveles de desempeño académico en la asignatura de biología de los estudiantes en el primer periodo del año lectivo 2020 del grado 10° fueron los siguientes, el 16% de los alumnos se encuentra en un nivel bajo, el 50% de los alumnos están en nivel básico, el 20% en nivel alto y el 14% en el nivel superior. Cabe destacar que en los niveles de desempeño académico bajo y básico los estudiantes presentar algunas dificultades en la comprensión de los conceptos y procesos de almacenamiento y transmisión de la información genética, además se registra que el 15% de los estudiantes mejoraron su nivel de desempeño académico en los temas valorados cursados entre los grados 9° y 10°.

Se conoce que las dificultades en la comprensión y explicación de los temas de la genética, se relacionan por una parte, con el hecho de que en la genética molecular los conceptos se establecen en niveles de organización biológica micro y submicro (ADN, genes y proteínas) como lo plantean Bahar, Johnstone, y Hansell (1999) “debido a la complejidad y la naturaleza abstracta que involucra los niveles macro y micro de la biología de la vida, los estudiantes posiblemente conocen las definiciones y son capaces de resolver problemas de genética, pero no tienen una comprensión de los conceptos involucrados en la resolución de los mismos”.

Además de las dificultades que se evidencian en algunos de los estudiantes de la Institución Educativa San José al enseñar la temática de material genético y genética molecular, durante el proceso de aprendizaje los estudiantes presentan limitaciones en el uso adecuado del lenguaje propio de la ciencia y la comprensión de los procesos de la genética molecular como base de la vida. Estas últimas limitaciones concuerdan con algunas de las dificultades en el aprendizaje de la genética identificados por Knippels (2002) tales como el vocabulario y la terminología específicas del dominio, los procesos citológicos y la naturaleza compleja de la genética (problema macro-micro).

Ante una problemática similar en donde los estudiantes tienen poco éxito en organizar la estructura del concepto genético que le ayude en la resolución de problemas, Nusantari (2019) sugiere que se puede superar el problema mediante un aprendizaje que aplique procesos metacognitivos, de igual forma, se reflexiona que la aplicación de instrucción metacognitiva mejora el conocimiento y la comprensión conceptual de los estudiantes (Zohar y Barzilai, 2013) lo anterior corresponde con la dificultad principal descrita, la comprensión de los conceptos y procesos genéticos.

Igualmente, Tamayo, Cadavid, Montoya (2019) ante la evidencia encontrada en su estudio manifiestan la necesidad de promover el desarrollo del conocimiento metacognitivo como base para el desarrollo posterior de las habilidades metacognitivas, al mismo tiempo, los autores piensan que la ausencia de conocimiento metacognitivo por parte de los estudiantes genera obstáculos en los procesos de aprendizaje de conceptos científicos. Frente al desarrollo de este conocimiento metacognitivo para enseñar ciencias, Kuhn (1989, citado por Tamayo 2006, p.2) piensa que se debe hacer énfasis de manera explícita sobre los procesos metacognitivos de los estudiantes, dada la dificultad que tienen para reflexionar sobre sus teorías o sobre las relaciones explícitas entre las teorías y los datos.

2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

A partir de lo expuesto en los párrafos anteriores, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el posible aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado décimo?

3 JUSTIFICACIÓN

Tomando en consideración lo expuesto en el planteamiento del problema sobre las dificultades de aprendizaje que presentan los estudiantes en la comprensión de los conceptos y procesos de almacenamiento y transmisión de la información genética y al relacionarlo con la referencia acerca de que la ausencia de conocimiento metacognitivo dificulta los procesos de aprendizaje de conceptos científicos. El presente proyecto de investigación se justifica desde la didáctica de las ciencias en el ámbito de dominio específico del conocimiento dentro de unos de sus constituyentes para la formación del pensamiento crítico, la metacognición, en particular el conocimiento metacognitivo y el posible aporte de este al aprendizaje del tema material genético. Se tiene en cuenta que son diversos los estudios que consideran que el desarrollar conocimiento metacognitivo en los alumnos fomenta, entre otra cosas, sus habilidades de pensamiento y comprensión científica, así como también, que realizar intervenciones que promuevan este tipo de conocimiento son importantes para mejorar el aprendizaje de los estudiantes (Zohar y Barzilai, 2013), se piensa que desarrollar conocimiento metacognitivo en los estudiantes posiblemente ayudará con los problemas de aprendizaje del tema material genético.

El presente proyecto se puede considerar como innovador, porque en los antecedentes acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje sobre el tema de material genético y conocimiento metacognitivo (CM), se encontraron estudios acerca del desarrollo de las habilidades metacognitivas, modelos mentales de las ideas previas, hallazgo de obstáculos para el aprendizaje y el desarrollo de instrumentos basados en metacognición para el aprendizaje de la genética; se relacionan estos trabajos con el presente estudio en las dificultades de aprendizajes explicadas en el problema. Sin embargo, se observa que no se abordan en estas investigaciones el conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema de material genético, así también, en la revisión del repositorio de trabajos de investigación de la maestría en enseñanza de las ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales es evidenciable una tendencia al estudio de la regulación metacognitiva y habilidades metacognitivas, así como en las publicaciones arbitradas con referencias web. Según Zohar y Barzilai (2013) los aspectos que se estudian de la metacognición en la investigación en

educación científica, en su mayoría (87,4%) examinan la regulación metacognitiva y menos de la mitad (37,9%) exploraron el conocimiento metacognitivo de los alumnos, en relación con esto, recomiendan que los estudios futuros de metacognición en la educación científica aborden varios aspectos de conocimiento metacognitivo, exploren los mejores métodos para la enseñanza del conocimiento metacognitivo y evalúen su efectividad.

Ante esta perspectiva, realizar la investigación contribuye al campo disciplinar de la didáctica de las ciencias, al dar respuesta a la pregunta de investigación ¿cuál es el aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado decimo? En una primera parte, al identificar el conocimiento metacognitivo (CM) que tienen los estudiantes antes de la intervención y las ideas previas que tiene sobre el tema abordado, como segunda contribución los cambios en el conocimiento metacognitivo generados de la intervención didáctica y principalmente producto del análisis y discusión de los resultados caracterizar el posible aporte del Conocimiento Metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético.

Al mismo tiempo, este estudio representaría en la institución Educativa San José una actualización e innovación en relación con las estrategias de enseñanza y aprendizaje usadas en las diferentes áreas del conocimiento, ante la carencia de didácticas diferente a la tradicional, además, de generar una experiencia para socializar y multiplicar en otras áreas disciplinares en la comunidad docente. Por otro lado, en los estudiantes es una forma de aumentar la conciencia de los procesos cognitivos de su aprendizaje y como estos influyen en la adquisición, comprensión y aplicación de los saberes que aprenden.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el posible aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa San José (La Paz, Cesar).

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Reconocer el conocimiento metacognitivo y las ideas previas sobre el aprendizaje del tema material genético antes de la intervención didáctica.

2. Identificar el conocimiento metacognitivo de los estudiantes sobre el aprendizaje del tema material genético después de la intervención didáctica.

3. Describir el cambio en los procesos de conocimiento metacognitivo de los estudiantes sobre el aprendizaje del tema material genético.

5 REFERENTE TEÓRICO

Los referentes teóricos están fundamentados a partir de dos categorías: el conocimiento metacognitivo (CM) con autores como Flavell (1979), Tamayo (2006), Schraw y Dennison (1994), entre otros y el aprendizaje del tema material genético con autores como Knippels (2002), Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman (2008), entre otros. Antes de reflexionar acerca de las concepciones del conocimiento metacognitivo es necesario conocer el concepto de metacognición y los modelos teóricos de la metacognición, luego se plantea las actividades que fomentan el conocimiento metacognitivo recopiladas por Pérez y González (2020). En lo relacionado al aprendizaje del tema material genético se presentan las ideas previas, conceptos erróneos que los estudiantes tienen del tema de genética y las dificultades de aprendizaje en la educación genética.

5.1 METACOGNICIÓN

La primera vez que se empleó el término metacognición fue en trabajos realizados por Flavell (1976). El concepto según el autor se refiere “al conocimiento que uno tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado con ellos, por ejemplo, las propiedades de la información relevantes para el aprendizaje...”, en publicaciones subsecuentes Flavell (1987, citado por Tamayo 2006) lo define de manera general como cualquier “conocimiento sobre el conocimiento” (p.2).

En lo concerniente al proceso etimológico Papaleontiou-Louca (2003) expresa que la “Metacognición esencialmente significa cognición sobre cognición; es decir, se refiere a cogniciones de segundo orden: pensamientos sobre pensamientos, conocimiento sobre el conocimiento o reflexiones sobre acciones. Así, si la cognición implica percibir, comprender, recordar, etc., entonces la metacognición implica pensar en la propia percepción, comprensión, recordar, etc.” (p.10).

Por su parte, Veenman, Van Hout-Wolters y Afflerbach (2006) conciben la metacognición como (conocimiento de) un conjunto de autoinstrucciones para regular el desempeño de la tarea, donde la cognición es el vehículo de esas autoinstrucciones. Estas actividades cognitivas a su vez están sujetas a metacognición, por ejemplo, a procesos continuos de monitoreo y evaluación.

La metacognición en la literatura ha sido considerada como constructo complejo y su naturaleza calificada como “difusa”, Con respecto a ello, Veenman (2012) afirma que: uno de los problemas con la metacognición es lo "difuso" del concepto y sus componentes, así como la proliferación de terminologías y desacuerdo sobre los integrantes de la metacognición y sus interrelaciones.

5.1.1 Modelos Teóricos Sobre Metacognición

A continuación, se presentan algunos de los modelos teóricos sobre metacognición que aportan conceptos fundamentales para la descripción de su naturaleza, así como sus componentes.

El Modelo de monitoreo cognitivo propuesto por Flavell (1979) identifica cuatro clases de fenómenos: conocimiento metacognitivo, experiencias metacognitivas, objetivos (o tareas) y acciones (o estrategias). El primero es el segmento de conocimiento del mundo almacenado en la persona como criatura cognitiva y sus diversas tareas, objetivos y estrategias cognitivas. La experiencia metacognitiva es cualquier experiencia cognitiva o afectiva consiente en un individuo en relación con su desempeño cognitivo. Los objetivos representan los resultados que se deben alcanzar mediante una tarea y las acciones (o estrategias) se refieren a las cogniciones u otros comportamientos empleados para alcanzarlos.

El Modelo de Conocimiento y Regulación de Cognición de Brown (1987, citado por Peña-Ayala y Cárdenas, 2015): distingue dos componentes estrechamente relacionados: conocimiento de la cognición y regulación de la cognición. El primero representa

actividades que implican conciencia y reflexión sobre las habilidades y actividades cognitivas. El segundo corresponde a actividades desencadenadas por mecanismos de autorregulación durante un intento continuo para aprender o resolver problemas.

De acuerdo con Schraw y Dennison (1994); Scharw y Moshman (1995); Schraw, Olafson, Weibel y Sewing (2012) en la metacognición generalmente se distinguen dos componentes, el conocimiento metacognitivo y la regulación metacognitiva, el primero está relacionado con lo que uno sabe sobre la cognición y el segundo a los procesos de control metacognitivo, referido a cómo se usa ese conocimiento para regular la cognición; el conocimiento metacognitivo presenta tres tipos de conocimiento: declarativo, procesual y condicional. En la regulación de la cognición se consideran cinco habilidades: planificación, gestión de la información, monitoreo, depuración y evaluación.

Por su parte, Tamayo (2006) siguiendo Gunstone & Mitchell (1998), propone un modelo de la metacognición que aborda tres aspectos: conocimiento, conciencia y control; tomando de referencia a Brown (1987) expone que el conocimiento metacognitivo puede ser declarativo, procedimental, condicional y estratégico, y la regulación esta mediada por tres procesos cognitivos esenciales: planeación, monitoreo y evaluación, en el aspecto de la conciencia reseña a Hartman (1998) para referirse a esta como al conocimiento de los propósitos de las actividades y progreso personal (Citados en Tamayo, 2006).

Por su parte, Zohar (2012) plantea que el conocimiento metaestratégico se puede considerar como componente de la metacognición y lo relaciona con varios de los componentes de modelos propuestos, con las categorías del conocimiento metacognitivo, tarea y estrategia (Flavell, 1979), el conocimiento procesual y condicional (Schraw, 1995) y del conocimiento metaestratégico en los componentes de la comprensión de la tarea y la comprensión de estrategias potenciales.

Basados en la descripción de los modelos en la tabla 1 se resumen los componentes y sub- componentes de la metacognición según el modelo por autor.

Tabla 1. Componentes y sub-componentes de la metacognición

| Modelo | Componentes | Sub-componentes |
|----------------------------------|------------------------------|--|
| Flavell (1979) | Conocimiento | Personas |
| | Experiencia | Tareas |
| | Tareas | Estrategias |
| | Estrategias | |
| Brown (1987) | Conocimiento | Personas |
| | Regulación | Tarea |
| Schraw et al. (1994, 1995, 2012) | Metamemoria | Conocimiento: declarativo, procesal y condicional |
| | Metacognición | Habilidades: gestión de información, depuración, planificación, monitoreo y evaluación |
| Tamayo (2006) | Conocimiento | Conocimiento: Declarativo, Procedimental, Condicional, Estratégico |
| | Regulación | Regulación: Planificación, Monitoreo y Evaluación |
| | Conciencia | |
| Zohar (2012) | Conocimiento metaestratégico | |
| | -persona | |
| | -tarea | |
| | -estrategia | |

Fuente: Adaptado de Peña-Ayala y Cárdenas (2015)

De los modelos teóricos de la metacognición se toma como referencia para la presente investigación la propuesta de Tamayo (2006) que aborda tres aspectos: conocimiento, conciencia y regulación; junto con el modelo de Schraw et al. (1994, 1995, 2012) que contiene los sub-componentes de la metacognición: conocimiento y habilidades, de los aspectos que se va a trabajar con el conocimiento metacognitivo se encuentran: conocimiento declarativo, conocimiento procedimental y conocimiento condicional. Por

ello en los incisos sucesivos se reflexiona acerca de las concepciones de CM, sus diferentes tipos y como fomentarlo en el aula.

5.2 CONOCIMIENTO METACOGNITIVO

El conocimiento metacognitivo para Flavell (1979) consiste en hechos o creencias sobre qué factores o variables actúan e interactúan en las actividades cognitivas y como afectan su curso y resultado; las principales categorías de estos factores o variables son: la persona, la tarea y las estrategias. Por su parte, Schraw & Moshman (1995) expresa que el conocimiento metacognitivo “hace referencia a lo que los individuos saben sobre su propia cognición o sobre cognición en general”. Usualmente incluye tres tipos diferentes de conocimiento: declarativo, procesal y condicional.

De acuerdo con Tamayo (2006) El CM “es el conocimiento que tienen las personas sobre sus propios procesos cognitivos”. Flavell (1987 citado por Tamayo, 2006), se refiere a los conocimientos sobre las personas, sobre las tareas o sobre las estrategias. Para Tamayo un estudiante que conozca en forma adecuada sus procesos cognitivos puede "hablar" o "reflexionar" sobre sus procesos de pensamiento propios y/o de los demás (p.2).

De las características que pueden distinguirse del conocimiento metacognitivo están que la información suele ser “relativamente estable (lo que sé sobre la cognición no suele variar de una situación a otra), tematizable (uno puede reflexionar y discutir con los otros lo que sabe sobre la cognición), a menudo falible (se pueden tener ideas y creencias equivocadas sobre la cognición), y de desarrollo tardío (requiere que la persona considere como objeto de conocimiento los procesos cognitivos y que pueda reflexionar sobre ellos)” (Martí, 1995, p.11).

Reflexionando sobre lo anterior, el conocimiento metacognitivo se refiere al saber consiente que tiene un individuo sobre su propia cognición, la cognición en general y/o la de los demás; en el conocimiento metacognitivo se presentan tres tipos de conocimiento de acuerdo con lo planteado por Schraw & Moshman (1995): conocimiento declarativo (CD),

conocimiento procedimental (CP), conocimiento condicional (CC); cada uno de estos tipos de conocimientos se detallan a continuación:

5.2.1 Conocimiento Declarativo

El conocimiento declarativo según Tamayo (2006) es un “conocimiento proposicional referido a un saber que, acerca de uno mismo como aprendiz y de los diferentes factores que influyen de manera positiva o negativa en nuestro rendimiento” (p.2).

Por su parte, Schraw & Moshman (1995) consideran que el conocimiento declarativo (saber “sobre” cosas), incluye el conocimiento que tiene una persona de su aprendizaje, sus habilidades y el uso de su capacidad intelectual, asimismo, Schraw y Dennison (1994) piensan que un adulto tiene conciencia del conocimiento metacognitivo declarativo cuando:

- ✓ Entiende sus fortalezas y debilidades intelectuales.
- ✓ Sabe qué tipo de información es más importante para aprender.
- ✓ Es bueno organizando información.
- ✓ Sabe lo que el profesor espera que aprenda.
- ✓ Es bueno recordando información.
- ✓ Tiene control sobre qué tan bien aprende.
- ✓ Es un buen juez de lo bien que entiende algo.
- ✓ Aprende más cuando está interesado en el tema.

Entendiendo lo expuesto, el conocimiento declarativo hace referencia a lo que sabe (entiende) o no sabe una persona sobre sus procesos de aprendizaje, de las debilidades y fortalezas de su aprendizaje y de sus capacidades cognitivas. Por lo tanto, es un conocimiento que se desarrolla de manera consciente y que puede expresarse de forma verbal y explícita por parte del aprendiz.

5.2.2 Conocimiento Procedimental

Según Schraw & Moshman (1995) el conocimiento procedimental (saber cómo hacer las cosas) se refiere al conocimiento que tiene un sujeto sobre cómo implementar procedimientos y estrategias de aprendizaje. Asimismo, Tamayo (2006) expresa que este tipo de conocimiento puede “representarse como heurísticos y como estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema” (p.2) Una persona es consciente que tiene conocimiento procedimental según Schraw y Dennison (1994) cuando:

- ✓ Trata de usar estrategias que han funcionado en el pasado.
- ✓ Tiene un propósito específico para cada estrategia que usa.
- ✓ Usa estrategias de aprendizaje útiles automáticamente.
- ✓ Es consciente de las estrategias que usa cuando estudia.

En conclusión, el conocimiento procedimental corresponde al conocimiento que permite al individuo reflexionar sobre la implementación y uso de estrategias, acciones o procedimientos para la resolución de tareas, situaciones o problemas con éxito. El aprendiz es capaz de definir los pasos sucesivos para la solución de un problema específico o la realización de tarea.

5.2.3 Conocimiento Condicional

Conocimiento condicional considerado por Schraw & Moshman (1995) (por qué y cuándo de la cognición) como el conocimiento que tiene un sujeto acerca de cuándo y por qué utilizar las estrategias de aprendizaje, es un saber por qué y cuándo se usan el conocimiento declarativo y el procedimental (Garner, citado por Tamayo 2006).

El conocimiento condicional que involucra “saber cuándo, dónde y por qué” se emplea cierto conocimiento para resolver cada problema, tarea o situación (Brown, 1978 citada por Peña-Ayala y Cárdenas, 2015) de igual manera que los dos conocimientos

anteriores, según Schraw y Dennison (1994), se tiene conciencia de este tipo de conocimiento cuando la persona:

- ✓ Sabe cuándo cada estrategia que utiliza será más efectiva.
- ✓ Puede motivarse para aprender cuando lo necesita.
- ✓ Utiliza diferentes estrategias de aprendizaje dependiendo de la situación.
- ✓ Utiliza sus fortalezas intelectuales para compensar sus debilidades.
- ✓ Aprende mejor cuando sabe algo sobre el tema.

Se concluye que, el conocimiento condicional implica el saber cuándo, cómo y por qué se utiliza el conocimiento y/o una estrategia que dependiendo de las características de la situación permita resolver un problema o desarrollar una tarea. El aprendiz sabe y es capaz de emplear estrategias para cada situación particular y reflexiona sobre dichas estrategias.

5.2.4 Actividades Que Fomentan El Conocimiento Metacognitivo

Pérez y González (2020) proponen dos criterios para clasificar las actividades que fomentan la metacognición en el aula de clase, la dimensión de la metacognición a que apunta la actividad y el momento de la tarea en el que ocurre la reflexión metacognitiva. El primer criterio tiene en cuenta si la actividad fomenta el conocimiento metacognitivo o la regulación metacognitiva y el segundo involucra a las actividades que ocurren antes o luego de la tarea a resolver (actividades offline) y actividades que ocurren durante la resolución de la tarea (actividades online) (Schraw y Gutierrez, 2015; Veenman, 2012 citado por Pérez y González (2020). A partir de ello los autores reflexionan que se presentan, por una parte, actividades de baja demanda cognitiva en la cual se manifiesta el CM de los estudiantes en momentos offline, y, por otra parte, actividades de alta demanda cognitiva donde se requiere de un CM durante la actividad (online).

De las actividades que consideran Pérez y González (2020) basados en varios autores que fomentan el conocimiento metacognitivo en momentos offline y online se tienen las relacionadas con:

Las dificultades en una actividad (offline- CM): la identificación de las dificultades durante una actividad de aprendizaje y la evaluación de las probables dificultades al realizar una tarea o resolver un problema (Campanario y Otero, 2000). Que el estudiante manifieste que dificultad presenta para realizar la tarea y por qué considera que fue una dificultad.

Los juicios sobre lo que sé (offline- CM): los estudiantes indican qué saben sobre el tema que se está trabajando y qué no saben o qué interrogantes se hacen acerca del tema (Kuhn, 2012; Ritchhart, Church y Morrison, 2014 citado por Pérez y González, 2020)

La revisión de mapas conceptuales (offline-CM): para Campanario (2001) los mapas conceptuales ayudan a los estudiantes a darse cuenta de sus procesos de aprendizaje y a valorar las relaciones entre conceptos, especialmente las relaciones cruzadas entre conceptos que aparentemente están inconexos. El CM se manifiesta cuando el alumno reflexiona sobre el proceso que sigue en la construcción de los mapas, sobre las decisiones que toma y sobre los criterios que aplica en tales decisiones.

El registro de lo aprendido (offline-CM): los estudiantes registran lo aprendido durante las actividades realizadas. Esto puede realizarse a partir de preguntas generales como “¿Qué aprendieron sobre el tema o la actividad?” o, por ejemplo, que sintetice la idea o ideas más importantes de la actividad (Ritchhart, Church y Morrison, 2014 citado por Pérez y González 2020).

El volver sobre las concepciones alternativas o ideas previas (offline-CM): los estudiantes revisan las ideas iniciales que tenían sobre el tema (Kuhn, 2012 por Pérez y González 2020), para ello debe plantearse preguntas sobre las ideas previas y luego de terminada la actividad preguntar al estudiante: ¿Cambiaría su respuesta o te parece que está bien? ¿Qué cambiarías y por qué?

Las listas de chequeo (offline- CM): a través de test estandarizados como el Jr. MAI. (Schraw et ál., 2012) el estudiante reflexiona sobre su CM llevado a cabo antes, durante o después de la resolución de una tarea.

El armado de fichas de estrategias (offline/online-CM): después de discutir sobre las estrategias utilizadas para resolver ciertas tareas en la clase, se les pide a los estudiantes que armen fichas de esas estrategias para ayudar a quienes no conocen las estrategias (offline). Puede volverse (online) cuando las fichas son utilizadas por los estudiantes durante alguna actividad (Pérez y González, 2020).

El cartel evocador de obstáculos (offline/online- CM): tras la discusión sobre alguna forma de razonamiento intuitivo persistente en las distintas actividades y que obstaculiza el aprendizaje se solicita a los estudiantes que construyan carteles que funcionen como disparadores para volver a evocar esta forma de razonamiento en otras tareas (Pérez y González, 2020).

Algunas de estas actividades propuestas serán utilizadas, en cada una de las sesiones, dentro de la unidad didáctica a diseñar con el fin de fomentar el conocimiento metacognitivo durante la intervención didáctica para el aprendizaje del tema material genético, en particular las actividades offline. También se emplearán para el diseño de las preguntas que manifiesten el CM de los estudiantes en el instrumento de recolección de datos.

5.3 APRENDIZAJE DEL MATERIAL GENÉTICO

En la literatura acerca de la enseñanza y el aprendizaje de la genética, en la mayoría de las investigaciones se exponen estos dos aspectos, las ideas previas y los conceptos erróneos o alternativos que los estudiantes tienen sobre de la genética en las diferentes temáticas que se enseñan de esta rama de la biología y las dificultades de aprendizaje que se evidencian en los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la genética. En los incisos siguientes se recopilan algunos de los planteamientos sobre estos aspectos.

5.3.1 Ideas Previas Y Concepciones Erróneas De Los Alumnos Acerca Del Material Genético

En la enseñanza de las ciencias empezaron el estudio de las ideas previas de los alumnos a partir de la influencia de Ausubel sobre la importancia de elegir los conocimientos previos como punto de partida para la instrucción (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983 citado por Campanario y Otero 2000), asimismo, la investigación en el área de ideas previas de los alumnos ha producido una fuerte línea de trabajo con numerosas investigaciones y una cantidad considerable de resultados. Caballero (2008) afirma que las ideas que poseen los alumnos acerca de determinados conocimientos de ciencias de la naturaleza coinciden en la existencia de evidentes diferencias entre los conceptos científicos y aquello que al respecto tienen los alumnos en sus mentes. A su vez, Campanario y Otero (2000) expresan que los alumnos mantienen un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre los contenidos científicos que casi siempre son erróneas y reconocen al unísono que estas ideas son uno de los factores clave que deben tenerse en cuenta como condición necesaria (aunque no suficiente) para un aprendizaje significativo de las ciencias.

Del análisis de algunos estudios (Caballero, 2008, Argento, 2013 y Estébanez-Alonso, 2014) con relación a las ideas previas que los estudiantes tienen sobre el material genético se compilaron las siguientes expresiones comunes:

El ADN es el ácido desoxirribonucleico, material genético que contiene información de las características.

- ✓ Consideran al gen como algo que se trasmite de padres a hijos.
- ✓ Que todas las células tienen ADN y genes.
- ✓ Una mutación es un cambio en la información genética.
- ✓ Los genes son únicamente propios en las personas y animales

El conocimiento de los alumnos ha recibido diversas denominaciones, a las ideas previas de los estudiantes en un inicio se le ha dado connotaciones negativas como concepciones erróneas, preconcepciones; luego fueron pasando a una terminología menos negativa como teorías espontáneas, ciencia intuitiva, marcos alternativos, entre otros, (Campanario y Otero, 2000). De las ideas previas de los estudiantes sobre genética la investigación de Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman (2008) expone la identificación de concepciones descubiertas en un concurso de ensayo de estudiantes de secundaria con contenido genético, según lo definido por dos de los autores, Mills-Shaw y Boughman, ambos Ph.D. con experiencia en genética, se consideró un concepto erróneo a cualquier declaración claramente escrita que no reflejara con precisión la naturaleza de la ciencia, tecnología genética o investigación.

De las ideas previas frecuentes reveladas en ensayos de estudiantes en el tema de interés se tiene, que una idea errónea común es que los genes individuales son la causa de la mayoría de los rasgos y enfermedades hereditarias. Otra idea se evidencia en la sugerencia de los estudiantes de que los organismos inferiores, incluidas las bacterias y los hongos, a menudo no transportan ADN. También notaron confusión entre los estudiantes con respecto a la organización jerárquica del material genético y, por último, los estudiantes de manera particular, y con frecuencia no pudieron definir con precisión el ADN, los genes y los cromosomas; a menudo, estos términos se usaban indistintamente (Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman, 2008).

Estas ideas, creencias o concepciones comunes en los estudiantes de secundaria sobre el tema material genético que se han evidenciado en múltiples estudios son referencias que pueden tener correspondencia con las ideas previas que se proyecta reconocer en los estudiantes en el presente estudio, antes de la intervención didáctica, el identificar estas ideas previas permite observar y analizar, luego de la intervención, la presencia de cambios en el aprendizaje de los estudiantes e inferir si estas permanecieron intactas o si fueron reconstruidas en un nuevo conocimiento, asimismo, es importante tenerlas en cuenta para el contenido y el tipo de actividades a incluir en la unidad didáctica.

5.3.2 Dificultades De Aprendizaje Sobre Genética

En el campo de la comprensión de los estudiantes sobre la genética se han realizado varias investigaciones en los distintos niveles educativos, en las cuales se han manifestado las dificultades de aprendizaje de los alumnos acerca del tema. Uno de los más extensos es un estudio de revisión de Knippels (2002) que identificó los principales dominios específicos con dificultades en la enseñanza y aprendizaje sobre la educación genética, y los dividió en cinco categorías que son:

1. El vocabulario y la terminología específicos del dominio.
2. El contenido matemático de las tareas de genética mendeliana.
3. Los procesos citológicos.
4. La naturaleza abstracta del plan de estudios de biología.
5. La naturaleza compleja de la genética: a problemas macro-micro.

De las cinco categorías, de las dificultades que se manifiestan durante el aprendizaje del tema material genético se encuentra la primera categoría, el vocabulario y la terminología extensa y compleja de la genética como una fuente de confusión y error en la educación genética, los estudiantes a menudo no confían en las definiciones de las palabras relacionadas con la genética y existe confusión porque los términos se ven y suenan muy similares; además, la terminología genética al ser extensa, el maestro debe ser selectivo y específico en el uso de los términos genéticos y evitar usar demasiados sinónimos, debido a que los estudiantes pueden ser fácilmente abrumados por la cantidad de nuevos términos genéticos (Knippels , 2002).

La última categoría, también se relaciona con el tema de aprendizaje material genético propuesto en la presente investigación. Según Bahar, Johnstone, y Hansell (1999), Marbach-Ad y Stavy (2000) la naturaleza compleja de los temas de la genética radica en el

hecho de que las ideas y conceptos existen en tres niveles de organización biológica, por tanto en tres niveles de pensamiento diferentes: el macroscópico (plantas y animales), microscópico (células) y sub microscópico (ADN).

A continuación, en la tabla 2 se presentan algunas de las dificultades de aprendizaje en los alumnos acerca el tema de material genético referidas por los diferentes estudios y recopiladas por Gericke & Hagberg (2007 p. 864).

Tabla 2. Dificultades de aprendizaje en los alumnos acerca del material genético

| Autores | Dificultades de los estudiantes |
|--|---|
| Marbach-Ad y Stavy (2000). | A menudo relacionan conceptos a nivel fenomenológico (es decir, macro) y/o nivel organizacional celular, no al nivel molecular. |
| Lewis y Wood-Robinson (2000). | Para distinguir entre genes e información genética |
| Lewis et al. (2000), Marbach-Ad (2000) | Los estudiantes pueden definir solo conceptos genéticos pero muestran dificultades para relacionar los conceptos |
| Lewis, Leah y Wood-Robinson (2000), Marbach-Ad (2000), Lewis y Kattmann (2004) | A menudo explican de manera causal e idealista, no con términos bioquímicos o procesos |
| Knippels (2002) | Para enlazar los diferentes conceptos y procesos genéticos con los diferentes niveles de organización. |
| Caballero (2008) | Tiene confusiones para identificar la localización del material genético y su vía de transmisión |

Fuente: Elaboración propia basada en Gericke & Hagberg (2007)

Al hacer una reflexión sobre este aspecto de la enseñanza y el aprendizaje de la genética, las dificultades evidenciadas en las diversas investigaciones serán consideradas para este estudio en el análisis de los datos obtenidos del instrumento inicial, en el cual no

se desconoce que pueden manifestarse dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, así como también durante la intervención didáctica, e incluso puede que las dificultades no logren superarse después de la intervención, es decir , continúen manifestándose al analizar los datos derivados del instrumento final; y teniendo en cuenta lo descrito en el problema son estos inconvenientes los que buscan superarse.

6 METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta el proceso y los elementos metodológicos relacionados con la investigación, primero se describe el enfoque y alcance en el que se enmarca el proyecto, luego, se detallan las características del contexto, la población, la unidad de trabajo y las consideraciones éticas. También se especifica la unidad de análisis, las técnicas y fuentes de recolección de información, se explica la estructura de la unidad didáctica, se esquematiza el diseño metodológico con la definición de sus fases y, por último, se expone el plan para el tratamiento y la triangulación de los datos.

6.1 ENFOQUE Y ALCANCE

La investigación se enmarca en un enfoque cualitativo fundamentado en la ruta cualitativa de Hernández–Sampieri y Mendoza (2018) que implementa elementos como la presentación de los resultados en categorías y temas definidos organizados en tablas, matrices y figuras que vinculan las categorías o narrativas, la utilización de teorías como marco de referencia para contrastar los resultados del estudio y el proceso de análisis de datos que reúne las descripciones de los participantes y el investigador, entre muchos otros elementos. Desde este enfoque se tratará dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuál es el aporte del conocimiento metacognitivo (CM) al aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado décimo?

Su alcance es descriptivo, este método se emplea para organizar los datos cualitativos, a través de una serie de episodios de análisis se reduce la información recolectada para construir una base sólida y descriptiva que permita un análisis e interpretación de alto nivel (Wolcott, 1994 citado por Miles, Huberman y Saldaña, 2014). De esta manera, a partir de los datos descriptivos obtenidos de las expresiones escritas por los estudiantes en los instrumentos aplicados y las actividades realizadas se busca caracterizar el posible aporte del CM al aprendizaje de la temática abordada.

6.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

El proceso investigativo se realizó en la Institución Educativa San José en el municipio de la Paz departamento del Cesar, esta institución es de carácter público de jornada académica única, con formación en modalidades técnicas en la educación media; se encuentra en la zona urbana, con una comunidad educativa en estrato uno y dos.

La fase de trabajo de campo se realizó durante el segundo semestre del año lectivo 2020 a través de trabajo virtual, el cual es el tipo de trabajo académico que utiliza la institución ante la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19, la institución cuenta con 154 estudiantes en grado 10° de bachillerato distribuidos de acuerdo a su modalidad técnica en 5 grupos, de los cuales se toma un curso para la intervención didáctica de donde se seleccionará la unidad de trabajo.

6.3 UNIDAD DE TRABAJO

El grupo de trabajo para la investigación correspondió a un curso de grado 10° de bachillerato con 31 estudiantes, donde 87% de estudiantes son mujeres, con edades comprendidas entre los 15 a 17 años, La unidad didáctica fue aplicada a todos los estudiantes del curso que estuvieron interesados en participar en la investigación y contaban con recursos TIC's que permitieran el trabajo virtual, se tomaron como muestra 10 de los estudiantes que realizaron completamente el proceso llevado a cabo en la investigación, esto se considera al observar que en el trabajo virtual que se implementó en la institución algunos estudiantes tenían una asistencia intermitente.

6.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación se clasifica en la categoría de riesgo mínimo en menores de edad de acuerdo con lo establecido en la resolución 8430 de 1993, asimismo, bajo esta resolución se presentan las siguientes consideraciones éticas:

- ✓ Respeto a la dignidad y protección al bienestar del sujeto objeto de investigación.

- ✓ Protección de los derechos, deberes y privacidad de los estudiantes participantes.
- ✓ Consentimiento informado de los acudientes que autoricen la participación de su acudido en la investigación (ver anexo 1).
- ✓ Consentimiento del representante legal de la institución educativa que autorice el acceso para desarrollar dentro de la institución la propuesta de investigación (ver anexo 2).

6.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Este elemento presenta las categorías para el análisis de los datos, las cuales emergen de la pregunta de investigación, que pretende caracterizar el aporte del CM al aprendizaje del tema material genético, a partir de ello se plantearon dos categorías: Conocimiento metacognitivo y aprendizaje del tema material genético, cada una de ellas tiene subcategorías e indicadores, como se describe a continuación.

6.5.1 Categoría Conocimiento Metacognitivo

Para identificar los procesos de conocimiento metacognitivo de los estudiantes sobre el aprendizaje del tema material genético, se toma como referencia para la categoría de estudio lo propuesto por Schraw y Moshman (1995) y Schraw et al (2012) acerca del conocimiento metacognitivo con los tres subcomponentes: conocimiento declarativo (CD), conocimiento procedimental (CP), conocimiento condicional (CC). La tabla 3 presenta las subcategorías de análisis y los indicadores basadas en Tamayo (2006) y Tamayo et al (2019), que permitieron reconocer los procesos de conocimiento metacognitivo en los estudiantes antes y después de la intervención didáctica.

Con las respuestas obtenidas de los instrumentos y de acuerdo con los indicadores descritos, se analizó y caracterizó el conocimiento metacognitivo que presentaba cada uno de los estudiantes en el momento inicial y el momento final de la aplicación de la unidad didáctica.

Tabla 3. Sub-categorías Conocimiento metacognitivo

| Conocimiento Metacognitivo | | |
|---|---|--|
| Conocimiento declarativo | Conocimiento procedimental | Conocimiento condicional |
| Incluye el conocimiento que tiene una persona de su aprendizaje, sus habilidades y el uso de su capacidad intelectual. Schraw et al (2012). | Se refiere al conocimiento que tiene un sujeto sobre cómo implementar procedimientos y estrategias de aprendizaje. Schraw y Moshman (1995). | Es un saber por qué y cuándo se usan el conocimiento declarativo y el procedimental (Garner, citado por Tamayo 2006). |
| Indicador CD | Indicador CP | Indicador CC |
| Identificar si el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema y las fortalezas y debilidades de su aprendizaje. | Identificar si el estudiante define las acciones o los pasos seguidos en la solución de problemas o para realizar una tarea. | Identificar si el estudiante reconoce que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver problemas o situaciones. |

Fuente: Adaptada de Cadavid (2013)

6.5.2 Categoría Aprendizaje Del Tema Material Genético

El aprendizaje del tema material genético se analizó desde dos sub-temas: organización del material genético y los ácidos nucleicos, considerados además como la subcategoría de análisis, la tabla 4 presenta los indicadores de aprendizaje de cada uno de ellos.

Tabla 4. Sub-categorías Aprendizaje del tema material genético

| Aprendizaje del tema material genético | |
|---|---|
| Organización del material genético | Ácidos Nucleicos |
| Forma como se ordena el material genético de los virus, procariotas y eucariotas desde el nivel celular hasta el nivel molecular. | Constituyen el material genético de los organismos, para el almacenamiento y la expresión de la información genética. Existen dos tipos el ADN y el ARN. (Mena y Navarro, 2013) |
| Indicadores | Indicador |
| -El estudiante comprende la naturaleza y organización del material genético. | El estudiante identifica, explica y representa las estructuras de los ácidos nucleicos como macromoléculas de almacenamiento y transmisión del material hereditario. |
| -El estudiante es capaz de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN. | |

Fuente: Elaboración propia

6.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Como fuente para la recolección de información se utilizó un instrumento de papel y lápiz, un cuestionario que consta de 6 preguntas abiertas, diseñado con el propósito de identificar el conocimiento metacognitivo de los estudiantes antes y después de la intervención didáctica, así como también, reconocer las ideas previas y el aprendizaje que los estudiantes poseen sobre el tema material genético, las preguntas indagan sobre estos aspectos, para su validación el instrumento pasó por juicio de expertos por el asesor y los evaluadores, además, por el pilotaje para determinar la pertinencia de las preguntas implementadas de tal manera que arrojen datos significativos para la investigación. Para el análisis de la información se consideraron únicamente los datos que arrojaron estos

instrumentos aplicados al inicio y al final de la unidad didáctica. En el anexo 3 se presenta el instrumento utilizado.

6.7 UNIDAD DIDÁCTICA

La unidad didáctica diseñada y aplicada presenta actividades que están orientadas a fomentar el conocimiento metacognitivo declarativo, procedimental y condicional en momentos offline, es decir, actividades que ocurren después de la tarea a resolver (Schraw y Gutiérrez, 2015; Veenman, 2012 citado por Pérez y González, 2020), tales como juicios sobre lo que saben, registro de lo aprendido, dificultades de la actividad, entre otras. Asimismo, actividades para el aprendizaje de temas como organización del material genético y los ácidos nucleicos: estructura y funciones, a través del uso de técnicas y estrategias para adquirir, integrar, extender y refinar el conocimiento (Marzano y Pickering, 2005) como la estrategia S-Q-A, enseñanza recíproca, organizadores gráficos, representaciones físicas, matriz de comparación, etc. Además, se tomará en cuenta la propuesta de Tamayo, Vasco, Suarez de la Torre, Quiceno, García y Giraldo, 2011 citado por Álvarez, 2013) de los 5 aspectos que deben integrar una unidad didáctica: ideas previas, historia y epistemología de la ciencia, los múltiples lenguajes incluyendo las TIC, la reflexión metacognitiva y evolución conceptual.

La unidad consta de 8 sesiones de trabajo de 2 horas por sesión y tres actividades extracurriculares, distribuidas en 4 semanas de trabajo, las cuales atendiendo a la emergencia sanitaria por la pandemia del COVID-19 se realizaron a través de videoconferencias programadas dentro de la jornada académica. En la primera sesión se aplicó el instrumento inicial de recogida de información antes de estudiar el tema material genético y la última se aplicó nuevamente el mismo instrumento una vez terminado el proceso de enseñanza y aprendizaje del tema. A continuación, en la tabla 6 se describen brevemente algunas de las actividades planteadas por sesiones.

Tabla 5. Algunas actividades por sesiones de la unidad didáctica

| Sesiones | Actividades |
|---|--|
| 1. Instrumento inicial | Se aplica un cuestionario, el cual consta de 6 preguntas, se le pide al estudiante que por favor responda las preguntas de la forma más sincera y completa posible. |
| 2. ¿Cómo se organiza el material genético? | Hoja de trabajo Se-Quiero saber-Aprendí (S-Q-A), antes de observar el video el estudiante escribe lo que sabe y quiere saber de ¿Cómo se organiza el material genético?, luego del video escribe lo que aprendió; en la sesión se presentan dos actividades más, al final de la sesión se le pide al estudiante que revise la hoja de trabajo y se le pregunta ¿Cambiarías algo de lo escrito o consideras que está bien? ¿Qué cambiarías y por qué? |
| 3. Organización del material genético en virus, procariontes y eucariotas | El estudiante elaborará un mapa conceptual de la organización del material genético en eucariotas, luego se le pide que reflexione y señale en el mapa las relaciones entre conceptos que considera que puede explicar sin problema, de las que tenga dudas o preguntas (escribir las preguntas) y de las que no entiende. |
| 4. Los ácidos nucleicos: los nucleótidos, el ARN | Los estudiantes realizarán una representación física de la estructura del ARN utilizando el material suministrado, luego en clase expondrá la estructura realizada. Explicará por escrito los pasos para realizar la estructura del ARN. Al final de la actividad se pregunta si fue difícil realizar la actividad y por qué. |
| 5. Los ácidos nucleicos: el modelo de la doble hélice del ADN | El estudiante construirá una estructura que represente el modelo de la doble hélice del ADN utilizando el material suministrado, realizará una exposición explicando el modelo. Explicará (escrito) los pasos para la realización de la estructura del ADN. Se le pregunta si fue difícil la actividad y por qué; ¿qué |

| | |
|--------------------------------------|---|
| | aprendió del tema?, realice un resumen con las ideas principales. |
| 6. Ácidos nucleicos: el ADN y el ARN | Se le pide al estudiante que realice una matriz de comparación con similitudes y diferencias entre el ADN y el ARN teniendo en cuenta los siguientes aspectos: estructura, funciones, tipos y localización en la célula. Terminada la comparación se le pregunta ¿qué aprendió del tema?, realice un resumen con las ideas principales. |
| 7. Replicación o duplicación del ADN | El estudiante en un diagrama que representa las cadenas molde de una cadena de ADN en replicación se le pide que dibuje las cadenas recién sintetizadas e identifique las cadenas líder y retrasada. Luego se le pregunta los pasos para la realización de la actividad, si fue difícil la actividad y ¿Por qué? |
| 8. Instrumento final | Se aplica nuevamente el instrumento presentado en la primera sesión. |

Fuente: Elaboración Propia.

6.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo metodológico de la investigación se propone la descripción de las fases del proyecto desde el proceso metodológico y luego un esquema que las representa.

Fase uno: Teniendo en cuenta las categorías de análisis se diseñó y validó el instrumento inicial (lápiz y papel) que consiste en un cuestionario, que busca reconocer las ideas previas que poseen los estudiantes sobre el tema material genético y los procesos de conocimiento metacognitivo que puedan tener antes de la intervención didáctica.

Fase dos: Se realizó el diseño de la unidad didáctica a emplear con actividades que fomenten el conocimiento metacognitivo, además de elementos estructurales como: uso de las Tics, las ideas previas, la historia y epistemología del concepto, se considera también,

las dificultades que presentan los estudiantes respecto al aprendizaje del tema material genético.

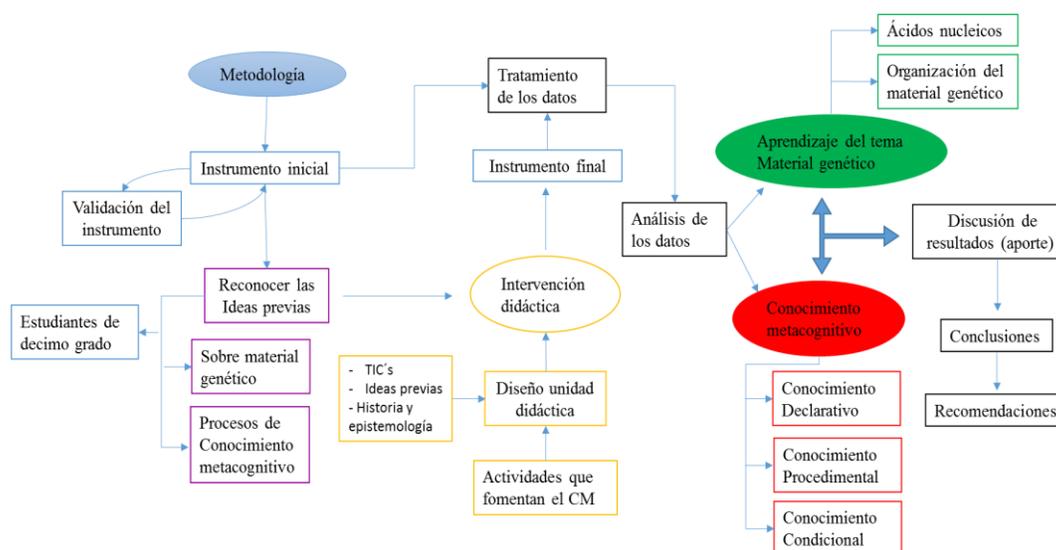
Fase tres: se realizó la aplicación de la unidad didáctica, con seguimiento al desarrollo de las actividades que permitan evidenciar los procesos de CM y aprendizaje que llevan a cabo los estudiantes.

Fase cuatro: Terminada la intervención didáctica se aplicó el instrumento (papel y lápiz) que se utilizó en la fase uno, con el fin de identificar la presencia de cambios en los procesos de conocimiento metacognitivo y el aprendizaje de los estudiantes y si lograron superarse las dificultades halladas producto de análisis del instrumento y se realizó el tratamiento de los datos obtenidos de este instrumento.

Fase cinco: Se le realizó el análisis y las discusiones de los resultados a partir los datos categorizados de los instrumentos inicial y final, con el propósito de caracterizar el aporte del CM al aprendizaje del tema material genético; se generan las conclusiones del proyecto teniendo en cuenta los objetivos de investigación planteados, se elaboraron las recomendaciones y se escribirá un artículo con fines de publicación científica.

El siguiente esquema representa el diseño metodológico:

Figura 1. Diseño metodológico



Fuente: Elaboración propia

6.9 PLAN DE ANÁLISIS

El análisis de la información y la triangulación de los datos se realizó luego de aplicar los instrumentos de papel y lápiz, antes y después de la intervención didáctica, teniendo en cuenta las categorías de análisis previamente establecidas se organizaron los datos para evaluar las descripciones obtenidas de las respuestas, por ello dicha información se analizó desde el contenido y en el tratamiento de los datos según lo propuesto por Rodríguez, Gil, García (1996) y Miles, Huberman y Saldaña, (2014) se planea realizar las siguientes tareas:

1. Los datos se dispusieron y agruparon en matrices o tablas de doble entrada construidas con columnas y filas donde se introduce la información escrita por los estudiantes, separando el contenido según el criterio de la temática en conocimiento declarativo, conocimiento procedimental y el conocimiento condicional en el tema organización del material genético y en el tema ácidos nucleicos que son las subcategorías de análisis.
2. Para la reducción de datos, se tomó como referencia los indicadores de cada una de las sub-categorías de conocimiento metacognitivo y aprendizaje del tema material genético.

3. Para analizar el contenido de las respuestas de los estudiantes se realizó una descripción de los hallazgos evidenciados en los indicadores individuales de la unidad de trabajo para cada una de las categorías, y para identificar la presencia de cambios en el conocimiento metacognitivo de los estudiantes se compara la información inicial y final obtenida de los resultados.

4. Una vez realizado el análisis de los datos se enlazaron los resultados obtenidos en ambas categorías para caracterizar el posible aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético, surgiendo posteriormente, las conclusiones derivadas de la investigación.

7 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

7.1 IDEAS PREVIAS ACERCA DEL MATERIAL GENÉTICO

Uno de los objetivos de esta investigación es reconocer las ideas previas en los estudiantes sobre el aprendizaje del tema material genético antes de la intervención didáctica. Del instrumento de papel y lápiz (anexo) aplicado a la unidad de trabajo se tomó para el análisis de la información una muestra de 10 estudiantes. A continuación, se muestra el análisis realizado, las preguntas, las respuestas de los estudiantes y algunas ideas previas que surgen de dichas respuestas:

Ante la P1a1. Completa la tabla de acuerdo con lo que sabes con respecto al término cromosoma se resalta la idea de 5/10 de los alumnos sobre este término, en la cual los estudiantes asocian al cromosoma como parte de la membrana celular, como se evidencia en sus respuestas:

E1: *Que es una función nuclear parte de la membrana.*

E2: *Es aquella pequeña partícula que se encuentra en la membrana celular de la célula.*

E3: *Está relacionado con la célula y el núcleo, está en la membrana celular.*

E4: *La relaciona con biología y hace parte de la membrana celular.*

E5: *Hace parte de la membrana.*

En la misma tabla se pregunta sobre lo que sabe del término Gen, se infiere que los estudiantes presentan dificultad en la definición del término de gen y sus nociones discrepan del concepto, alude a ideas que lo relaciona al carácter hereditario, algo que heredamos de los padres, las características o rasgos que recibimos. Estas expresiones coinciden con el estudio realizado por Caballero (2008) en el cual las ideas previas que los estudiantes tienen sobre el término gen con lo explica el autor: “atribuyen este término en

relación con la transmisión hereditaria: algo que se transmite de padres a hijos, características hereditarias que se transmiten”. Ello se manifiesta en sus respuestas a P1b1:

E1: Como si uno tiene el mismo que la mama o el abuelo o papa.

E3: Es una molécula de carácter hereditario que heredamos de nuestros padres y hace que tengamos características específicas

E4: Partícula que puede heredar un ser vivo de otro, trae relación con biología.

E6: De él recibimos nuestras cosas rasgos físicos y anatómicos el gen o tenemos en una parte de las células

Con respecto al término ADN, revisado desde la pregunta P1c1 de las respuestas de los estudiantes se distinguen que E3 y E5 definen el término con su nombre “ácido desoxirribonucleico”, los E2 y E4 consideran el ADN como una cadena de moléculas; E1, E3, E8 y E10 refiere que es determinante en las características del individuo y los E5, E7, E9 manifiesta la idea de relacionar el ADN con la sangre, como se muestra en algunas de sus respuestas:

E3: Es definido como ácido desoxirribonucleico lo heredamos de nuestros padres es donde viene sus características y es como pueden diferenciar quienes somos a través de algunas cosas.

E5: Que son ácidos desoxirribonucleico y se encuentran en nuestra sangre.

E7: Sé que se encuentra en la sangre de los humanos, animales, etc

E10: Donde se encuentran las características del individuo

Se reconoce que las ideas previas de los estudiantes con relación al término de ADN concuerdan con el estudio de Caballero (2008) en los siguientes apartes: en definir el significado a partir de su sigla (ácido desoxirribonucleico), en el reconocimiento por parte

de un grupo de estudiantes en referencia a que es determinante de las características del individuo y dentro de las ideas convergen con la relación especial del ADN con la sangre. En lo referente a esto último el autor sugiere que, “aparte de las creencias populares, puede deberse a que uno de los ejemplos más utilizados para explicar la genética humana es el de la herencia de los grupos sanguíneos”, se puede decir que la idea también puede estar influenciada por el cine y la televisión, donde se presentan temas como pruebas de ADN en sangre para identificar a una persona en la escena de un crimen, prueba de paternidad o pruebas en sangre para determinar lazos familiares, etc.

Asimismo al indagar sobre el concepto de ARN que presentan los estudiantes, las concepciones expresadas por los estudiantes no se asemeja al concepto teórico, la idea más enunciada es expresada por E2, E6, E7, E8 como “es la copia del ADN”, con referencia a esta idea, se piensa que esta expresión puede deberse a su asociación con el proceso de transcripción del ADN, al estudiante se le explica que en este proceso el ADN se transcribe al ARNm (ARN mensajero) generando una molécula del ARN que se denomina mensajero porque lleva la información transcrita (copiada) de la molécula de ADN.

E2: Es la copia del ADN la cual cambia un compuesto del enlace

E6: Es el que lleva el mensaje la clonación del ADN

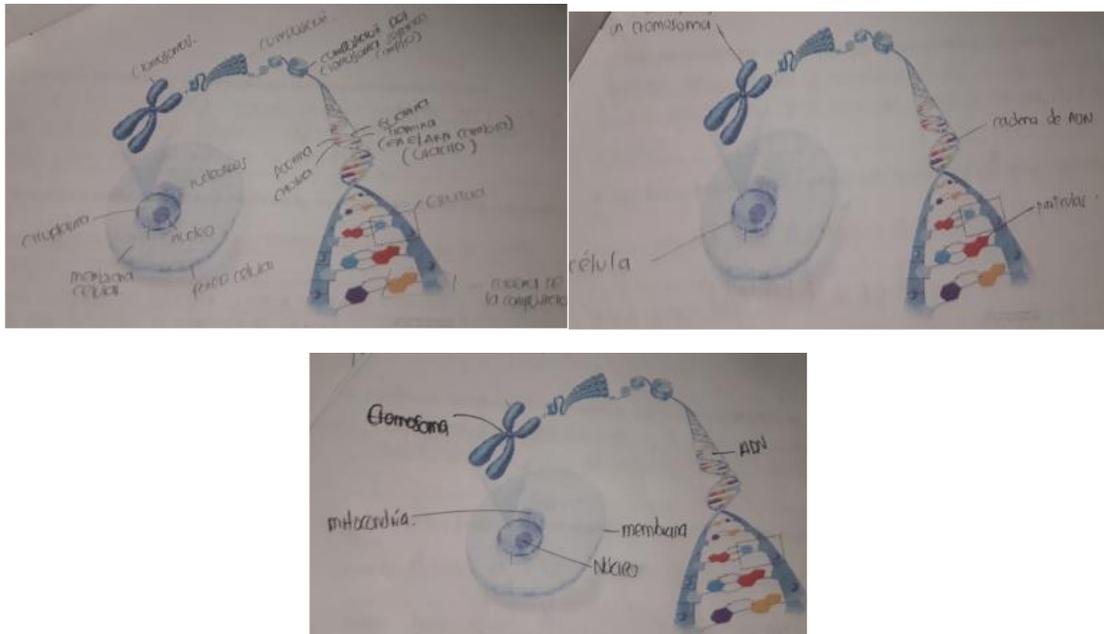
E7: Es la copia del ADN

E8: Es la copia del ADN

En la P2 donde los estudiantes debían observar una imagen e identificar los elementos reconocidos, se tiene que, E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10 reconocen la existencia del núcleo y del cromosoma E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10. Asimismo, los estudiantes E2, E4, E5, E7, E8 distinguen la cadena del ADN y la célula en la imagen. Si bien 6/10 estudiantes de la muestra reconocieron el núcleo y el cromosoma, no reorganizaron la idea inicial de P1a1, donde una idea repetitiva fue la ubicación de cromosoma en la membrana celular, acerca de esto, unas de las dificultades que presentan los estudiantes en el

aprendizaje del tema material genético según Bahar, Johnstone, y Hansell (1999) Marbach-Ad y Stavy (2000).es la naturaleza compleja de estos temas, que radica en el hecho de que las ideas y conceptos existen en tres niveles de organización biológica: el macroscópico (plantas y animales), microscópico (células) y sub microscópico (ADN), en este caso se infiere que se le dificulta al estudiante relacionar la naturaleza microscópica de la célula (núcleo, membrana, cromosoma) y sus interacciones sub-microscópicas (gen, ADN). Algunas de las ilustraciones de los estudiantes.

Figura 2. Respuestas de algunos estudiantes a la P2 antes de la intervención



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E3, E4, E5 respectivamente

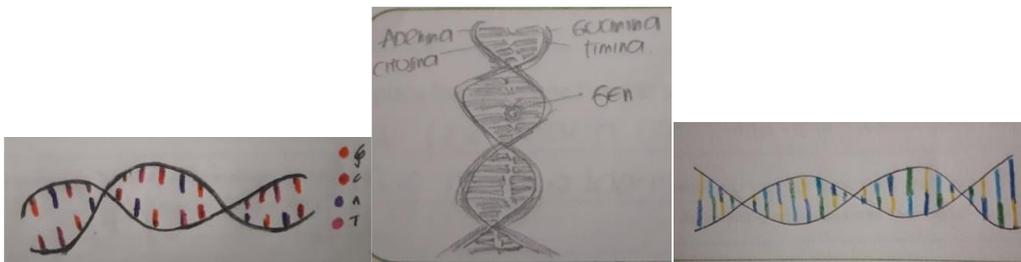
En una visión general, con respecto a los términos cromosoma, gen, ADN, ARN y la organización del material genético, se encontraron las siguientes ideas previas:

- Relaciona el cromosoma con parte de la membrana celular.
- Reconocen la imagen del cromosoma
- El gen es algo que heredamos de los padres, las características o rasgos que recibimos (Caballero, 2008, Argento, 2013 y Estébanez-Alonso, 2014).

- Referirse al ADN indicando el significado de su sigla (Caballero, 2008).
- Asociar el ADN con la sangre y con factores característicos del individuo.
- Reconocen que el ADN está contenido en la célula (Argento, 2013 y Estébanez-Alonso, 2014)
- Usan los términos indistintamente y con frecuencia no pudieron definir con precisión el ADN, los genes y los cromosomas (Mills-Shaw, VanHorne, Zhang y Boughman ,2008)
- Identifican al ARN como la copia del ADN

Para reconocer las ideas previas acerca de los ácidos nucleicos en la P4. Se presenta el siguiente enunciado: Como trabajo para el área de ciencias naturales debes elaborar una maqueta que represente la estructura del ADN, en el recuadro realiza el dibujo de la estructura del ADN que reproducirás en la maqueta. Los estudiantes E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 realizaron el dibujo de la doble cadena helicoidalmente enrollada alrededor de su mismo eje, representando la estructura secundaria del ADN, el grupo de estudiantes E2, E3, E4, E7, E9 indicó e hizo referencia a las bases nitrogenadas dentro de la doble hélice como se observa en los dibujos:

Figura 3. Representaciones de la estructura del ADN antes de la intervención



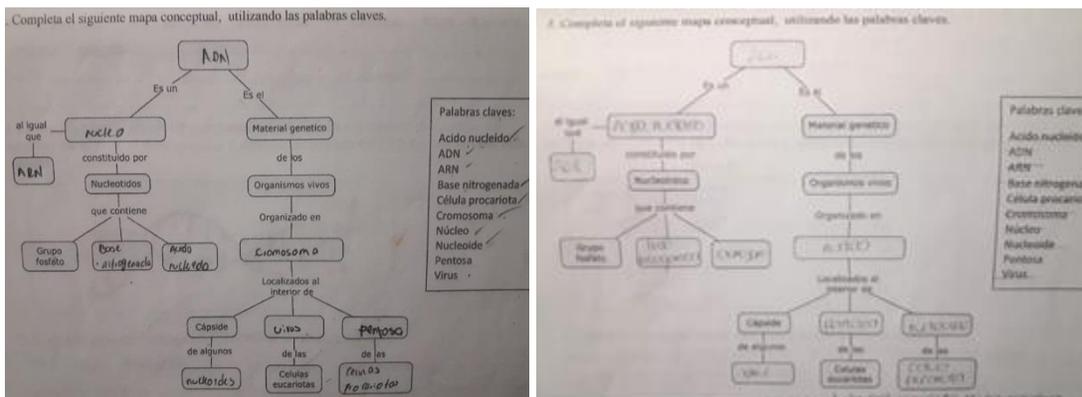
Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E2, E3, E7 respectivamente

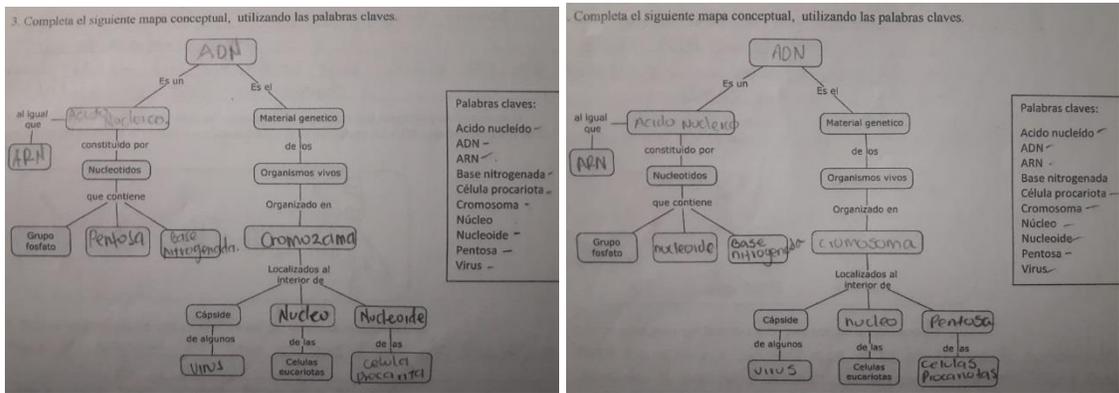
Si bien 8/10 reconocen la doble hélice de la estructura secundaria del ADN, se observa que E1, E3 y E6 no volvieron a sus concepciones anteriores para indicar y nombrar la cadena de ADN en la imagen presentada en la P2a. Se evidencia de nuevo la dificultad de los alumnos en relacionar los tres niveles de organización biológica, es decir, la

naturaleza microscópica de la célula (núcleo, cromosoma) y sus interacciones sub-microscópicas (ADN).

En la P3. Se le pide al estudiante que complete un mapa conceptual utilizando las palabras claves presentadas. Según las relaciones entre concepto que se establecen se visualiza que todos los estudiantes relacionan al ADN como el material genético de los organismos vivos, los E1, E2, E3, E4, E6, E8 y E10 consideran que existe similitud entre el ADN y ARN en su naturaleza, los E3, E4, E6, E8 y E10 los relacionan como ácidos nucleicos, asimismo E1, E2, E3, E4, E6 y E8 reconocen que los ácidos nucleicos contiene bases nitrogenadas; sin embargo en la P4 solo estos estudiantes E2, E3 y E4 representaron e indicaron las bases nitrogenadas en la estructura del ADN. De las demás relaciones se hace manifiesto que los E2, E6 y E8 indicaron que el material genético está organizado en los cromosomas y el resto de las relaciones entre conceptos y las palabras claves son inexactamente señaladas. Las siguientes imágenes muestran las relaciones establecidas como respuestas de los estudiantes.

Figura 4. Mapas conceptuales completado por los estudiantes antes de la intervención



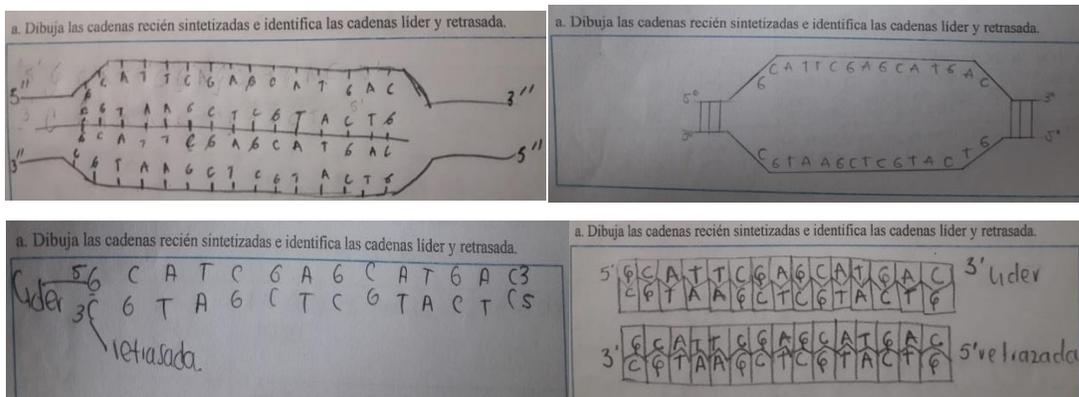


Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E2, E3, E6, E8 respectivamente

La P5a. Solicita al estudiante que teniendo en cuenta el diagrama que representa las cadenas molde de una burbuja de replicación en una molécula de DNA, dibuje las cadenas recién sintetizadas e identifique las cadenas líder y retrasada.

De las respuestas ilustradas por los estudiantes se presentan que los E2 y E8 representan la replicación de la cadena de ADN de forma correcta, el primero lo realiza usando la burbuja de replicación y el segundo lo realiza de forma lineal e indica las cadenas líder y retrasada; los E1 y E3 dibujaron la misma burbuja de replicación presentada en la pregunta y los E4 y E5 representaron la cadena superior en forma lineal y la complementaron, E5 además identificó la cadena líder y la retrasada. Se infiere que los estudiantes dentro de sus ideas reconocen la complementariedad de las bases nitrogenadas en la cadena de ADN en el proceso de replicación, dicha concepción hace parte de los referentes teóricos sobre la regla de Chargaff (1950) y el modelo de la doble hélice propuesto por Watson y Crick (1953). Esta idea se observa en las ilustraciones propuestas por los estudiantes.

Figura 5. Replicación de un fragmento de ADN antes de la intervención



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E2, E3, E5, E8 respectivamente

Acerca de los ácidos nucleicos se reconocieron las siguientes ideas previas expuestas por los estudiantes:

- El ADN y ARN son similares en su naturaleza.
- Los ácidos nucleicos contienen bases nitrogenadas.
- El ADN es el material genético de los organismos vivos.
- Algunos estudiantes identifican la complementariedad de las bases nitrogenadas en la cadena de ADN

7.2 ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO

La investigación tiene por objetivo caracterizar el posible aporte del conocimiento metacognitivo al aprendizaje del tema material genético en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa San José (La Paz, Cesar). Por ello se busca reconocer el conocimiento metacognitivo de los estudiantes sobre el aprendizaje del tema material genético antes de la intervención didáctica e identificar el CM en los mismos después de la intervención. Las preguntas realizadas para identificar CM se derivan de una pregunta sobre el aprendizaje del tema material genético, las respuestas han sido organizadas en matrices por los subcomponentes del CM: *conocimiento declarativo (CD)*, *conocimiento procedimental (CP)*, *conocimiento condicional (CC)* que se presentan en los anexos 5, anexo 6, anexo 7, respectivamente. Luego de triangular la información, las siguientes tablas

que se presentan para el análisis recopilan los indicadores de conocimiento declarativo antes de la intervención didáctica (CDAI) y después de la intervención (CDDI) (tabla 6), conocimiento procedimental antes de la intervención (CPAI) y después de la intervención (CPDI) (tabla 7) y conocimiento condicional antes de la intervención (CCAI) y después de la intervención (CCDI) (tabla 8)

Tabla 6. Indicadores del Conocimiento declarativo

| Estudiante | Indicador de CDAI | Indicador de CDDI |
|-------------------|---|---|
| E1 | Reconoce lo que no sabe sobre el tema, expresa sus dificultades, no reconoce fortaleza. | Reconoce lo que sabe, en sus expresiones no se evidencia que reconoce sus dificultades y fortalezas. |
| E2 | Reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema, en sus expresiones no se evidencia que reconoce sus dificultades y fortalezas. | Reconoce lo que sabe y no sabe, mejoro en expresar sus dificultades y fortalezas, fue buen juez de lo que entiende y no entiende. |
| E3 | Reconoce lo que sabe y no sabe, expresa sus dificultades, no reconoce fortaleza, fue juez de lo que no entendió. | Reconoce lo que sabe, sus dificultades y fortalezas. |
| E4 | Reconoce lo que no sabe, en sus expresiones no se evidencia que reconoce sus dificultades y fortalezas. Fue buen juez de lo que no entendió. | Reconoce lo que sabe y no sabe, en sus expresiones no se evidencia que reconoce sus dificultades y fortalezas. Fue buen juez de lo que entendió y lo que no entendió. |
| E5 | Reconoce lo que no sabe, sus dificultades y fortalezas, fue juez de lo que entiende y no entiende. | Reconoce lo que sabe y algunas fortalezas, fue juez de lo que entiende. |

| | | |
|------------|---|---|
| E6 | Reconoce lo que no sabe sobre el tema. | Reconoce lo que sabe y sus fortalezas, mejoro en expresar sus dificultades, fue juez de lo que bien que entendió algo. |
| E7 | Reconoce lo que sabe y no sabe, y sus dificultades, en las expresiones no se evidencia que reconoce sus fortalezas de aprendizaje, fue juez de lo que entiende y no entiende. | Reconoce lo que sabe y no sabe, en sus expresiones no se evidencia dificultades y fortalezas de aprendizaje, fue juez de lo que entendió. |
| E8 | Reconoce lo que sabe y no sabe, en sus expresiones no se evidencia dificultades y fortalezas de aprendizaje, fue juez de lo que no entendió. | Reconoce lo que sabe, en sus expresiones no se evidencia dificultades y fortalezas de aprendizaje, fue juez de lo que entendió y no entendió. |
| E9 | En sus respuestas no se evidencia indicadores de CD. | En sus respuestas no se evidencia indicadores de CD. |
| E10 | Fue juez de lo que no entendió, en sus respuestas no se evidencia reconocer dificultades y fortaleza de aprendizaje y lo que sabe o no sabe sobre el tema. | Fue juez de lo que entendió y no entendió, en sus respuestas no se evidencia reconocer dificultades y fortaleza de aprendizaje y lo que sabe o no sabe sobre el tema. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Indicadores del Conocimiento Procedimental

| Estudiante | Indicador de CPAI | Indicador de CPDI |
|-------------------|--|--|
| E1 | Las descripciones realizadas por el estudiante no evidencia CP. | Describió los pasos y las acciones seguidos para realizar la tarea y solucionar un problema. |
| E2 | Las descripciones realizadas por el estudiante no evidencia CP. | Describió las acciones seguidos para realizar la tarea y solucionar un problema. |
| E3 | La descripción realizada evidencia CP en la realización de una tarea específica. | Describió los pasos y las acciones seguidos para realizar la tarea y solucionar un problema. |
| E4 | Las descripciones realizadas por el estudiante no evidencia CP. | Describió los pasos seguidos para realizar la tarea. |
| E5 | Describe los pasos para realizar las tareas asignadas. | Describe las acciones para realizar una tarea asignada. |
| E6 | La descripción realizada evidencia CP en la realización de una tarea específica. | Describe los pasos para realizar una tarea y las acciones para solucionar un problema. |
| E7 | Evidencia CP en la realización de una tarea específica. | Las descripciones realizadas por el estudiante no evidencia CP. |
| E8 | Describe las acciones para solucionar un problema. | Describe las acciones para realizar una tarea y los pasos para resolver un problema. |
| E9 | Las descripciones realizadas por el estudiante no evidencia CP. | Escribe las acciones para realizar una tarea asignada. |
| E10 | La descripción realizada evidencia CP en la realización de una tarea específica. | Describe las acciones para solucionar un problema. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Indicadores del Conocimiento condicional

| Estudiante | Indicador de CCAI | Indicador de CCDI |
|-------------------|--|---|
| E1 | En sus expresiones se evidencia que reconoce lo que no sabe. | En sus expresiones no se evidencia CC. |
| E2 | En sus expresiones se evidencia que reconoce lo que no sabe. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema (CD). |
| E3 | Reconoce que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver situaciones. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema (CD). |
| E4 | Reconoce que sabe, cuando y porque utiliza cierto conocimiento para resolver la situación. | Reconoce que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver situaciones. |
| E5 | En sus expresiones se evidencia que reconoce lo que no sabe. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema (CD). |
| E6 | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que no sabe. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe. |
| E7 | En sus expresiones no se evidencia CC. | En sus expresiones no se evidencia CC. |
| E8 | En sus expresiones se evidencia que reconoce lo que no sabe. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe (CD). |
| E9 | En sus expresiones no se evidencia CC. | En sus expresiones no se evidencia CC. |

| | | |
|------------|--|--|
| E10 | En sus expresiones se evidencia que reconoce lo que no sabe. | Dentro de las expresiones se evidencia que el estudiante reconoce lo que sabe. |
|------------|--|--|

Fuente: Elaboración propia

7.2.1 Sub-Categoría Conocimiento Declarativo

Conocimiento declarativo antes de la intervención didáctica (CDAI)

Para el análisis de esta sub-categoría se toma como indicadores de CD identificar si el estudiante reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema y las fortalezas y debilidades de su aprendizaje, considerando que según Tamayo (2006) el conocimiento declarativo es un “conocimiento proposicional referido a un saber que, acerca de uno mismo como aprendiz y de los diferentes factores que influyen de manera positiva o negativa en nuestro rendimiento” (p.2)

A las preguntas P1a2, 3. P1b2, 3. P1c2, 3. P1d2,3. y P2b. referentes a lo que no sabe con respecto a los cromosomas, al gen, al ADN, ARN y los interrogantes que tiene, se infiere de las respuestas de los estudiantes que E2, E3, E7 y E8 reconoce lo que saben y no saben sobre el tema, se observa que las respuestas inician con la frase “No sé” y en los interrogantes reconocen aspectos de la temática como **P1a2,3E2. Que le aporta a la célula, P1c2, 3E3. Su composición, su estructura, sus características, P1c2, 3E7. ¿Qué función tiene el ADN? ¿Por qué es importante el ADN? P1a2, 3E8. ¿Cuántos tenemos? ¿Cuál es su función? ¿Qué relación tiene con la fecundación?**, complementado con lo que sabe en P2b se le solicita al estudiante colocar un título a una imagen que sintetice la idea que representa de las respuestas **E3. Estructura del núcleo y sus componentes, E7. El núcleo y el ADN**, dan cuenta junto con las ideas previas que plasmaron acerca de lo que creen saber los estudiantes sobre los cromosomas, el ADN y ARN.

Asimismo, del grupo los E1, E4, E5 y E6 reconocen lo que no saben sobre el tema y se manifiestan aludiendo por lo general que “no me acuerdo”, estas observaciones del

conocimiento sobre los procesos cognitivos, lo expresa Martí (1995) son muestra de este tipo de conocimiento en la metacognición “por ejemplo, conocer la amplitud de su memoria ante una tarea determinada, saber que determinado tipo de tarea es más difícil que otra, darse cuenta de que no he entendido la explicación que me acaban de dar”.

En las preguntas P4c y P5c se le requiere al estudiante expresar las dificultades y en las P4d y P5d las fortalezas al realizar las actividades de las P4 y P5a, de las respuestas presentadas se encuentra que los E1 y E3 en sus expresiones manifiestan sus dificultades en la ejecución de la actividad, pero no se evidencian fortalezas, por su parte los E5 y E7 declara sus dificultades y fortalezas al realizar las actividades como se exaltan en la tabla 9; en las palabras escritas por los E2, E4, E6, E8 y E10 no se revelan noción de dificultades como lo indican **P5cE2**. *De todo un poco porque no sé cómo me explico*, **P4cE4** *Quería hacer un buen dibujo como el que entregue una vez y no recordaba los nombres, pero pase a la 5 y más o menos recordé*. **P5cE8**. *Bueno creo que lo hice bien, ya que pude recordar que G va con C y T va con A*; así también no declaran expresiones que puedan reconocerse como fortalezas: **P5dE2**. *No se cuales fueron creo que eso llego a mi mente de repente* **P5dE10**. *Ninguna porque creo que lo hice mal, lo único que recordé es cromosomas* **P4dE6** *Un dibujo que la seño una vez realizo en el curso*.

A continuación, en la tabla se presenta la recopilación de algunas de las respuestas de los estudiantes, donde las expresiones resaltadas en rojo dan cuenta de lo que sabe o no sabe el estudiante, las expresiones resaltadas en azul las dificultades y las verdes las fortalezas.

Tabla 9. Algunas respuestas de los estudiantes de CDAI

| Pregunta | Respuestas |
|--|---|
| 1. <i>Completa la siguiente tabla de acuerdo P1a2, 3</i> Lo que no sabe con respecto a los cromosomas y los interrogantes que tiene. | <p>E2. No se cual es su mayor función que desarrolla. ¿Su principal función o que le aporta a la celula?</p> <p>E4. No recuerdo que es. ¿Su función? ¿Que es? Características.</p> <p>E6. No se para que sirve ni que función tiene.</p> <p>¿Para que sirve el cromosoma? ¿Que función tiene el cromosoma?</p> <p>E8. No sé qué es, su concepto, no se su función. ¿Cuál es su función? ¿Cuantos tenemos? ¿Cuál es su función? ¿Qué relación tiene con la fecundación?</p> |
| P1b2, 3 Lo que no sabe con respecto al gen y los interrogantes que tiene. | <p>E2. No se lo que trabaja en los organismos</p> <p>Porque trabaja en los organismos y no en otra parte</p> <p>E4. No sé su término y tampoco se muy específicamente que es. ¿Una definición más concreta?</p> <p>E6. No me acuerdo de como funciona ¿Porque cumpliria esa función? ¿Porque se encuentra en ese lugar?</p> <p>E8. No recuerdo el concepto. ¿Porque es importante? ¿Cuál es su función?</p> |
| P1c2, 3 Lo que no sabe con respecto al ADN y los interrogantes que tiene. | <p>E2. No se porque siempre tiene que ir G-C A-T y no al revers</p> <p>¿que llegaria a pasar si cambian las siglas G-A y T-C</p> <p>E4. Me falta más profundidad en el concepto. Desglosar más el concepto ¿que es?</p> <p>E6. No me acuerdo de su función ¿Cual es su función?</p> <p>E8. No recuerdo como se realiza el proceso de transmisión de él. ¿Cuál es su concepto? ¿Cuál es su función?</p> |

| | |
|--|--|
| <p>P1d2, 3 Lo que no sabe con respecto al ARN y los interrogantes que tiene.</p> | <p>E2. No se por que cambia un compuesto o complementa el ADN. ¿Por que hace una gran copia del ADN en vez de crear su propia cadena?</p> <p>E4. No sé nada, pero algo se hizo. ¿Definición? ¿Su función? ¿Que es?</p> <p>E6. No me acuerdo debo dar la clase de nuevo.</p> <p>E8. No me acuerdo muy bien su conceptualización y su función ¿Cuál es su función? ¿Cuál es su definición clara?</p> |
| <p>P2b. Colócale un título a la imagen que sintetice la idea que representa.</p> | <p>E2. Partes de la célula y cadena de ADN</p> <p>E4. La célula y de que se compone</p> <p>E6. El ciclo genetico</p> <p>E8. Información genética</p> |
| <p>P4 c. ¿Cuáles fueron las dificultades que tuviste para representar la estructura del ADN? Nómbralas.</p> | <p>E3. Es muy difícil identificar la estructura y sobre todo plasmar la idea</p> <p>E5. Saberla dibujar</p> <p>E7. Dificultad para hacer el dibujo porque no tenia pulso, no sabia cuanto icopor recortar, de que color pintar el dibujo en hacer las líneas</p> |
| <p>P5. c. Menciona cuales fueron las dificultades que tuviste al realizar el proceso de replicación.</p> | <p>E3. No entiendo, no logre recordar.</p> <p>E5. No entender el concepto claro de líder y retrasada</p> <p>E7. Tuve dificultad porque no me acordaba de como hacer el esquema y hacer la replicación del ADN</p> |
| <p>P4.d Menciona cuales fueron tus fortalezas para realizar la estructura del ADN.</p> | <p>E3. No tuve fortalezas ya que fue muy difícil diferenciar la estructura y las cadenas de ADN</p> <p>E5. Tener la imagen clara de la estructura</p> <p>E7. Fueron mi actitud, mi positividad, mi esperanza, la ayuda de mis padres, las practicas de las clases y google</p> |

| | |
|---|--|
| <p>P5. d. Menciona cuales fueron tus fortalezas al realizar el proceso de replicación.</p> | <p>E3. No respondió</p> <p>E5. Recordar el tema visto en clase</p> <p>E7. Me acorde de las clases que daba con los profesores y las explicaciones en clase</p> |
|---|--|

Fuente: Elaboración propia

En la P6. Se pide asignar un emoji (😊😐😞...) dependiendo de lo seguro que se sienta con respecto a las respuestas que dio a las preguntas en general y la justificación de la elección, está pregunta se plantea al considerar a Schraw & Dennison (1994) quienes piensan que un adulto tiene conciencia del conocimiento metacognitivo declarativo cuando, entre otros aspectos, entiende sus fortalezas y debilidades intelectuales y es buen juez de lo bien que entiende algo.

De las justificaciones se puede relacionar que los E3, E4, E8 y E10 juzgaron lo que no entendieron del tema y los E5 y E7 fueron jueces de lo que entendieron y no entendieron sobre el tema como se puede inferir al observar los emoji y las declaraciones de algunos estudiantes que aparecen a continuación.

Figura 6. Algunas respuestas a la P6 antes de la intervención didáctica

| Pregunta | Emoji | Justificación E8 | Emoji | Justificación E5 | Emoji | Justificación E7 |
|----------|---|---|---|--|--|--|
| 1 |  | Me senti muy dudosa en muchas cosas pero en algunas me pude acordar de algún concepto |  | No recordaba mucho de los conceptos |  | Por que me acorde de algunas cosas de las clases y fui realizando las respuestas |
| 2 |  | Bueno aquí si tuve un poco más de conocimiento |  | Se olvido los nombres de lo que estaba plasmando |  | Me dificulto esta pregunta, porque no recordaba las partes del dibujo |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|
| 3 |  | Muy mal casi no pude identificar nada |  | Más o menos porque no recordaba nada |  | Se me dificulto más porque no recordaba casi nada |
| 4 |  | pude recordar cosas de la estructura ya que la tenia un poco presente |  | Me senti a gusto porque era algo facil |  | Recorde como hacer el esquema del ADN |
| 5 |  | No me pude acordar mucho solo hice lo que pude |  | Me senti bien porque tenia la idea de como hacerlo |  | Recorde las explicaciones de la profe y de ahi me fui guiando |

Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los estudiantes

Conocimiento declarativo después de la intervención didáctica (CDDI)

Después de terminada la intervención didáctica con respecto al conocimiento declarativo en las respuestas a las preguntas P1a2, 3. P1b2, 3. P1c2, 3. P1d2, 3. y P2b. referentes a lo que no sabe con respecto a los cromosomas, al gen, al ADN, ARN y los interrogantes que tiene, se evidencia que los E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 reconocen lo que saben acerca del tema, de estos E2, E4 y E7 distinguen además lo que no saben cómo se resalta en las frases de color rojo en la tabla 10, por su parte E1, E5, E9 y E10 dejan vacía la casillas de respuesta “lo que no saben” mientras que E3, E6 y E8 en estas casillas repiten las expresiones: E3. Todas las dudas fueron aclaradas con el material y clases suministradas. E6. Más de lo básico y lo químico del...y E8 Creo saber lo básico y me gustaría profundizar. Reforzando lo que sabe sobre el tema en P2b los E2, E3, E4, E5, E9, E10 la idea que sintetiza la imagen más expresada es Estructura del ADN.

Con relación a las dificultades y fortalezas que los estudiantes declararon tener durante la realización de actividades de conocimiento cognitivo, el E2 escribe las dificultades y fortalezas de sus procesos de aprendizaje, los E3, E5 y E6 indicaron sus

fortalezas, en la P4c los E4, E5, E7 continúan expresando no tener dificultades en la elaboración de la actividad, mientras que P4cE3. Tuve dificultades al momento de plasmar o más bien representar por el tema de organización de materiales. P4cE6. No estoy muy convencida que si el grupo fosfato es la misma desoxirribosa P4cE8. La que tuve fue identificar bien cuales el grupo fosfato y la pentosa los confundo aun, en la P5c los E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8 Y E10 manifiestan sobre las dificultades “no tuve o ninguna dificultad” se percibe confianza en lo realizado en la actividad. En la tabla se despliegan las respuestas de algunos estudiantes.

Tabla 10. Algunas respuestas de los estudiantes de CDDI

| Pregunta | Respuestas |
|----------------|--|
| P1a2, 3 | <p>E2. No se por que solo se encuentra en las células eucarióticas ¿Por que este se encuentra en forma de filamento?</p> <p>E4. Su estructura ¿Qué otras funciones cumple?</p> <p>E7. No se por que solo esta en las células eucarióticas ¿Que función tiene el cromosoma?</p> |
| P1b2, 3 | <p>E2. Como este hace para organizar la copia encargada de las fuentes hereditarias ¿Cómo hace para transferir la información hereditaria?</p> <p>E4. Su estructura, función especificada ¿Qué es, de que se compone?</p> <p>E7. No sé cómo este hace que un niño nazca con cualidades similares ¿qué hace el gen aparte de transferir cualidades?¿qué pasaría si el gen no existiera</p> |
| P1c2, 3 | <p>E2. Que porque si el gen se encarga de la información, el ADN también ¿Porque se encuentra en virus? ¿Porque se encarga de la información hereditaria si se encarga el gen?</p> <p>E4. ¿Qué función cumplen las bases nitrogenadas en él?</p> <p>E7. No se la función de este y como hace para mantenerse en el cuerpo humano ¿Que función tiene este en un ser vivo? ¿Por que es tan importante en los seres vivos?</p> |
| P1d2, 3 | <p>E2. Porque solo se encuentra en procariontas ¿Porque cambia una base nitrogenada por uracilo?</p> |

| | |
|---------------|---|
| | E4. Claridad sobre los tipos de ARN, más funciones en específico |
| | E7. No se como hace el para mandar mensaje a otra célula ¿Por que es tan importante en los seres vivos? Como se organiza el ADN? |
| P2b. | E2. Estructura del ADN |
| | E4. Estructura del ADN |
| | E5. Estructura interna de una célula (ADN y ARN) |
| | E7. Estructura ADN |
| P4 c. | E2. Como fue organizado los grupos fosfatos |
| | E3. Tuve dificultades al momento de plasmar o más bien representar por el tema de organización de materiales. |
| | E5. Ninguna |
| P5. c. | E2. Al seleccionar cual era la cadena lider y la retrasada |
| | E3. No tuve dificultades ya tenía claro el proceso y por lo que creo está correcto. |
| | E5. Ninguna |
| P4.d | E2. Que ya sabia como fue organizadas las bases nitrogenadas |
| | E3. Creo que una de mis fortalezas es que tenía clara la estructura y la idea de cómo representar cada una de sus partes sobretodo saber identificar. |
| | E5. Ya conocer la estructura |
| P5. d. | E2. Saber como se replica cada base nitrogenada en la cadena de ADN |
| | E3. Creo que es un proceso sencillo de representar y realizar solo es tener claro cómo se hace y llevar coordinación. |
| | E5. Tener claro lo que iba a hacer |

Fuente: Elaboración propia

Con relación a la P6 se infiere a partir de la justificación de cada uno, que los E2, E4, E5, E6, E7 y E8 fueron jueces de lo que entendieron acerca de la temática, además, de ellos E2, E4 y E8 juzgaron de lo que no entendieron del tema, como se puede leer seguidamente.

Figura 7. Algunas respuestas a la P6 después de la intervención

| Pre gunt a | Em oji | Justificaci ón E2 | Emoj i | Justificaci ón E5 | Emoji | Justificaci ón E7 | Em oji | Justificación E8 |
|------------|---|---|---|--|---|--|---|--|
| 1 |  | Senti que tuve algunas dudas |  | Me faltó un poquito mas |  | me acorde de las clases y fui realizando las respuestas |  | Me sentí segura de lo que respondí, no pongo la super + porque sé que en realidad me faltaba |
| 2 |  | Tuve confusión con alguna palabra en el mapa |  | Me sentí muy bien estaba muy clara con el tema y los conceptos |  | Reconoci varias partes del dibujo |  | Me sentí segura, pero tuve una que otra duda en la parte de la histona y eso |
| 3 |  | Supé cómo organizar la cadena y su estructura |  | Muy cómoda en ese punto |  | Esta no se me dificultó se me hizo facil porque ya sabia |  | Me sentí bien respondiendolo pero tengo una confusión en ello sobre las células E y P |
| 4 |  | Me siento feliz porque pude entender el |  | Conocía la estructura |  | Me fue facil entendia todo |  | En este punto sentí que lo hice muy bien. pero surgió la confusión del |

| | | | | | |
|---|--|--|---|---|----------------------------|
| | proceso de replicación | | | | grupo fosfato y la pentosa |
| 5 |  Supe como seleccionar la cadena lider y la retrasada |  Me bloque por un momento |  Me acorde de los ejemplos y sabia todo esto |  En este si me sentí bien pero no perfecta | |

Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los estudiantes

Al realizar el análisis del conocimiento declarativo teniendo en cuenta el antes y después de la intervención didáctica, se identifican las siguientes situaciones:

Con respecto a lo que saben sobre el tema antes de la intervención los E2, E3, E7 y E8 presentaron indicadores sobre este aspecto, después de la intervención los mismos estudiantes siguen mostrando este indicador, además de observar que en los E1, E4, E5 y E6 también se evidenciaron este indicador, de esto se puede inferir que mejoró la adquisición de conocimiento sobre la temática en 8 de cada 10 estudiantes. En lo respectivo con lo que no saben antes los E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8 manifiestan este aspecto, después los E2, E4 y E7 expresan lo que no saben sobre el tema, del resto de los estudiantes se percibe que al conocer mejor el tema no consideran necesario adquirir más información, hechos o conceptos acerca del tema material genético o que se generen algún interrogante.

En lo referente a las dificultades antes de la intervención los E1, E3, E5, E7 conocen sus dificultades, después solo el E2 reconoce sus dificultades, asimismo, inicialmente los E2, E4, E6, E8 y E10 en sus declaraciones no evidencian conocer que es una dificultad y después E1, E3, E4, E5, E6, E7, E8 y E10 declaran no tener o ninguna dificultad. Se percibe que la carencia de conciencia sobre qué es una dificultad en el aprendizaje, como expresarla, que la generó, como logró superarla. Igualmente ocurre con las fortalezas como se describe seguidamente.

Con lo pertinente a las fortalezas antes los E5 y E7 conocen sus fortalezas y después los E2, E3, E5 y E6 expresan sus fortalezas al realizar las actividades, cabe destacar que

inicialmente los 8 estudiantes restantes en sus frases no manifiestan acciones que se consideren una fortaleza y posteriormente continúan 6 estudiantes sin indicar sus fortalezas.

En lo concerniente al indicador de lo buen juez que es “de lo bien que entiende algo” al principio E5, E7 justificaron lo que entendieron o sabían del tema y luego de la mediación los E2, E4, E5, E6, E7 y E8 en sus palabras razonaron sobre lo que entendieron o conocían del tema, también se evidenció indicadores de ser juez de lo que no entienden, así antes de la mediación los E3, E4, E8 y E10 manifestaron lo que no entendieron del tema y después de esta los E2, E4 y E8. Se logra deducir que, así como mejoró el saber en los estudiantes, progresa su entendimiento sobre el tema en 6/10 de los estudiantes.

En las respuestas de los E9 y E10 la manifestación de indicadores de CD fueron muy pocas o ninguna, antes y después de la intervención didáctica.

Analizando las reflexiones de los estudiantes sobre de lo que saben, se considera que realmente saben del tema los E2, E3, E4, E6, E8, por su parte E1, E5, E7 tiene saberes acerca de lo indagado en el instrumento, aunque presentan algunas falencias en sus saberes, en lo relativo a lo que no saben, quienes expresaron que no sabían, sus apreciaciones fueron reales no sabían sobre los aspectos señalados.

En términos generales mejoró el CD en lo que referente a lo que sabe el estudiante y las razones para entender la temática sobre el material genético de los seres vivos, permaneció estable en el conocimiento de sus debilidades y fortalezas intelectuales, también en los casos de E9 y E10 donde las evidencias de CD fueron muy escasa al inicio y no se presentaron cambios después de la intervención, estas características concuerdan con lo expresado por Brown (1987, p. 68 citado por Martí, 1995) el conocimiento declarativo “suele ser una información relativamente estable (lo que sé sobre la cognición no suele variar de una situación a otra), a menudo erróneo o inexacto y de desarrollo tardío ya que requiere que la persona considere como objeto de conocimiento los procesos cognitivos y que pueda reflexionar sobre ellos”.

7.2.2 Sub-Categoría Conocimiento Procedimental

Conocimiento procedimental antes de la intervención didáctica (CPAI)

Como indicador para el análisis de esta sub-categoría se busca identificar si el estudiante define las acciones o los pasos seguidos en la solución de problemas o para realizar una tarea. Por ello se pide en las preguntas P3d y P4b describir con detalle los pasos o secuencias que llevo a cabo para realizar una tarea asignada y P5b explica los pasos que llevo a cabo para solucionar un problema. En P3d los E3, E6 y E10 describieron los pasos para realizar esta tarea específica al, igual que E7 con la P4b, en ambas preguntas E5 describió los pasos seguidos para realizar la tarea y el E8 en P5b describe las acciones para solucionar un problema, algunas de las expresiones **P3dE3**. *Trate de leer las palabras que estaban en el cuadro con las palabras claves, Se relaciona o trata de juntar conceptos y relaciona lo que se sabe e identifica lo que no, Se llena los espacios con las palabras conocidas y que cree que está bien y luego los que quedaron se llenan por descarte.* **P4bE7**. *Busque una imagen de las clases que tengo en el cuaderno y de ahí lo fui realizando, Compré una lámina de icopor y medí para el tamaño del dibujo, Compré tempera y fui realizando el dibujo, Hice la estructura del ADN y después lo pinte y listo, ya tenía mi dibujo.* **P4bE5**. *Primero dibujarla por aparte para tener una guía, Buscar los materiales para hacer la maqueta, Recortar, pintar, Plasmar la idea ya con todo y ponerla en la escritura.* **P5bE8**. *Escribí las cadenas del ADN en forma separada, Al dejar espacio en las cadenas realice las copias del ADN, Coloqué al frente lo que pude identificar en cada cadena, Termine eso fue lo que pude entender.*

En las respuestas de estos estudiantes a las diferentes preguntas se distingue una oscilación en la manera de encadenar los pasos o acciones para realizar una tarea o solucionar un problema, es decir, el proceso del conocimiento procedimental suele ser relativamente inestable, muy dependiente del tipo de tarea a ejecutar (Brown 1987, p. 68 citado por Martí, 1995).

Asimismo, de las respuestas a P3d, P4b y P5b se cree que los E1, E2, E4, E9, en sus descripciones no evidencia CP, ya que expresan lo que piensan mientras realizan la tarea asignada, como se resalta en morado en la tabla que seguidamente se presenta.

Tabla 11 Algunas respuestas de los estudiantes de CPAI

| Preguntas | E1 | E2 | E4 | E9 |
|---|--|---|---|--|
| 3 d. Describe con detalle los pasos o secuencias que llevaste a cabo para realizar la tarea asignada (punto 3). | <ul style="list-style-type: none"> • Lei y me acorde que es la célula y el núcleo. • Pense que era el nombre adecuado. • Me acorde, retrocedi y me acorde de una parte que se trata el ADN • Que el significado de pentosa no lo conozco | <ul style="list-style-type: none"> • Encontrar las palabras que coinciden • Disponer mis conocimientos • Analizar las palabras para saber las principales palabras que más o menos conozco • Empara petar las cosas de los cuales no recuerdo | <ul style="list-style-type: none"> • Primero pensé si conocía o no el término. • Luego pase a tratar de recordar su definición. • Pase a colocarlos y dude en muchos, los que más o menos sabia los coloque en donde puede que se complemente pero en los demás que no sabía pues los acomode. | <ul style="list-style-type: none"> • Leer, analizar atentamente • Tratar de responder lo que me acuerde • Terminar de responder lo que me falta |
| 4b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la estructura del ADN. | <p>Me guie de la imagen anterior</p> <p>Me acorde de una clase que dimos</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta su enlace • Saber como va organizada su estructura • Saber que G-C y A-T • Saber que si colocaba su estructura como no era salía mal | <ul style="list-style-type: none"> • Trate de hacerla como la recuerdo • Borré dos veces porque más o menos hice idea • Me acorde de dos elementos y creo que son los que la componen • Seguí recordando pero no me acuerdo de casi nada | |
| 5b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la replicación del ADN. | <p>Me guie de la imagen</p> <p>que llenamos una actividad con</p> | Fue un esfuerzo | <ul style="list-style-type: none"> • Nada más hice la misma cadena • Traté de recordar volviendo a leer la pregunta, pero no pude | |

| | | | | |
|--|-----------------------|--|---|--|
| | cartulinas en grado 9 | | <ul style="list-style-type: none"> • Nada más hice una copia de la que ya esta | |
|--|-----------------------|--|---|--|

Fuente: Elaboración propia

Conocimiento procedimental después de la intervención didáctica (CPDI)

Luego de la mediación de las respuestas a P3d y P4b se analiza que E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8 y E9 describen los pasos o las acciones seguidos para realizar las tareas asignadas. En relativo a P5b los E1, E2, E3, E6, E8 y E10 describen los pasos o las acciones seguidos para solucionar el problema de replicación del ADN los detalles de dichos pasos y acciones de algunos de los estudiantes se presentan en la tabla 12, también, el E7 en sus descripciones no evidencia CP como se puede leer a continuación **P3dE7. Leí el tema sobre lo que hablaba la pregunta, Recordé lo visto en los temas, Respondí las preguntas de acuerdo al tema, Miré para ver que tal estaban mis respuestas P4bE7. Recordé la clase sobre el tema del ADN, Comencé a realizar la estructura, Mire el orden de las bases nitrogenadas, Termine la estructura P5bE7. Identifique cada base nitrogenada, Fui realizando la estructura, Termine la maqueta y la analice.**

Tabla 12. Algunas respuestas de los estudiantes de CPDI

| Preguntas | E1 | E2 | E6 | E8 |
|-----------|--|---|---|---|
| P3 d. | <ul style="list-style-type: none"> • Lo primero fue mirar las palabras • Lo segundo mirar el mapa que es lo que decia • Lo tercero era como lo que yo sabia que significaba • Lo cuarto lo que más pegara sonara mejor | <ul style="list-style-type: none"> • Organice las palabras que coincidan las palabras con el tema dado • Leer que coincidan las palabras • Corroborar con lo anterior dado | <ul style="list-style-type: none"> • Primero observé el mapa y vi la tabla de las palabras claves • Luego comencé leyendo y completando • Lo que no me acordaba lo deje de ultimo • Mire para ver si todo estaba bien y listo | <ul style="list-style-type: none"> • Leí cada una de las partecitas rellenas y logré identificar que se estaba refiriendo al ADN • Leí cada una de las opciones y la que veía que correspondía cada cuadro la escribía • Subrayaba todas las que ya estaban escritas para ir descartando y saber si iba bien • Termine y no tuve casi dudas de lo que |

| | | | | |
|-----|--|--|---|--|
| | | | | realice en todo el procedimiento. |
| 4b. | <ul style="list-style-type: none"> • Lo primero me imagine la cadena • Lo segundo la dibuje con un lapiz • Luego la borre • Y por ultimo le pase los colores | <ul style="list-style-type: none"> • Primero hice la hélice del ADN • Coloque como van unidas las bases • Organice las bases según correspondan <p>Coloque la 3' y 5'</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Primero leí lo que me piden hacer y luego me acorde de lo que una vez hice ósea la maqueta • Comencé haciendo el borrador • Ubique las bases nitrogenadas y los grupos fosfatos • Coloreé todo y le puse los nombres <ul style="list-style-type: none"> • También mire para ver si todo estaba bien. | <ul style="list-style-type: none"> • Primero recordé como había realizado la maqueta también lo del cuadernillo y todo lo visto • Comencé a plasmar lo que ya había idealizado en mi mente, es decir a dibujar • Luego identifique al lado las bases nitrogenadas. • Lo pinte con color para tener una mejor identificación. |
| 5b. | <ul style="list-style-type: none"> • Dibuje la cadena • Luego la realice • La duplique • Y le puse su cadena lider y retrasada | <ul style="list-style-type: none"> • Organice la burbuja • Coloque las bases nitrogenadas • Las replique • Coloque la cadena líder y retrasada | <ul style="list-style-type: none"> • Primero observe el modelo de la cadena • Luego tome la cadena líder la copie y luego la duplique. • Luego con la retrasada, pero al momento de sintetizarla la hice de 5'a 3' ósea lo contrario de la líder <ul style="list-style-type: none"> • Luego revise si estaba correcto lo que hice y listo | <ul style="list-style-type: none"> • Lo primero fue pasar hacia abajo las dos cadenas para realizar la identificación. • La copie tanto la líder como la retrasada • Le coloque las primas para saber mejor cual es la líder y la retrasada • Termine |

Fuente: Elaboración propia

Los siguientes aspectos acerca del conocimiento procedimental se identificaron a partir del análisis del antes y después de la intervención didáctica.

Con lo referente a los pasos o acciones para realizar una tarea antes de la intervención E3, E5, E6 y E10 encadenaron los pasos para realizar la tarea de P3d y los E5 y E7 en la realización de la estructura del ADN (P4b), después de la intervención E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8 y E9 definieron los pasos o acciones para realizar las dos tareas asignadas, se observa después de la intervención un desarrollo en el conocimiento procedimental para la realización de trabajos variados en el 8/10 de los estudiantes .

En lo relacionado a la solución del problema de la P5b al inicio el E8 secuenció los pasos o acciones para solucionar el problema de manera coherente y después de la intervención los E1, E2, E3, E6, E8 y E10 describieron su secuenciación de pasos o acciones. En este aspecto también se evidencia el desarrollo del conocimiento procedimental para solucionar un problema en 6/10 de los alumnos.

En términos generales 5/10 estudiantes de la muestra manifestaron en sus descripciones conocimiento procedimental después de su intervención de la siguiente manera los **E1, E2 y E8** en 4 pasos generales en cada una de las tareas y en el problema asignado, el **E3** en 4 pasos específicos para la realización de las tareas y 3 pasos específicos en la solución del problema y el **E6** en 4 pasos generales la primera tarea, en 5 pasos específicos la segunda tarea y en 4 pasos específicos en la solución del problema, fundamenta lo expuesto el hecho de que este tipo de conocimiento puede representarse como heurísticos y como estrategias en las cuales los individuos definen los pasos seguidos en la solución a un problema (Tamayo, 2006 p.2).

7.2.3 Sub-Categoría Conocimiento Condicional

Conocimiento condicional antes de la intervención didáctica (CCAI)

Se tiene como indicador del conocimiento condicional para el análisis de los resultados si el estudiante reconoce que sabe, cuándo y por qué utiliza cierto conocimiento para resolver problemas o situaciones, en otras palabras, *saber por qué y cuándo* se usan el conocimiento declarativo y el procedimental (Garner, citado por Tamayo 2006). Para ello se solicita que en función del mapa conceptual que completó conteste a la P3a ¿Cuáles relaciones entre conceptos considera que conoce bien? En la P3b. en cuáles de las relaciones entre conceptos tiene duda y P3c. Cuáles son las relaciones entre conceptos que no consiguió entender, para cada una de las preguntas explicar su respuesta.

Al leer y analizar globalmente las respuestas se observa que los E1, E2, E5, E6, E7, E8 y E10 en sus expresiones evidencian el reconocer lo que no sabe sobre el tema, como se

muestra resaltado en color rojo en la tabla 14, por su parte los E3 y E4 en sus expresiones se reconoce que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver situaciones, identificándose por ejemplo **P3aE3**. *En muchas ocasiones complete palabras por relación y lo que yo creía que tendría un poquito de lógica algunas palabras desencadenas a la necesidad de otras, es posible darse cuenta que hay varios términos desconocidos, como en pentosa, cromosoma entre otros, P3bE3* *Creo que tengo dudas respecto al reconocimiento de palabras y aprendizajes de conceptos y es una gran falencia ya que impide relacionar las palabras así como algunas palabras como pentosa que generan una confusión.***P3bE4** *Tengo duda en la relación de nucleótidos que están constituidos por virus y no creo estar segura que el cromosoma vaya con la célula procariota al igual el cápside con nucleóide.***P3cE4**. *Pentosa con cromosoma y nucleótido con virus, no creo estar en lo correcto con estos términos pero supuse que pueden ser los que llenen esas casillas.* Y por último el E9 no evidencia CC como se resalta en sus expresiones en color morado en la siguiente tabla.

Tabla 13. Algunas respuestas de los estudiantes de CCAI

| Estudiante | Preguntas | | |
|-------------------|---|---|--|
| | P3a ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que consideras que conoces bien? Explica tu respuesta. | P3b. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos en las que tienes dudas? Explica tu respuesta. | P3c. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que no conseguiste entender? ¿Por qué? |
| E2 | Se que el ARN es una copia del ADN, se que el nucleo esta conformado por nucleotidos entre otros | Si las células eucariotas estan relacionadas con el virus o si las procariotas esta relacionadas con la pentosa | Que si los cromosomas estan localizados en el interior del capsido o de las células eucariotas |
| E5 | Los conceptos que no tengo más claro son: núcleo, ADN-ARN, células procariotas los relaciona un | Pentosa, no conozco muy bien su concepto o función | Base nitrogenadas, pentosa- no tengo el concepto previo de cada |

| | | | |
|-----------|---|--|---|
| | poco a base de los conectores | | una de ella e hizo que me confundiera |
| E6 | Que el ADN es el material genético de cada organismo vivo que están organizados por cromosomas | Que el ADN es un ácido nucleico al igual que el ARN constituido por nucleótidos | No entiendo por qué no me acuerdo |
| E8 | Creo que conozco bien es que el ADN es un material genético que se encuentra en los organismos vivos. | En casi todas ya que no me acuerdo cada función, cada definición de cada concepto presente en este mapa conceptual | Base nitrogenadas no logre entender no sé cuál es su concepto, pentosa no recuerdo haberlo escuchado. |
| E9 | El ADN que es el tipo de sangre. | El ARN creo que es como nucleo. | Nucleotido, pentosa, célula procariota. |

Fuente: Elaboración propia

Conocimiento condicional después de la intervención didáctica (CCDI)

Acerca del conocimiento condicional evidenciado luego de la intervención didáctica se tiene que los E2, E3, E5, E8 reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema, es decir CD como indicador del CC, es imperceptible en sus respuestas el cuándo y porque usa el conocimiento para resolver la situación, igualmente los E6 y E10 se evidencia dentro de las expresiones el indicador del estudiante capaz de reconocer lo que sabe sobre el tema material genético. Asimismo, en los E1, E7 y E9 de las respuestas a P3a, P3b y P3c no se distinguen manifestaciones que puedan reconocerse con conocimiento condicional, las respuestas de algunos estudiantes se resaltan en color morado en la tabla 14, además, en esta misma tabla en color naranja se resalta lo que el estudiante reconoce que sabe y en color rojo lo que no sabe. En cuanto el E4 registra que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver situaciones, como se puede leer en sus respuestas **P3aE3** *Estoy segura de casi todo lo relacionado en el mapa, ya que el ARN y el ADN son ácidos nucleicos. Sé que los nucleótidos están formados por base nitrogenada, pentosa y grupo fosfato.* **P3bE3** *Nada más tengo duda en el núcleo con células procariotas y nucleoides y célula procariota porque sigo sin tener claridad de conceptos respecto a las células*

procariotas y eucariotas. **P3cE3.** Las entiendo, pero son solo dudas en las células procariota y eucariota porque no sé cuál es la que tiene núcleo y cual no.

Tabla 14. Algunas respuestas de los estudiantes de CCDI

| Estudiante | Preguntas | | |
|------------|---|--|---|
| | P3a | P3b. | P3c. |
| E1 | Es el ADN es una desoxirribosa, una base nitrogenada que tiene adenina, citosina, guanina, timina | Un poco es la pentosa no me siento segura de su significado | Ninguna |
| E3 | Creo que al conocer varios de los conceptos como cromosoma, ADN, ARN, pentosa, bases nitrogenadas y varios de los que aparecen en las palabras claves solo es necesario recordar y tratar de coordinar y aclarar ideas. | Creo que tal vez pude haber tenido confusión en las células procariotas y también en el concepto de la palabra capsida | |
| E5 | las relación que hay entre los ácidos del ARN y ADN como ambos trabajan de diferente manera | No Tengo dudas todo me quedo claro | al principio se me dificulto un poco entre los cromosomas y el gen pero haciendo las actividades fui entendiendo el proceso y función de cada uno |
| E6 | Las dos relaciones entre conceptos las conozco bien, porque es la parte básica del ADN | No tuve ninguna duda porque lo entiendo y conozco que es el ADN | Todas las relaciones las entiendo porque sé el concepto básico del ADN |
| E9 | En el del ARN Y ADN porque creo que le puse más atención a esos temas. | En Cromosomas, genes porque creo que no le puse tanta atención al tema. | |

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta a Tamayo (2006) “Al hablar de un tipo de conocimiento condicional, además de tener conciencia de lo que se debe realizar a nivel cognitivo, se deben emplear también conocimientos específicos relacionados con la tarea que se quiere resolver; en tal sentido el conocimiento condicional reúne tanto conocimiento de orden cognitivo como conceptual”. Se identifica del conocimiento condicional de los estudiantes antes y después de la intervención didáctica las siguientes realidades.

En el inicio 7/10 estudiantes E1, E2, E5, E6, E7, E8 y E10 reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe, luego de la intervención 6/10 de los estudiantes E2, E3, E5, E6, E8 y E10 reconocen lo que saben acerca del material genético, podría decirse que tiene conciencia de lo que debe realizar a nivel cognitivo, aunque no se evidencie conocimiento de la solución de la tarea, por lo tanto la mejora en uno de los conocimientos es un avance para el desarrollo del conocimiento condicional en los estudiantes.

Se destaca el E4 quien antes y después de la intervención reconoce que sabe, cuándo y porque utiliza cierto conocimiento para resolver la tarea, en un principio los errores entre conceptos son reconocidos por el estudiante, y al mismo tiempo, explica su estrategia para completar la tarea, luego con el aprendizaje adquirido realiza con éxito la tarea y tiene conciencia de donde se origina la confusión de los conceptos. Cambios en el conocimiento metacognitivo de los estudiantes.

Con el fin de exponer los cambios observados en el conocimiento metacognitivos de los estudiantes después de la intervención didáctica, en las siguientes tablas se sintetiza las descripciones manifestadas en el análisis de cada una de la sub-categorías del conocimiento metacognitivo.

Tabla 15. Cambios en el Conocimiento declarativo de los estudiantes

| Estudiante | CD inicialmente | Cambios en CD |
|-------------------|--|---|
| E1 | Reconoce lo que no sabe | No se evidencian cambios |
| E2 | Reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema | Reconoce sus fortalezas y debilidades intelectuales, es buen juez de lo que entiende y no entiende del tema |
| E3 | Reconoce lo que sabe y no sabe sobre el tema y sus dificultades | Identifica sus fortalezas |
| E4 | Reconoce lo que sabe, fue buen juez de lo que entiende | Reconoce lo que no sabe y fue buen juez de no entendió |
| E5 | Reconoce lo que no sabe, sus dificultades y fortalezas, fue juez de lo que entiende y no entiende. | Reconoce lo que sabe |
| E6 | Escasos indicadores de conocimiento declarativo | Reconoce lo que sabe y sus fortalezas, fue juez de lo que bien que entendió algo. |
| E7 | Reconoce lo que sabe y no sabe, y sus dificultades, fue juez de lo que entiende y no entiende. | No se evidencian cambios |
| E8 | Reconoce lo que sabe y no sabe, fue juez de lo que no entendió. | Fue buen juez de lo que entendió |
| E9 | No se evidencian indicadores de CD | No se evidencian cambios |
| E10 | Escasos indicadores de conocimiento declarativo | No se evidencian cambios |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Cambios en el Conocimiento procedimental de los estudiantes

| Estudiante | CP inicialmente | Cambios en CP |
|-------------------|---|---|
| E1 | No se evidencian indicadores de CP | CP para la realización de tareas asignadas y solucionar un problema |
| E2 | No se evidencian indicadores de CP | CP para la realización de tareas asignadas y solucionar un problema |
| E3 | Para la realización de una tarea específica | CP para la realización de tareas asignadas y solucionar un problema |
| E4 | No se evidencian indicadores de CP | CP para la realización de tareas asignadas |
| E5 | Para realizar las tareas asignadas | No se evidencian cambios |
| E6 | Para la realización de una tarea específica | CP para la realización de tareas asignadas y solucionar un problema |
| E7 | Escasos indicadores de CP | No se evidencian cambios |
| E8 | Para la solución de un problema | CP para la realización de tareas asignadas |
| E9 | No se evidencian indicadores de CP | No se evidencian cambios |
| E10 | Escasos indicadores de CP | CP Para la solución de un problema |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cambios en el Conocimiento condicional de los estudiantes

| Estudiante | CC Inicialmente | Cambios en CP |
|-------------------|--|---|
| E1 | No se evidencia indicadores de CC. | No se evidencian cambios |
| E2 | Reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe | El estudiante tiene conciencia de lo que realiza a nivel cognitivo. |
| E3 | Reconoce que sabe, cuando y porque utiliza cierto conocimiento para resolver la situación. | El estudiante tiene conciencia de lo que realiza a nivel cognitivo. |
| E4 | Reconoce que sabe, cuando y porque utiliza cierto conocimiento para resolver la situación. | Permanece |
| E5 | Reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe | El estudiante tiene conciencia de lo que realiza a nivel cognitivo. |
| E6 | Reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe | El estudiante tiene conciencia de lo que realiza a nivel cognitivo. |
| E7 | No se evidencia indicadores de CC. | No se evidencian cambios |
| E8 | Reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe | El estudiante tiene conciencia de lo que realiza a nivel cognitivo. |
| E9 | No se evidencia indicadores de CC. | No se evidencian cambios |
| E10 | Reconocen y tiene conciencia de lo que no sabe | No se evidencian cambios |

Fuente: Elaboración propia

Al revisar los cuadernillos de actividades que los estudiantes trabajaron durante la intervención didáctica se deduce que dentro de las actividades que posibilitaron cambios en el conocimiento metacognitivo declarativo se encuentran la exploración de las ideas previas con matrices y preguntas que pide al estudiante indicar lo que saben y no saben sobre el tema y el momento metacognitivo al final de la sección que presenta preguntas orientadas a revisar las ideas iniciales, registrar lo aprendido en la sección (Kuhn, 2012; Ritchhart, Church y Morrison, 2014 citado por Perez y Gonzalez 2020 p.239).

Por su parte de las actividades que facilitaron cambios en el conocimiento procedimental se destacan la construcción de organizadores gráficos (Marzano y Pickering, 2005) como esquemas, mapas conceptuales, diagramas, mapa mental, entre otros, junto con el momento metacognitivo al final de la actividad que solicita a los estudiantes explicar los pasos para la realización de una tarea específica o la solución de un problema.

Con los estudiantes no se logró enlazar y relacionar adecuadamente estas actividades para generar un cambio significativo en el conocimiento condicional, se piensa que debido al aislamiento en tiempos de pandemia, el realizar trabajo de manera virtual obstaculizó la asistencia constante de toda la unidad de trabajo y el apropiado desarrollo de las actividades en la muestra. En ocasiones, algunos estudiantes realizaron las actividades sin asistir a la sección virtual, lo que afecta el desarrollo del CM en los estudiantes, si se tiene en cuenta que la enseñanza metacognitiva debe ser explícita, es decir clara y detallada, con el fin de hacer consciente a los estudiantes de sus propios procesos de pensamiento cuando está realizando una actividad. (Pozo, 2016 citado por Pérez y González, 2020 p. 237).

Los estudiantes que desarrollaron las actividades anteriormente mencionadas con mejores desempeños son los que evidencian cambios en los procesos de conocimiento metacognitivo. Algunas ilustraciones tomadas de los cuadernillos de trabajo que evidencian estas actividades se encuentran en el anexo 8.

7.3 APRENDIZAJE DEL TEMA MATERIAL GENÉTICO

7.3.1 Sub-Categoría Organización Del Material Genético

Se presentan con indicador que da cuenta del aprendizaje de esta temática la comprensión del estudiante en la naturaleza y organización del material genético y la capacidad de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN. En relación a ello se tiene en la respuesta a P1a1 de los E3, E4, E6 y E10 estos aprendizajes:

E3: Es una parte de la célula formada por cromatinas en la que se encuentra el gen y los ácidos nucleicos, se aportan y varían su cantidad de acuerdo a la especie.

E4: Se encuentran en el núcleo de las células, transportan fragmentos largos de ADN.

E6: el cromosoma se encuentra en el núcleo de la célula, dentro de él se encuentra el ADN como material genético.

E10: en este se encuentra el ADN, se encuentra en el núcleo de las células eucariotas.

Asimismo el E2 lo relaciona con el ADN y E5, E7 reconocen su naturaleza

*E2: que **está organizado por ADN** y proteínas.*

E5: Que son estructuras con apariencia de hilos. Y se encuentra en las células ya sea animal o plantas.

E7: es un orgánulo en forma de filamento que se encuentra en las células eucariotas.

A la P1b1 los E5, E8, E9 establece la relación con el ADN, los E1, E2 y E4 reconocen la naturaleza del material genético y los E3, E6 conocen ambos aspectos sobre el tema:

E1: Unidad funcional y física de la herencia que pasa de padres a hijos.

E3: Es una molécula que conforma al ADN y es el que se transmite de manera hereditaria (genes).

E4: La herencia que pasa de padres a hijos, contiene información para crear proteínas.

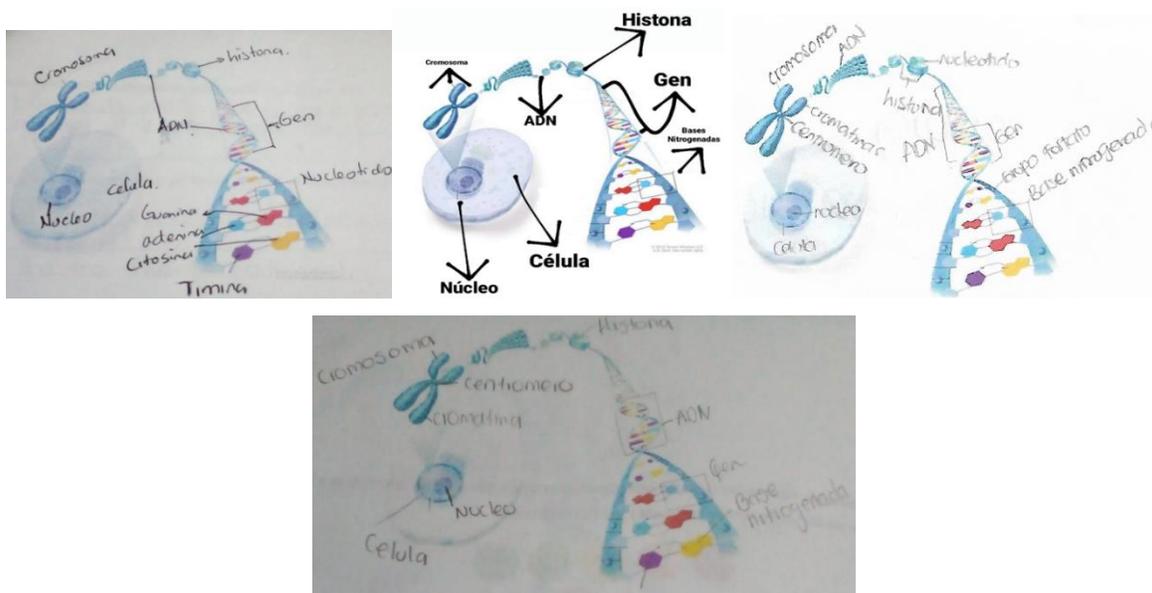
E5: Es un segmento de ADN.

E6: Es el que tiene un fragmento de ADN donde está el material genético o hereditario.

E8: El gen es un segmento del ADN.

En la P2 la imagen simula la organización del material genético de una célula eucariótica, en ella todos los estudiantes nombraron e indicaron correctamente la célula y el núcleo, de estos reconocieron el cromosoma 8/10 estudiantes E1, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10, el ADN 7/10 estudiantes E1, E2, E4, E5, E6, E7, E8 y el gen 7/10 E1, E2, E4, E6, E7, E9, E10, además identificaron estructuras en los cromosomas como los histonas E1, E2, E4, E8, E9, E10, la cromatina E3, E6, E8, E10 y el centrómero E6, E8, E10, las imágenes son algunas de las ilustraciones de los estudiantes.

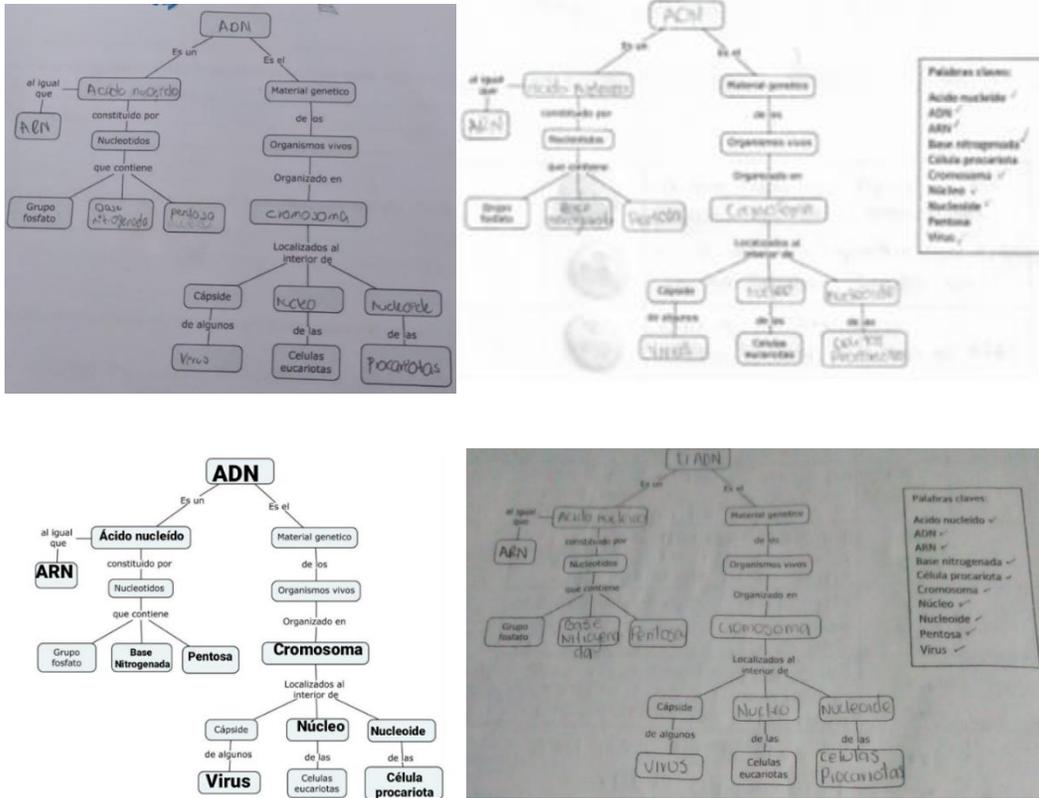
Figura 8. Respuestas de algunos estudiantes a la P2 después de la intervención



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los estudiantes E1, E4, E6, E8 respectivamente

Ante la P3 en el mapa conceptual de las relaciones entre conceptos establecidas con las palabras claves se observa que los E2, E3, E4, E6, E7, E8, E10 enlazaron correctamente todos los conceptos de manera que consideran que el ADN es el material genético de los organismos vivos organizado en los cromosomas localizados al interior del núcleo de las células eucarióticas, el nucleóide de las células procariotas y la cápside de los virus. Los E1 y E9 reconocen lo mismo en el ADN presentando una falta en relación con la ubicación de los cromosomas en las células procariotas. A continuación, se presentan algunas imágenes de los mapas conceptuales completados por los estudiantes.

Figura 9. Mapas conceptuales completado por los estudiantes acerca de la organización del material genético



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E2, E4, E6, E8 respectivamente

Al enlazar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes en la temática organización del material genético con el conocimiento metacognitivo se encuentra las siguientes contribuciones.

Al desarrollar conocimiento declarativo en lo referente a lo que sabe y no sabe acerca del tema material genético y lo buen juez que es “de lo bien que entiende” en los E4, E5 Y E6 se evidencia el aprendizaje y la comprensión de la naturaleza y organización del material genético y la capacidad de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN, asimismo, los E2, E3 y E8 al progresar en los diferentes indicadores de CD que inicialmente se reconocieron en ellos, optimizaron el aprendizaje sobre la organización del material genético en los seres vivos.

Disminuyeron las dificultades de aprendizaje, tales como, el vocabulario y la terminología específica del tema (Knippels, 2002), definir los conceptos genéticos y relacionarlos entre sí (Lewis et al. 2000, Marbach-Ad, 2000) e identificar la localización del material genético (Caballero, 2008); se puede inferir que el CD contribuyó al aprendizaje de la temática organización material genético en 7/10 de los estudiantes.

El conocimiento procedimental que alcanzaron los E2, E3, E4, E6, E8 de cómo implementar estrategias para efectuar una tarea les permitió realizar correctamente la tarea asignada, evidenciando que los estudiantes identifican al ADN como el material genético de los organismos vivos y su localización en cada tipo de organismo, esto concuerda con la disminución de las dificultades de aprendizaje mencionadas anteriormente; se deduce que el CP favoreció el aprendizaje de la temática organización material genético en el 5/10 de los estudiantes.

7.3.2 Sub-Categoría Ácidos Nucleicos

Para esta sub-categoría se toma como indicador del aprendizaje que el estudiante identifique, explique y represente las estructuras de los ácidos nucleicos como macromoléculas de almacenamiento y transmisión del material hereditario. De las respuestas presentadas sobre el tema a la P1c1 (con respecto al término ADN) los E4, E6 y E10 identifican la estructura y la función del ADN como material genético que transmite la información hereditaria, los E2 y E5 del ADN saben su función y parte de la estructura y E9 identifica su estructura, como puede leerse a continuación:

E2: Acido desoxirribonucleico el cual transfiere información de una célula a otra.

E4: Contiene grupo fosfato, bases nitrogenadas, su pentosa es la desoxirribosa, doble cadena, su función es almacenar información a largo plazo, contiene la información hereditaria.

E5: Es el aquel que almacena la información genética la que se transmite de generación tiene desoxirribosa.

E6: El ADN es el material genético de las células eucariotas, es un Acido desoxirribonucleico que tiene un grupo fosfato, bases nitrogenadas A, G, T, C.

E9: El ADN está formado por nucleótidos, una base nitrogenada, Adenina, Citosina, Guanina, Timina

E10: Material genético de los organismos vivos, en el núcleo de las células eucarióticas, su azúcar desoxirribosa, doble hélice, adenina, guanina, citosina, timina.

Con respecto al término ARN en la P1d1 se evidencia aprendizaje en los E8, E9 y E10 que identifican la estructura del ARN y su naturaleza como ácido nucleico, el E4 identifica y explica su estructura, una de sus funciones y tipos de ARN, como se observa en las respuestas.

E4: Transporta la información que se encuentra en el ADN, tiene bases nitrogenadas (la timina cambia a uracilo), grupo fosfato, su pentosa es la ribosa, su cadena es sencilla, existen varios tipos (ribosomal, de transferencia).

E8: Es un ácido nucleico, monocatenario con azúcar ribosa y con una base nitrogenada de Uracilo.

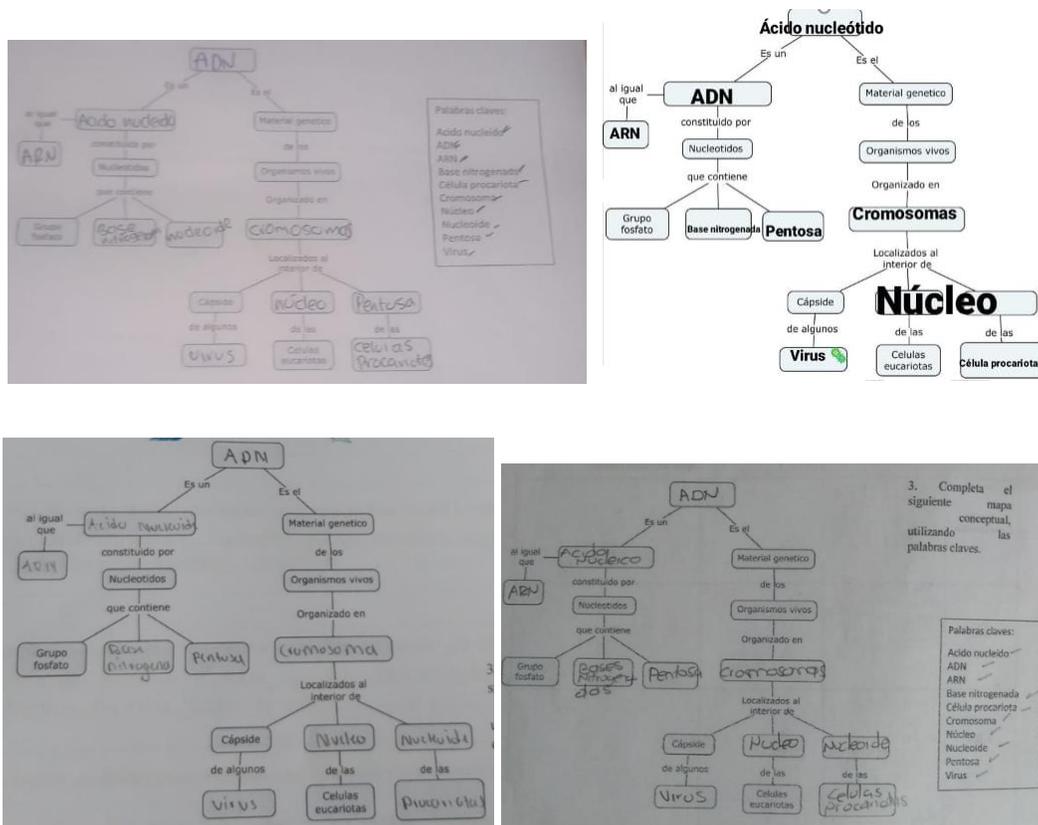
E9: El ARN es una sola cadena, un grupo fosfato, una base nitrogenada, Adenina, Citosina, Guanina, Uracilo.

E10: ácido nucleico que se encuentra en el citoplasma de las células procariotas y otras, adenina, guanina, citosina, uracilo, monocatenario.

En la P3 el mapa conceptual también tiene relaciones que dan cuenta de los ácidos nucleicos, al analizar las relaciones establecidas por los estudiantes se tiene que a excepción de E1 y E5 todos los estudiantes establecieron correctamente las relaciones entre conceptos considerando que el ADN es un ácido nucleico al igual que el ARN que están constituidos

por nucleótidos que contienen un grupo fosfato, bases nitrogenadas y una pentosa. Las imágenes corresponden a algunos mapas conceptuales completados por los estudiantes.

Figura 10. Mapas conceptuales completado por los estudiantes acerca de los ácidos nucleicos

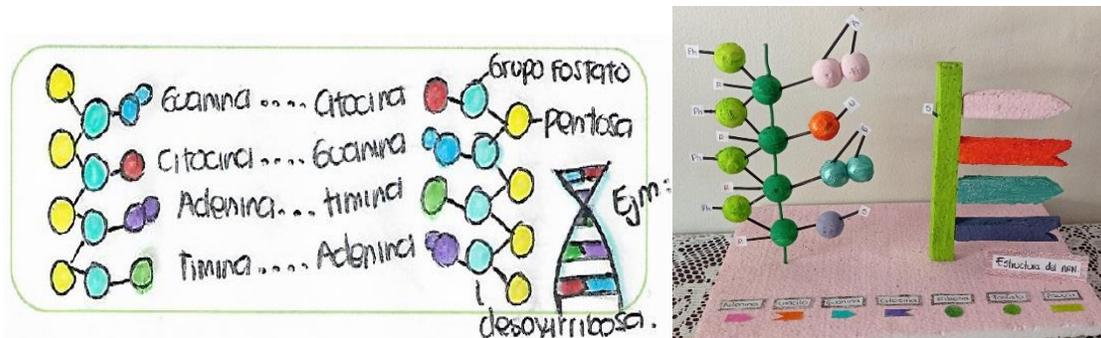


Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E1, E5, E7, E10 respectivamente

En el dibujo de la estructura del ADN que presentan los estudiantes a la P4 se observa que el **E3** representa la maqueta elaborada en la intervención didáctica, identificando los compuestos que conforman el ADN en su estructura primaria, cumpliendo la regla de Chargaff de las bases nitrogenadas, el **E6** representa la maqueta elaborada en la intervención didáctica, identificando los compuestos que conforman el ADN en su estructura primaria y secundaria, cumpliendo la regla de Chargaff de las bases nitrogenadas, y **E8** Representa la maqueta elaborada en la intervención didáctica,

identificando las bases nitrogenadas y cumpliendo la regla de emparejamiento. Asimismo los E2 y E7 dibujan la doble cadena del ADN representando el emparejamiento de las bases nitrogenadas entre cadenas usando letras. Algunos de los dibujos realizados son mostrados seguidamente.

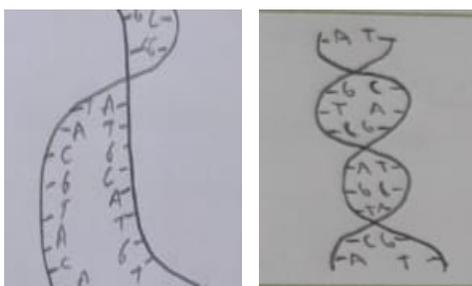
Figura 11. Representaciones de la estructura del ADN instrumento final



Fuente: Tomado del instrumento aplicado al E6 y maqueta realizada en la intervención didáctica



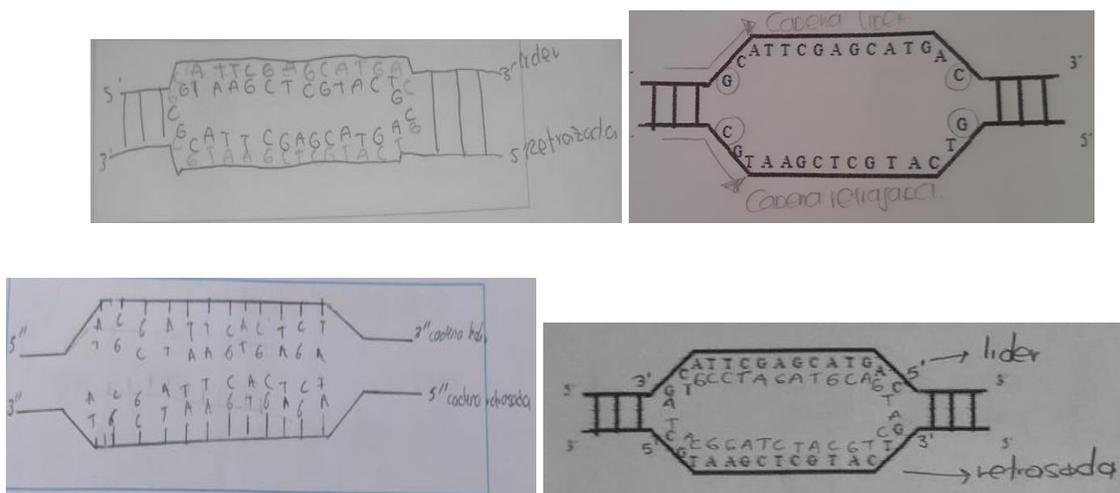
Fuente: Tomado del instrumento aplicado al E8 y maqueta realizada en la intervención didáctica



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E2, E7 respectivamente

Acerca de la replicación del ADN en la P5 se evidencia que los E1, E6, E8, E9 y E10 realizan el proceso de replicación en la burbuja de forma correcta, indicaron la cadena líder y la cadena retrasada e incluyeron la identificación del sentido de la cadena (5'-3') por su parte los E2, E3, E4, E5 y E7 de las indicaciones identificaron la cadena líder y la cadena retrasada, como se observa a continuación en algunas imágenes realizadas por los estudiantes.

Figura 12. Replicación de un fragmento de ADN instrumento final



Fuente: Tomado del instrumento aplicado a los E1, E4, E7, E10 respectivamente

En lo referente a la mediación del conocimiento metacognitivo en el proceso de aprendizaje sobre el tema ácidos nucleicos se observó en los estudiantes E2, E4, E6, E8, E9 y E10 cada uno desde sus individualidades los siguientes aportes:

Al mejorar el desarrollo del conocimiento declarativo los E3, E4, E6 y E8 logran identificar la estructura y la naturaleza de los ácidos nucleicos y ayudo en la reducción de los errores del vocabulario y los términos específicos de tema (Knippels, 2002)

En el conocimiento procedimental los E6, E8 y E10 muestran avances en su capacidad de saber hacer las actividades y permitió el aprendizaje de la estructura de los ácidos nucleicos y la resolución de ejercicios de replicación del ADN y en disminuir la

dificultades de relacionar los conceptos a nivel molecular en la genética (Marbach-Ad y Stavy, 2000, Lewis et al. 2000, Marbach-Ad, 2000).)

7.4 POSIBLE APORTE DEL CONOCIMIENTO METACOGNITIVO AL APRENDIZAJE DEL TEMA MATERIAL GENÉTICO

A partir del análisis y la discusión de resultados se establece las siguientes relaciones como posibles aporte del CM al aprendizaje del tema material genético.

La comprensión de la naturaleza del material genético implicó por parte del estudiante conciencia de CD para saber qué tipo de información es más importante para aprender, saber lo que el profesor espera que aprenda y se buen juez de lo que entiende o no entiende del tema (Schraw y Dennison, 1994).

Reconocer la organización del material genético de los organismos vivos y la capacidad de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN, involucró la conciencia de organizar y recordar la información (Schraw y Dennison, 1994) como aspectos del CD.

En la identificación de las estructuras de los ácidos nucleicos, para definir conceptos genéticos y establecer relaciones entre ellos, la construcción de organizadores gráficos como tarea para adquirir e integrar los conocimientos (Marzano y Pickering, 2005) supone tener conciencia de CP en la implementación de acciones para realizarlos de manera exitosa, en otras palabras, las acciones de pensamiento para la construcción de conceptos influyen en el aprendizaje del mismo; como también requiere del CD cuando organiza y recuerda la información. De manera que es necesario un conocimiento condicional, un *saber por qué y cuándo* se usan el conocimiento declarativo y el procedimental (Garner, 1990 citado por Tamayo, 2006. p.2).

Para la solución de ejercicios de replicación de ADN de manera correcta se requiere ser consciente de la estrategia que usa cuando se estudia y trata de usar estrategias que han funcionado en el pasado (Schraw y Dennison, 1994) aspecto relacionado con el CP.

Se destaca como aporte del conocimiento metacognitivo el aumento en el uso del vocabulario y los términos específicos del tema, la mejora en la capacidad de enlazar los diferentes conceptos y procesos genéticos con los diferentes niveles de organización biológica, esto supone una disminución de las dificultades que se presentan en el aprendizaje del tema material genético descritas en la literatura.

8 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación, los objetivos trazados y los resultados obtenidos, la reciente investigación presenta las siguientes conclusiones:

De los tipos de conocimiento metacognitivo con mayor reconocimiento en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa San José se encuentran el conocimiento declarativo (CD) y el conocimiento procedimental (CP), el primero de ellos el CD, aportó en el mejoramiento del aprendizaje del tema material genético en la comprensión de la naturaleza y organización del material genético de los seres vivos, la capacidad de establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN y en la identificación de las estructuras de los ácidos nucleicos y su naturaleza; por su parte el desarrollo del CP permitió realizar las tareas asignadas de manera exitosa, favoreciendo enlazar el saber hacer las cosas con el conocimiento del tema organización del material genético en los organismos vivos, en conocer la estructura de los ácidos nucleicos y la solución de ejercicios de replicación del ADN. El conocimiento condicional (CC) solo se evidenció en un estudiante y 6 de 10 estudiantes tienen conciencia de lo que debe realizar a nivel cognitivo en el CC, pero no se evidencia conocimiento de la solución de la tarea, su aporte no logró destacarse.

De los cambios en el conocimiento metacognitivo que lograron los estudiantes producto de la intervención didáctica se encuentran la conciencia del conocimiento declarativo sobre lo que sabe y no sabe del tema y ser juez de lo que entienden y no entiende del tema, esto derivó en algunos estudiantes reconocer sus fortalezas intelectuales. Lo anterior influye y coincide con el cambio positivo a nivel cognitivo en el conocimiento condicional. En cuanto al conocimiento procedimental se logró que el estudiante sea consciente de las acciones o procedimientos para la solución de tareas, situaciones o problemas con éxito. Las actividades que fomentaron estos cambios son la exploración de las ideas previas con matrices y preguntas que pide al estudiante indicar lo que saben y no saben sobre el tema, el momento metacognitivo al final de la sección y la construcción de organizadores gráficos.

En los estudiantes inicialmente se evidenció indicadores de CM, luego de la intervención, además de los cambios, el CM que ya poseen se refinó, es decir, las expresiones acerca de su CD, CP y CC presentan una mejor redacción, claridad, detalle y orden. Asimismo, se concluye que el CM permite el incremento en el uso del lenguaje científico, la comprensión y el entendimiento entre los conceptos científicos y los niveles de organización de la vida.

Se observó en los estudiantes carencias de conocimiento sobre qué es una dificultad en el aprendizaje, como expresar dicha dificultad, que origina la dificultad y como logra superarla; así como también, desconocen a veces sus fortalezas de aprendizaje. Por otra parte, la capacidad de reconocer lo que no saben sobre el tema y lo buen juez que fueron sobre cómo se sentían respecto de ello, dan cuenta de la conciencia por parte del alumno de falta de conocimiento, pero al mismo tiempo, su desinterés por superar estas carencias.

En tiempos de pandemia, el aislamiento y el trabajo en modalidad virtual obstaculizó la asistencia constante de toda la unidad de trabajo y el apropiado desarrollo de las actividades por parte de la muestra, así como también, limitó los procesos de retroalimentación, supervisión efectiva del trabajo individual durante la intervención y realizar correcciones y sugerencias de manera homogénea en la muestra. El estudio dependió del compromiso estudiante.

9 RECOMENDACIONES

En futuros estudios de conocimiento metacognitivo se recomienda para la intervención didáctica que el tiempo de trabajo se más extenso, superior al mes, con el fin que el estudiante se adapte al proceso. En la unidad didáctica incluir los momentos metacognitivo entre las actividades y no al final de cada sección, debido a que, los estudiantes tienden a no diligenciarlos completamente. Se puede hacer uso de las TIC en la intervención didáctica, pero sin dejar de lado la interacción docente – estudiante durante el desarrollo y uso del CM para el aprendizaje de temas de biología, teniendo en cuenta el carácter explícito que tiene este tipo didáctica.

Se recomienda presentar y organizar el instrumento de papel y lápiz de acuerdo con las categorías de aprendizaje, y no de manera conjunta, algunos estudiantes tienden a estar fatigados en las últimas preguntas; asimismo, recoger la información por categorías de aprendizaje facilitará el proceso de organización de los datos y el tratamiento de los mismos.

Se recomienda que desde el inicio de la básica secundaria se implementen actividades que fomente el desarrollo de conocimiento metacognitivo en los estudiantes en el clase de biología, como tipo de enseñanza que busca el aprendizaje y la comprensión de procesos biológicos en los diferentes niveles de organización de la vida, de manera que, el estudiante comience a ser consciente de su propio proceso de pensamiento y conocimiento mientras está aprendiendo.

10 REFERENCIAS

- Abril, A. Mayoral, M. y Muela, F. (2004). Los medios de comunicación social y la didáctica de la Genética y la Biología Molecular en E.S.O. En La nueva alfabetización: un reto para la educación del siglo XXI. Madrid: Ed. Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación “Don Bosco”. pp. 367-368
- Álvarez, O.D. (2013). Las unidades didácticas en la enseñanza de las Ciencias Naturales, Educación Ambiental y Pensamiento Lógico Matemático. Universidad de San Buenaventura.
- Argento, D. (2013). Estudio exploratorio sobre preconcepciones en el área de Genética en alumnos de secundaria italianos y españoles
- Bahar, M. Johnstone, A. Hansell, M (1999). Revisiting learning difficulties in biology, *Journal of Biological Education*, 33:2, 84-86
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F.E., Kluwe, R.H. (eds.) *Metacognition, Motivation, and Understanding*, pp. 65–116. Lawrence Erlbaum, Hillsdale
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 227-243.
- Cadavid, V. (2013). Relaciones entre la metacognición y el pensamiento visoespacial en el aprendizaje de la estereoquímica. Universidad autónoma de Manizales.
- Campanario, J.M. y Otero J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2). Pp155-169.

- Estébanez-Alonso J. (2014) Análisis de los conocimientos e ideas previas sobre Genética de alumnos que comienzan 4º de ESO comparados con los de alumnos de 1º de Bachillerato.
- Flavell, J. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L.B. (ed.) *The Nature of Intelligence*, pp. 231–236. Erlbaum, Hillsdale
- Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *Am. Psychol.* 34, 906–911
- Gericke, N. M., and Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to students' understanding of genetics. *Sci. Educ.* 16, 849 – 881.
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Knippels, MCPJ (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education*. CD-b Press, Utrecht
- Marbach-Ad G & Stavy R (2000). Student's cellular and molecular explanations of genetic phenomena. *J Biol Educ* 34(4):200–205
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y Aprendizaje*, 18(72), 9-32.
- Marzano R, Pickering D. (2005). *Dimensiones del aprendizaje manual para el maestro*. Versión en Español, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).
- Mills-Shaw, K. R., K. VanHorne, H. Zhang, and J. Boughman, (2008). Essay contest reveals misconceptions of high school students in genetics content. *Genetics* 178: 1157–1168.

- Miles M., Huberman M. y Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications
- Navarro, J. Mena, M. (2013). Ácidos nucleicos. En Montes, A. Sandoval, A. Armendáriz, J. (2013). *Biología Molecular Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud*. McGrawHill S.A.
- Nusantari, E. (2019). The development of metacognitive-based genetic learning instruments at Senior High School. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2019 Special Issue, Vol. 6, p1-27. 27p.
<https://search.proquest.com/openview/02bc1225a0cd1147e20daa5f1d3c4098/1?pq-origsite=gscholar&cbl=4400984>
- Papaleontiou-Louca, E. (2003). The concept and instruction of metacognition. *Teach. Dev.* 7(1), 9–30
- Peña-Ayala., A. y Cárdenas, L. (2015). A conceptual model of the metacognitive activity. En A. Peña-Ayala (ed.), *Metacognition: fundamentals, applications, and trends* (pp. 39-64).Springer.
- Pérez, G. y González Galli, L. (2020). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis*, ted, 47, 233-247.
- Rodríguez, G.; Gil, J. y García, E. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Aljibe
- Schraw G., Moshman D. (1995). Metacognitive theories. *Educational psychology review* 7: 351. <https://doi.org/10.1007/BF02212307>
- Schraw, G. & Dennison, R.S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19(4), 460–475.

- Schraw, G., Olafson, L., Weibel, M., Sewing, D (2012). Metacognitive knowledge and field-based science learning in an outdoor environmental education program. In: Zohar, A., Dori, Y.J. (eds.) *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol. 40, pp. 57–77. Springer, Heidelberg
- Tamayo, O. (2006). Los bordes de la pedagogía: del modelo a la ruptura. En *La metacognición y los modelos para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias* (pp. 275-306). Universidad Pedagógica Nacional.
- Tamayo, O., Cadavid, V. y Montoya, D. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 117-141.
- Veenman, M. (2012). Metacognition in science education: definitions, constituents, and their intricate relation with cognition. In: Zohar, A., Dori, Y.J. (eds.) *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol. 40, pp. 21–36. Springer, Heidelberg
- Veenman, M., Van Hout-Wolters, B. y Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1, 3-14.
- Zohar, A., Barzilai, S. (2013). A review of research on metacognition in science education: current and future directions. *Stud. Sci. Educ.* 49(2), 121–169.
- Zohar, A., Dori, Y. (2012). Introduction. *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol. 40, pp. 1–19. Springer, Heidelberg.

11 ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado para la participación en la investigación a los acudientes

| | |
|---|--|
|  <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES UAM VIGILADA MINEDUCACIÓN</p> | <p>CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES</p> |
|---|--|

Yo _____, acudiente del estudiante:
_____ y de _____ años de edad, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: Aporte del Conocimiento Metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado decimo, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.

No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.

El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.

No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.

Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.

Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.

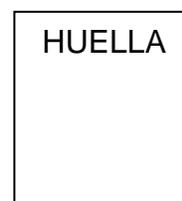
Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar: Institución educativa San José, La Paz (Cesar) fecha:

Nombre y firma del participante:

Firma Acudiente: _____

Número de cédula: _____



Índice derecho

Investigadora: Laura Diana Cantillo Maldonado

Anexo 2. Carta de solicitud de acceso al representante legal de la Institución educativa



La Paz, Octubre 2020

Señor

Wilmer Galindo Ospino

Rector

Institución Educativa San José

La Paz (Cesar)

Cordial saludo.

Yo, LAURA DIANA CANTILLO MALDONADO, como estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, solicito ante usted permiso para desarrollar dentro de su institución educativa y con los estudiantes de 10^o grado, la propuesta de investigación denominada: Aporte del Conocimiento Metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético en estudiantes de grado decimo

Para el desarrollo de la investigación, se recolectará información a través de un instrumento de lápiz y papel y se realizará una intervención didáctica. Vale la pena resaltar que la información se utilizará únicamente con fines investigativos y se manejará la confidencialidad de la misma, al igual que me comprometo a dar a conocer los resultados a la comunidad educativa una vez concluido el proyecto.

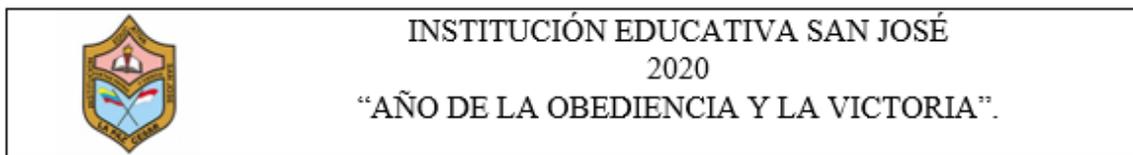
Atentamente,

LAURA DIANA CANTILLO MALDONADO

Estudiante de maestría en Enseñanza de las Ciencias

Universidad Autónoma de Manizales

Anexo 3. Instrumento de papel y lápiz



INSTRUMENTO DE PAPEL Y LÁPIZ (antes y después intervención didáctica)

MATERIAL GENÉTICO

El siguiente cuestionario es un instrumento que hace parte de la investigación sobre el conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético, el cual consta de 6 preguntas, algunas con encisos. Por favor responda las preguntas de la forma más completa posible.

Nombre completo: _____ Fecha: _____

1. Completa la siguiente tabla de acuerdo a lo que sabes o no sabes con respecto a los términos y los interrogantes que tienes.

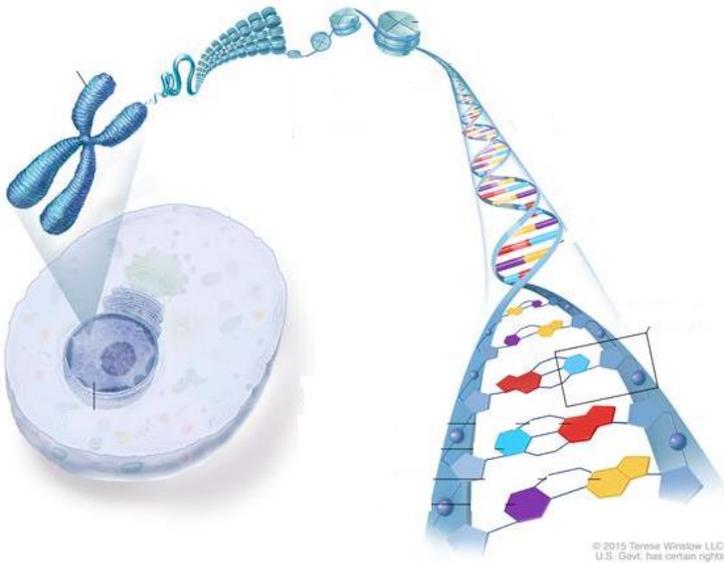
| Términos | Lo que sé sobre... | Lo que no se ... | Escribe preguntas de lo que quieres saber sobre... |
|-----------|--------------------|------------------|--|
| Cromosoma | | | |
| Gen | | | |
| ADN | | | |

| | | | |
|-----|--|--|--|
| ARN | | | |
|-----|--|--|--|

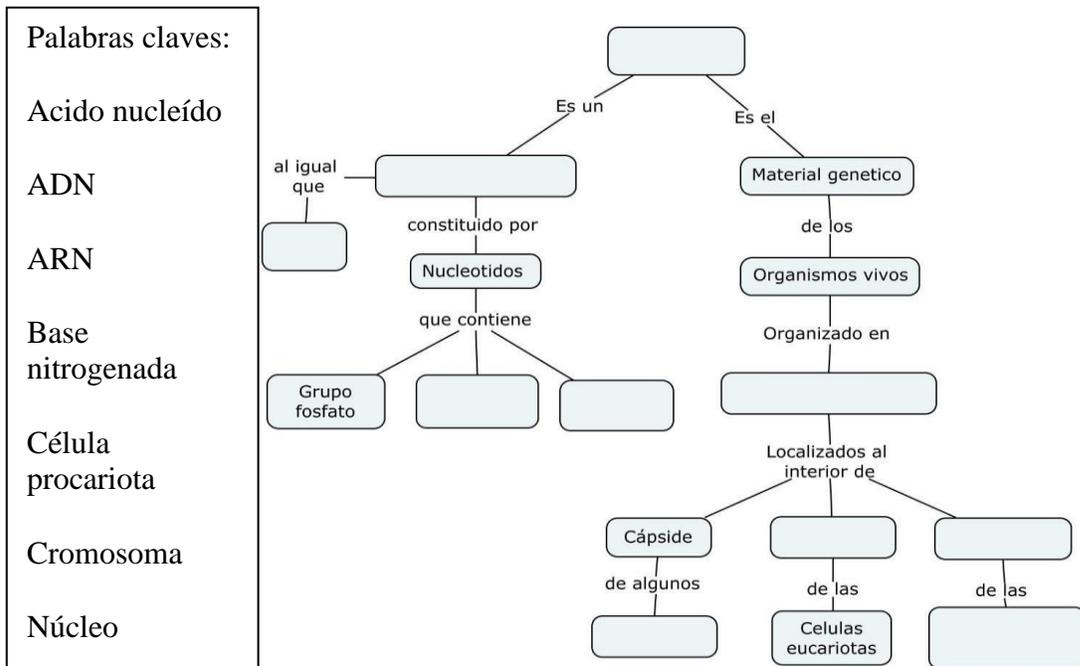
2. Observa la imagen y realiza las siguientes acciones.

a. Indica y nombra los elementos que reconozcas

b. Colócale un título a la imagen que sintetice la idea que representa.



3. Completa el siguiente mapa conceptual, utilizando las palabras claves



En función del mapa conceptual que completaste, contesta las siguientes preguntas:

a. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que consideras que conoces bien? Explica tu respuesta.

b. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos en las que tienes dudas? Explica tu respuesta.

c. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que no conseguiste entender? ¿Por qué?

d. Describe con detalle los pasos o secuencias que llevaste a cabo para realizar la tarea asignada (punto 3):

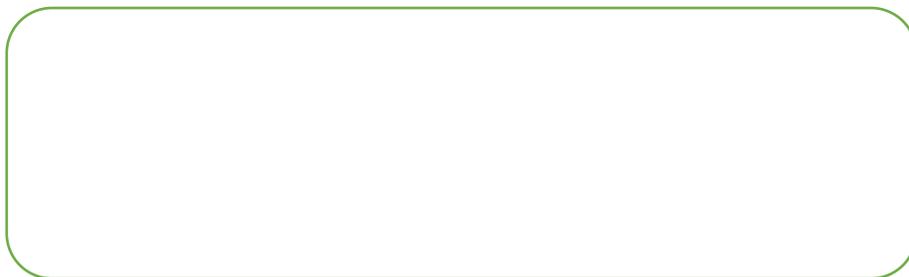
Paso A:

Paso B:

Paso C:

Paso D:

4. Como trabajo para el área de ciencias naturales debes elaborar una maqueta que represente la estructura del ADN, en el recuadro realiza el dibujo de la estructura del ADN que reproducirás en la maqueta.



b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la estructura del ADN

Paso A:

Paso B:

Paso C:

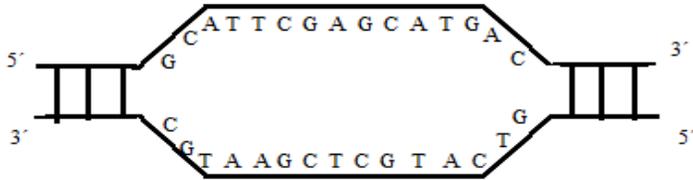
Paso D:

c. ¿Cuáles fueron las dificultades que tuviste para representar la estructura del ADN?

Nómbralas.

d. Menciona cuales fueron tus fortalezas para realizar la estructura del ADN.

5. El siguiente diagrama representa las cadenas molde de una burbuja de replicación en una molécula de ADN.



Dibuja las cadenas recién sintetizadas e identifica las cadenas líder y retrasada.

b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la replicación del ADN

Paso A: _____

Paso B: _____

Paso C: _____

Paso D: _____

c. Menciona cuales fueron las dificultades que tuviste al realizar el proceso de replicación

d. Menciona cuales fueron tus fortalezas al realizar el proceso de replicación.

6. A continuación, asigna un emoji (carita) dependiendo de lo seguro que te sientas con respecto a las respuestas que diste a las preguntas en general y justifica tu elección:



| Pregunta | Emoji | Justificación |
|----------|-------|---------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

Anexo 4. Unidad didáctica



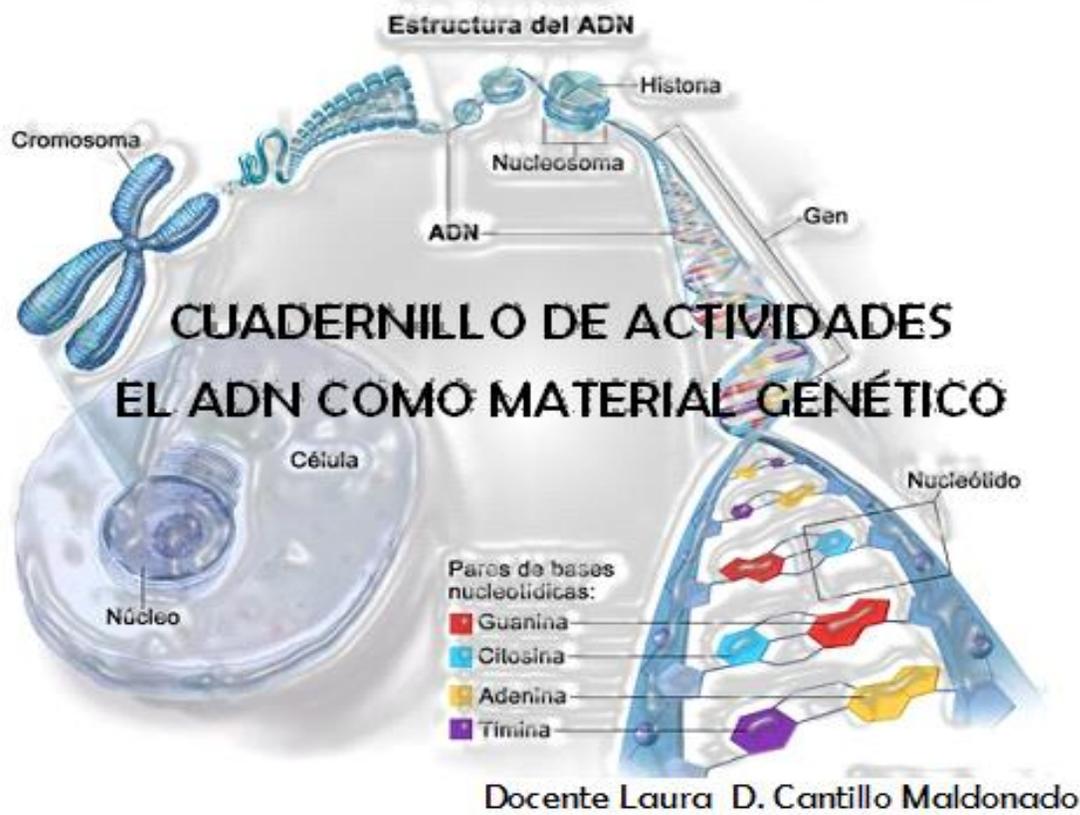
Institución Educativa San José



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE
MANIZALES
UAM



Acreditación Institucional
DE ALTA CALIDAD



Nombre del Estudiante: _____

El siguiente cuadernillo de actividades es una herramienta que hace parte de la investigación sobre el conocimiento metacognitivo en el aprendizaje del tema material genético.

PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL ADN COMO MATERIAL GENÉTICO

La unidad didáctica diseñada presenta actividades para el aprendizaje de temas como: la organización del material genético y los ácidos nucleicos: estructura y funciones, a través del uso de técnicas y estrategias para adquirir, integrar, extender y refinar el conocimiento (Marzano y Pickering, 2005) como la estrategia S-Q-A, enseñanza recíproca, organizadores gráficos, representaciones físicas, matriz de comparación, etc. Asimismo se plantea un momento orientado a fomentar el conocimiento metacognitivo en momentos offline, es decir, actividades que ocurren después de la tarea a resolver (Schraw y Gutierrez (2015), Veenman (2012) citado por Pérez y González 2020), tales como juicios sobre lo que se, registro de lo aprendido, dificultades de la actividad, entre otras.

La unidad consta de 10 sesiones de trabajo de 1 hora por sesión, algunas están organizadas en dos secciones por temática a desarrollar y 2 actividades extracurriculares. Para la realización de las actividades se encontrarán espacios en blanco y líneas para escribir las respuestas a las preguntas. Todas las actividades se desarrollarán en el cuadernillo.

OBJETIVOS DE LA UNIDAD:

Fomentar el conocimiento metacognitivo en los estudiantes para el logro del aprendizaje y la autorregulación del conocimiento.

Conocer las ideas previas de los estudiantes sobre cómo se organiza, estructura y replica el material genético.

Identificar y explicar la naturaleza molecular del material genético como macromoléculas de almacenamiento y transmisión de la herencia.

CONTENIDO DE LA UNIDAD POR SESIONES

| SESIONES Y TEMAS | Pagina |
|---|--------|
| Sesión #1y #2 ¿Cómo se organiza el material genético? | 2 |
| Sesión #3 y #4 Organización del material genético en virus, procariotas y, eucariotas | 13 |
| Sesión #5 Los ácidos nucleicos: los nucleótidos, el ARN | 23 |
| Sesión #6 Los ácidos nucleicos: el modelo de la doble hélice del ADN | 30 |
| Sesión #7 y #8 Ácidos nucleicos: el ADN y el ARN | 35 |
| Sesión #9 y #10 Replicación o duplicación del ADN | 37 |

UNIDAD: EL ADN COMO MATERIAL GENÉTICO

SESIÓN # 1 y #2: ¿CÓMO SE ORGANIZA EL MATERIAL GENÉTICO?

Objetivos: -Comprender la naturaleza y organización del material genético. -Establecer relaciones entre cromosoma, gen y ADN

ACTIVIDADES

Actividad de exploración de las ideas previas

a. Inicie llenando las dos primeras casillas de la Hoja de trabajo Se-Quiero saber-Aprendí (S-Q-A) sobre cómo se organiza el material genético

S-Q-A sobre cómo se organiza el material genético

| Lo que Se | Lo que quiero saber | Lo que aprendí |
|-----------|---------------------|----------------|
| | | |

b. luego de observar el video, llena la casilla “lo que aprendí “sobre la organización del material genético.

Enlace video: la organización del material genético-cromosomas eucariontes

https://www.youtube.com/watch?v=cyQWP4YBTcM&ab_channel=Dr.ValdezS%C3%A1enz

Actividad 1. Enseñanza recíproca, lectura: historia del descubrimiento del ADN como material genético.

a. Resumir. Los alumnos leen en silencio una sección de la lectura, un alumno guía resume lo que se ha leído. Otros alumnos, con la guía del maestro, pueden agregar cosas al resumen.

b. Preguntar. El alumno guía hace algunas preguntas sobre la lectura, para que responda el grupo.

c. Aclarar. Luego, el alumno guía trata de aclarar las ideas confusas de la lectura. Puede señalar cuáles son o pedir a los demás alumnos que señalen cuáles son. Puede ser necesario releer partes de la lectura.

d. Predecir. El estudiante guía solicita predicciones sobre lo sucederá en el siguiente segmento del texto. Se escriben las predicciones en el tablero. Se sigue con la lectura, se escoge otro estudiante guía y se realiza el proceso nuevamente.

LECTURA: HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DEL ADN COMO MATERIAL GENÉTICO.

Tomado de Guevara Pardo, Guillermo (2004).

Por la época en que Mendel hacía sus investigaciones, el médico suizo Friedrich Miescher (1844-1895), aisló por primera vez los ácidos nucleicos, en 1869, donde se interesa por el estudio de la composición química de la célula; como el protoplasma no se dejaba domeñar con facilidad se dedica a estudiar el núcleo, un orgánulo “enigmático y constante” del que se sabía muy poco y se tenía en muy baja consideración. El estudio inicial lo adelantó con

ciertas células de la sangre llamadas leucocitos (células del pus), una elección afortunada dado su carácter polinuclear. El material de estudio lo obtenía de vendas usadas que generosamente le proporcionaba una clínica cercana a su laboratorio. Miescher había desarrollado un protocolo de extracción eficaz y a los 25 años de edad logró aislar del núcleo celular una sustancia de carácter ácido, hasta ese momento desconocida, a la que bautizó nucleína. Publicó sus resultados en 1871; repitió sus experimentos con otras células y siempre encontró que los núcleos contenían nucleína.

En 1874 la nucleína volvió a aparecer en el escenario de la ciencia y ante el desdén de los demás científicos por su trabajo químico, Miescher hizo otros análisis en espermatozoides de carpas, toros, ranas y especialmente salmones. El científico suizo se levantaba a las cuatro de la mañana, en pleno invierno a orillas del Rin para pescar los ejemplares y posteriormente se dedicaba en su laboratorio, expuesto a una temperatura de dos grados centígrados, a aislar la nucleína; una temperatura más alta le impediría manipular su molécula. No obstante la evidencia, el médico suizo nunca sospechó que esa sustancia estuviera ligada a los procesos de la herencia y la fecundación, incluso llegó a negar su participación en esos fenómenos; para esos efectos prefería a las proteínas, moléculas más adecuadas para explicar la gran diversidad en el mundo vivo, explicación favorecida por los biólogos de la época.

Las moléculas más importantes para la fisiología y morfología de los seres vivos son los lípidos (grasas y aceites), los carbohidratos (azúcares y almidones), las proteínas y los ácidos nucleicos (ADN y ARN) siendo éstos los últimos en identificarse y quienes adquirieron toda su valoración a partir de la década de 1940.

En 1909 el científico de origen ruso Phoebus Aaron Levene en el Instituto Rockefeller de Investigaciones Médicas demostraba que la ribosa era el azúcar del ácido nucleico encontrado en la levadura, y en la década de 1920 se comprobó la existencia de otra pentosa, la desoxirribosa, muy parecida a la ribosa, sólo que poseía un átomo de oxígeno menos en su estructura. Hacia el año 1929 ya se había establecido la existencia de los dos

tipos de ácidos nucleicos (ADN y ARN) y que era el ADN el ácido que contenían los cromosomas, los cuales también estaban compuestos de proteínas.

Fue el austriaco Erwin Chargaff quien a la sazón ocupaba plaza en el departamento de bioquímica de la Universidad de Columbia. Después de superar innumerables dificultades técnicas para la extracción y purificación del ADN, Chargaff y su grupo reportaron en 1949 que la composición de bases nitrogenadas del ácido nucleico varía de una especie a otra y demostraron que en la molécula existía una regularidad sencilla y elegante, con carácter universal: la cantidad total de purinas (A+G) del ADN, siempre es igual a la de pirimidinas (C+T). Éstas, las llamadas proporciones de Chargaff, habrían de ser una de las llaves que permitiría más tarde abrir el arca donde se encerraba el misterio de la doble hélice.

Para el año 1952 las pruebas que identificaban al ADN con el material hereditario eran abrumadoras, pero aún persistían trincheras de resistencia a esta idea. El derrumbe definitivo de la vieja teoría que defendía la función hereditaria de las proteínas lo propinó el preciso experimento de Alfred Hershey y Martha Chase en el neoyorquino Laboratorio Cold Spring Harbor, de Long Island. Hershey y Chase estudiaban el ciclo de vida de los bacteriófagos, los virus que infectan bacterias para reproducirse dentro de ellas. Un bacteriófago está constituido por una cápsula de proteína cuyo interior encierra una moléculas de ADN; el experimento consistía en cultivar bacteriófagos en un medio que contuviera isótopos radiactivos de fósforo y azufre y determinar su destino final. El fósforo radiactivo marcaba al ADN y los de azufre lo hacían con las proteínas del bacteriófago: donde se detectara el fósforo radiactivo estaría el ADN, mientras que la presencia del isótopo de azufre revelaría la presencia de las proteínas. Esta metodología permitiría determinar que el componente que penetrara al interior de las bacterias sería el material genético, mientras que lo que quedara por fuera no tendría trascendencia hereditaria; la propuesta experimental respondería de manera definitiva la pregunta de quién era el material hereditario, las proteínas o el ADN.

Los resultados demostraron que el ADN radiactivo se encontraba en el interior de las bacterias, mientras que las proteínas del bacteriófago quedaban por fuera. Aquí es

interesante señalar un aspecto de la metodología de la investigación científica: Hershey propuso primero una teoría (que el bacteriófago inyecta el ADN a la bacteria) y el experimento demostró que lo esperado era lo correcto.

En 1952 el experimento de Hershey y Chase demostraba de manera irrefutable que el ADN era la molécula portadora de la información genética, la base material de la herencia. Aquella anodina nucleína que aislara Miescher finalizando el siglo XIX, al comenzar la segunda mitad del XX, sería la rutilante estrella a la que algunos científicos dedicaron su empeño por llegar a lo más íntimo de su estructura. A partir de entonces los investigadores se plantearon dos preguntas básicas: ¿cuál es la estructura de la molécula de ADN? y, ¿cuál es la naturaleza del código genético?

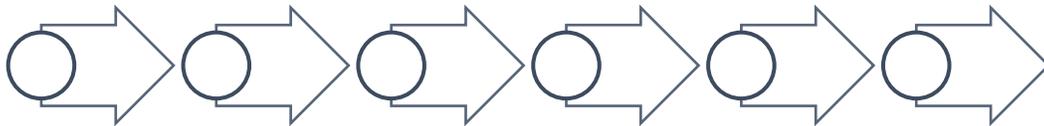
En la década de 1950 Maure Wilkins y Rosalind franklin tomaron fotografías de difracción de rayos X de alta calidad a muestras de material genético, estas fotografías indicaban que la estructura del ADN era helicoidal, que estaba compuesto por más de una cadena de polinucleotidos, y al mismo tiempo se identificaban sin ambigüedad los enlaces covalentes del ADN, con este hallazgo en 1953 Francis Crick y James Watson descubrieron la estructura tridimensional del ADN y desarrollaron el modelo de la doble hélice; iniciando la era de la genética molecular. El 7 de marzo de 1953 estuvo terminado el modelo metálico de la molécula de ADN que debería satisfacer a plenitud los datos experimentales obtenidos por la difracción con rayos X y las leyes de la estereoquímica.

El artículo original de Watson y Crick fue publicado en la revista Nature, número 4356 de abril 25 de 1953 con el título Molecular Structure of Nucleic Acids. Allí Sostienen que la molécula de ADN está formada por dos cadenas helicoidales, estructura cuya singularidad radica en “la manera en que las dos cadenas se sostienen juntas por las bases purinas y pirimidinas”, lo que supone el apareamiento específico de las bases nitrogenadas: “En otras palabras, si una adenina forma uno de los miembros de un par, en una cualquiera de las cadenas, entonces el otro miembro debe ser la timina; similarmente sucede con guanina y citosina”. De la estructura propuesta, los dos autores plantean al final de su corta comunicación que “el apareamiento específico que hemos postulado sugiere

inmediatamente un posible mecanismo de copia del material genético”. El artículo apareció con un diagrama de la doble hélice del ADN dibujado por Odile Crick, esposa de Francis.

La comunidad científica no mostró inicialmente gran interés por la estructura propuesta; fue en 1958 que el modelo empezó a ganar apoyo gracias al trabajo de Matthew Meselson y Franklin Stahl quienes demostraron la naturaleza semiconservativa de la replicación de la molécula de ADN, hecho que se desprendía de la estructura propuesta por Watson y Crick. El premio Nobel de medicina fue concedido a Maurice Wilkins, Francis Crick y James Watson en diciembre de 1962.

2. Organice en un gráfico los eventos en un orden cronológico del descubrimiento del ADN, debe escribir nombre del científico, fecha y evento. Puedes guiarte por el gráfico.



Actividad 3.

A partir de la lectura ¿cómo se organiza el material genético?:

- a. Responde ¿Cuál sería la relación que existe entre cromosomas, gen y ADN?
- b. Realice un esquema del concepto de gen donde se presente la definición, características, ejemplos, etc.
- c. Realice un esquema del concepto de cromosoma donde se presente que es, cuáles son las características, ejemplos, etc.

LECTURA: CÓMO SE ORGANIZA EL MATERIAL GENÉTICO

El material genético se emplea para guardar la información genética de una forma de vida orgánica. Para todos los organismos conocidos actualmente, el material genético es casi

exclusivamente ácido desoxirribonucleico (ADN). Algunos genomas de virus usan ácido ribonucleico (ARN) en vez de ADN. Dentro de las células, el ADN está organizado en estructuras llamadas cromosomas que, durante el ciclo celular, se duplican antes de que la célula se divida. Los organismos eucariotas (por ejemplo, animales, plantas y hongos) almacenan la mayor parte de su ADN dentro del núcleo celular y una mínima parte en elementos celulares llamados mitocondrias, y en los cloroplastos y los centros organizadores de microtúbulos o centríolos, en caso de tenerlos; los organismos procariotas (bacterias y arqueas) lo almacenan en el citoplasma de la célula y, por último, los virus ADN lo hacen en el interior de la cápside de naturaleza proteica. Las secuencias de ADN que constituyen la unidad fundamental, física y funcional de la herencia se denominan genes. Cada gen contiene una parte que se transcribe a ARN y otra que se encarga de definir cuándo y dónde deben expresarse. La información contenida en los genes (genética) se emplea para generar ARN y proteínas, que son los componentes básicos de las células, los "ladrillos" que se utilizan para la construcción de los orgánulos u organelos celulares, entre otras funciones.

CROMOSOMAS

Los cromosomas son estructuras con apariencia de hilo ubicadas dentro del núcleo de las células de animales y plantas. Cada cromosoma está compuesto de proteínas combinadas con una sola molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN). Pasado de padres a descendientes, el ADN contiene las instrucciones específicas que hacen único a cada tipo de ser vivo.

El término cromosoma se origina de las palabras griegas para color (chroma) y cuerpo (soma). Los científicos dieron este nombre a los cromosomas porque son estructuras o cuerpos celulares que se tiñen oscuramente con algunos de los tintes utilizados en laboratorios.

La estructura única de los cromosomas mantiene al ADN enrollado apretadamente alrededor de proteínas con apariencia de carretes, de hilo llamadas histonas. Sin dichos

carretes, las moléculas de ADN serían demasiado largas para caber dentro de las células. Por ejemplo, si todas las moléculas de ADN en una sola célula humana fueran desenrolladas de sus histonas y estiradas de un extremo a otro, medirían 1.8 metros (6 pies).

Para que un organismo crezca y funcione adecuadamente, las células deben dividirse constantemente y producir nuevas células que reemplacen a las células viejas y desgastadas. Durante la división celular, es esencial que el ADN permanezca intacto y distribuido uniformemente entre las células. Los cromosomas son una parte clave del proceso que asegura que el ADN se copie y distribuya fielmente en la gran mayoría de las divisiones celulares.

Los cromosomas varían en número y forma entre los seres vivos. La mayoría de las bacterias tienen uno o dos cromosomas circulares. Los seres humanos, junto con otros animales y plantas, tienen cromosomas lineales que se ordenan en pares dentro del núcleo de la célula. El número total de cromosomas por célula es específico para cada especie y se denomina dotación cromosómica, o también complemento cromosómico de la especie.

Además de los cromosomas lineales encontrados en el núcleo, las células de los seres humanos y otros organismos complejos portan un tipo mucho más pequeño de cromosoma similar a aquellos vistos en las bacterias. Este cromosoma circular se encuentra en las mitocondrias, unas estructuras ubicadas fuera del núcleo que generan energía química y funcionan a modo de baterías de la célula.

GENES

Un gen puede definirse como un segmento de DNA que codifica la información requerida para sintetizar un producto biológico que, en general, será una proteína estructural o enzimática y es la unidad básica de la herencia biológica. En concepto más útil a la biología molecular, un gen se puede definir como “un segmento de DNA que contiene una unidad de transcripción y sus secuencias reguladoras principales (‘promotor’)”. Un gen puede contener desde varios cientos a casi un millón de pares de bases; el tamaño de un gen es

directamente proporcional al tamaño del producto proteico que codifica. El producto intermedio del proceso es el RNA, que en determinados casos puede actuar también como producto funcional. El conjunto del material genético del organismo se llama genoma y todo el genoma está almacenado en los cromosomas, que son las estructuras fundamentales del núcleo de las células.

Cada gen se localiza en un determinado punto de un cromosoma que se llama locus, que es el mismo en cada individuo de una especie. Los humanos, como todos los organismos que se reproducen sexualmente, tienen dos copias de cada gen, una de cada progenitor, a excepción de los genes localizados en el cromosoma Y que tiene una sola copia de dichos genes. Cada copia de un gen que proviene de un progenitor se llama alelo y, por lo tanto, en una misma persona los dos alelos pueden ser diferentes en alguna secuencia de su DNA y ello puede dar lugar a diferencias en los productos de expresión de dicho gen. La presencia de diferentes alelos en el conjunto de la población es la base de su diversidad genética, englobada en su conjunto personal de genes llamada genotipo, y esta diversidad dará lugar a cada persona, única e irrepetible, con sus características (altura, color de los ojos, color del pelo, rasgos de la cara, rasgos del cuerpo, etc.), lo que se conoce como fenotipo. Mientras que cuando se habla de genotipo no se hace referencia al conjunto de todos los genes, sino a un gen específico, cuando se habla de un conjunto de genes, y más concretamente a una combinación determinada de alelos, que se localizan muy próximos unos de otros en el cromosoma y que, debido a su proximidad, suelen heredarse juntos, se habla de haplotipo.

ADN

El ADN se puede considerar como un almacén cuyo contenido es la información (mensaje) necesaria para construir y sostener el organismo en el que reside, la cual se transmite de generación en generación. El conjunto de información que cumple esta función en un organismo dado se denomina genoma, y el ADN que lo constituye, ADN genómico.

El ADN genómico (que se organiza en moléculas de cromatina que a su vez se ensamblan en cromosomas) se encuentra en el núcleo celular de los eucariotas, además de pequeñas cantidades en las mitocondrias y cloroplastos. En procariotas, el ADN se encuentra en un cuerpo de forma irregular denominado nucleoide.

La información de un genoma está contenida en los genes, y al conjunto de toda la información que corresponde a un organismo se le denomina su genotipo. Un gen es una unidad de herencia y es una región de ADN que influye en una característica particular de un organismo (como el color de los ojos, por ejemplo). Los genes contienen un "marco de lectura abierto" (open reading frame) que puede transcribirse, además de secuencias reguladoras, tales como promotores que controlan la transcripción del marco de lectura abierto.

El ADN está formado por unos componentes químicos básicos denominados nucleótidos. Un nucleótido está formado por un glúcido (la desoxirribosa), una base nitrogenada (que puede ser adenina A, timina T, citosina C o guanina G) y un grupo fosfato (derivado del ácido fosfórico). Lo que distingue a un nucleótido de otro es, entonces, la base nitrogenada, y por ello la secuencia del ADN se especifica nombrando solo la secuencia de sus bases. La disposición secuencial de estas cuatro bases a lo largo de la cadena es la que codifica la información genética, siguiendo el siguiente criterio de complementariedad: A-T y G-C. En los organismos vivos, el ADN se presenta como una doble cadena de nucleótidos, en la que las dos hebras están unidas entre sí por unas conexiones denominadas puentes de hidrógeno. El orden, o secuencia, de estas bases determina qué instrucciones biológicas están contenidas en una hebra de ADN. En el caso de los seres humanos, la colección completa de ADN, o el genoma humano, consta de 3 mil millones de bases organizados en 23 pares de cromosomas, y conteniendo alrededor de 20,000 genes.

Momento metacognitivo

1. Revisa la hoja de trabajo S-Q-A sobre cómo se organiza el material genético que llenaste al inicio de la sección, contesta a las preguntas

a. ¿Cambiarías algo de lo escrito o consideras que está bien?

b. ¿Qué cambiarías?

c. ¿por que?

2. Tuviste dificultades para realizar las actividades. Si ____, No_____.

a. Cual(es)

b. ¿Por qué?

3. ¿A qué conclusión (es) llegaste después de realizada todas las actividades?

SESIÓN #3 y #4: ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO EN VIRUS,
PROCARIOTAS Y, EUCARIOTAS

Objetivo: Conocer y comparar como se encuentra organizado el material genético en virus,
procariotas y eucariotas

ACTIVIDADES

Actividad exploración de las ideas previas

Completa el siguiente cuadro con todo que lo sabes o crees saber sobre los eucariotas,
procariotas y virus en los aspectos señalados.

| | Eucariotas | Procariotas | Virus |
|-------------------------------|------------|-------------|-------|
| Que son seres | | | |
| Características que poseen | | | |
| ¿Contienen material genético? | | | |
| Ejemplos | | | |

Actividad 1.

De la lectura sobre la organización del material genético en los seres vivos.

a. Establece cuáles son las similitudes y diferencias que se presenta en la organización del material genético entre virus y procariotas.

b. A partir de la información contenida en la lectura sobre la organización del material genético en eucariotas, elabora un mapa conceptual.

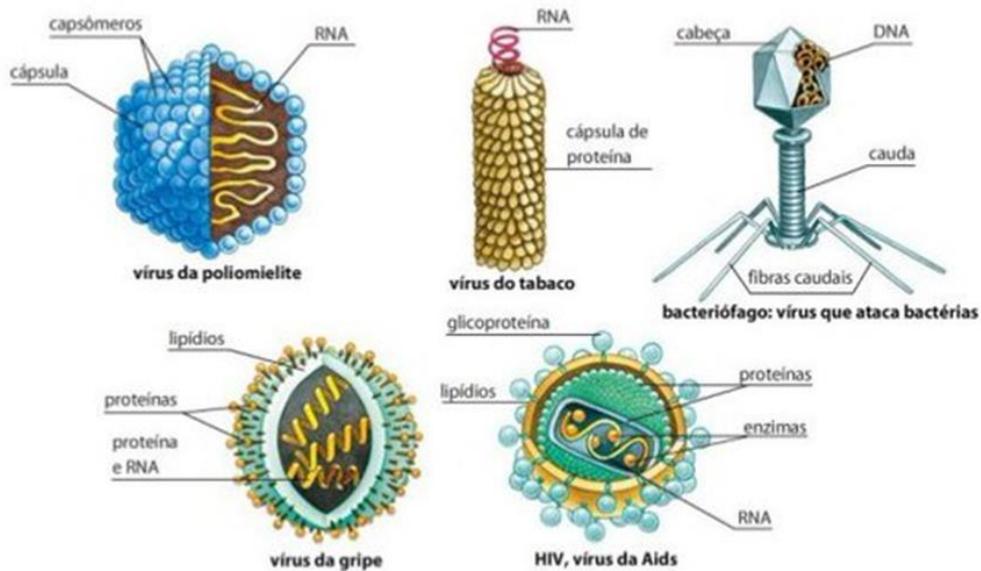
LECTURA: ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO EN LOS SERES VIVOS

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO EN VIRUS

En biología, un virus (del latín virus, en griego *ἰός* «toxina» o «veneno») es un agente infeccioso microscópico acelular que solo puede replicarse dentro de las células de otros organismos. Los virus están constituidos por genes que contienen ácidos nucleicos que forman moléculas largas de ADN o ARN, rodeadas de proteínas. Al infectar una célula, estos genes "obligan" a la célula anfitriona a sintetizar los ácidos nucleicos y proteínas del virus para poder llegar a formar nuevos virus. Los virus infectan a todo tipo de organismos, desde animales, hongos, plantas, protistas hasta bacterias y arqueas.

En los virus el material hereditario se organiza en moléculas de ácidos nucleicos que están encapsulados en una envoltura hecha a base de proteínas conocida como cápside, otros protegen su material genético con una membrana o envoltura derivada de la célula a la que infectan y algunos otros además rodean su cápside con una membrana celular. El material hereditario de los virus está organizado en cromosomas de diferente tipo. Desde el punto de vista genético, los virus pueden clasificarse en virus ADN o ARN, doble o sencillo, y en circular o lineal. Poco importa el tipo de ácido nucleico, un genoma vírico puede ser o bien monocatenario o bicatenario. Los genomas monocatenarios (sencillo) consisten en un ácido nucleico no emparejado, similar a una de las mitades de una escalera de mano cortada a lo largo por la mitad. Los virus bicatenarios (dobles) consisten en dos ácidos nucleicos emparejados y complementarios, similares a una escalera de mano entera. Algunos virus, como los Hepadnaviridae, contienen un genoma que es parcialmente bicatenario y

parcialmente monocatenario. El genoma de una especie está constituido por el conjunto las diferentes moléculas de ácido nucleico que posee, por ejemplo, existen virus cuyo material genético es ADN como herpetovirus (herpes), adenovirus, poxvirus (viruela), hay virus que cuyo material genético es el ARN (picornavirus (polio), paramyxovirus (paperas) virus cuyo material genético es ARN-ADN como los retrovirus (VIH causante del sida).

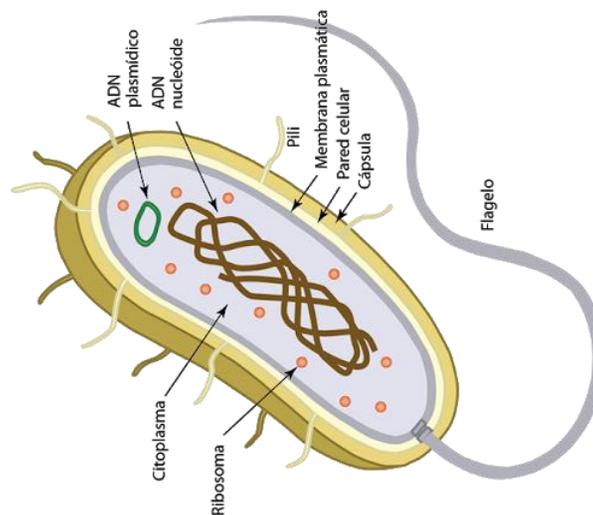


ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO EN PROCARIOTAS

Una célula procariota o procarionte es un organismo unicelular sin núcleo, cuyo material genético se encuentra en el citoplasma, reunido en una zona denominada nucleoide. Las bacterias y las arqueas son los dos tipos de organismos con células procariotas. Toda la información genética esencial para la vida de la bacteria está contenida en una única molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) de doble cadena y circular, cerrado por enlace covalente. Dicha molécula se denomina cromosoma bacteriano.

En términos bioquímicos la composición y estructura de los ácidos nucleicos bacterianos, es la misma que para cualquier célula. Todas las células deben enfrentarse al problema de cómo lograr contener en su estructura moléculas tan grandes como el ADN. Las bacterias

no poseen histonas asociadas a su genoma y en consecuencia no tienen la posibilidad de compactar su ADN en estructuras tipo nucleosomas como las células eucariotas. Por lo tanto, deben compactar su ADN de otra manera. Esto se logra porque el ADN circular cerrado es capaz de adoptar una estructura terciaria denominada superenrollamiento, que implica el enrollamiento del eje de la doble hélice sobre si mismo. Este superenrollamiento se dice que tiene sentido negativo porque tiene el sentido contrario al enrollamiento de una hebra de ADN sobre la otra.



Célula Procariota

Muchas bacterias poseen además ADN extracromosómico, también circular y cerrado, denominado ADN plasmídico por estar contenido en los plásmidos. Estos, son moléculas circulares de ADN de doble cadena que constituyen una unidad de replicación independiente del cromosoma. Por esto puede encontrarse más de una copia del mismo plásmido dentro de la célula bacteriana. Las moléculas de ADN plasmídico, adoptan una conformación tipo doble hélice al igual que el ADN de los cromosomas, aunque, por definición, se encuentran fuera de los mismos. Se han encontrado plásmidos en casi todas las bacterias. A diferencia del ADN cromosómico, los plásmidos no tienen proteínas asociadas.

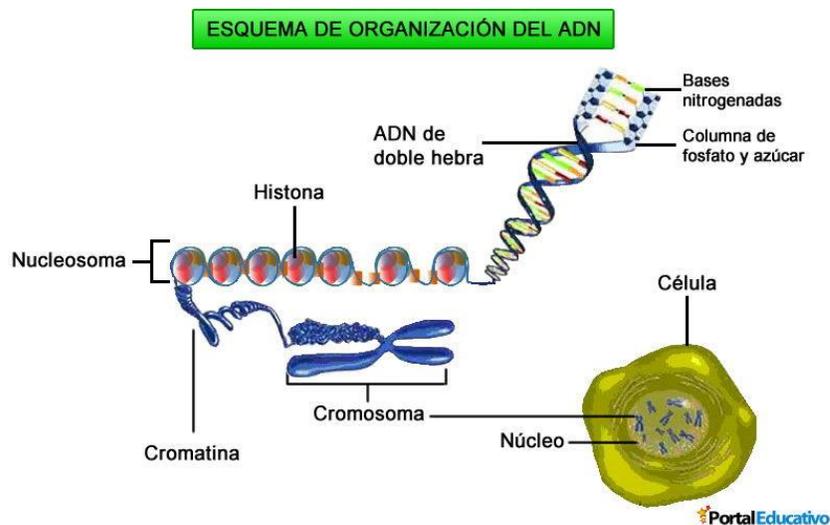
El número de plásmidos por célula puede variar, dependiendo del tipo, desde una sola copia hasta algunos cientos. En general, no contienen información esencial, sino que confieren

ventajas al hospedador en condiciones de crecimiento determinadas. El ejemplo más común es el de los plásmidos que contienen genes de resistencia a un determinado antibiótico, de manera que el plásmido únicamente supondrá una ventaja en presencia de ese antibiótico.

ORGANIZACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO EN EUCARIOTAS

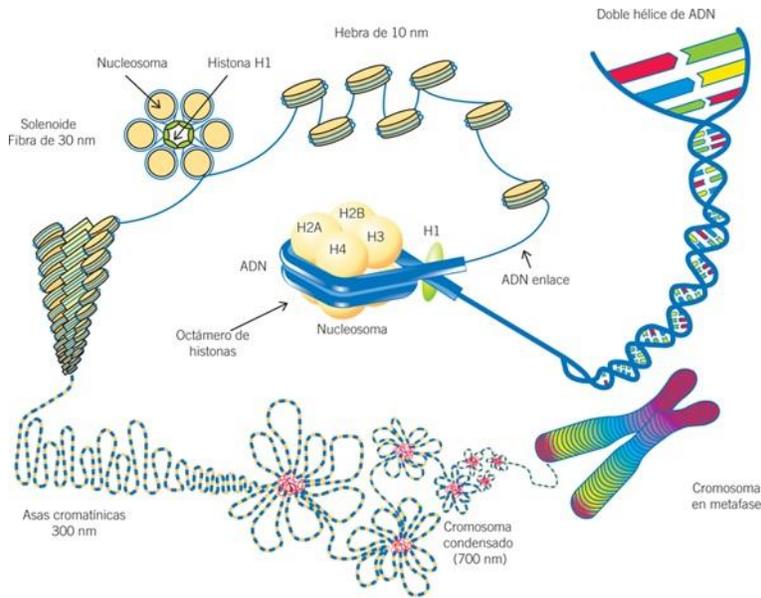
Los organismos eucariotas forman el dominio Eukaryota que incluye a los organismos más conocidos, repartidos en cuatro reinos Animalia (animales) , Plantae (plantas), Fungí (Hongos) y Protista (que no pueden clasificarse dentro de los tres primeros reinos) , Estos organismos constan de una o más células eucariotas, abarcando desde organismos unicelulares hasta verdaderos pluricelulares en los que las diferentes células se especializan para diferentes tareas y que, en general, no pueden sobrevivir de forma aislada. Todos ellos presentan semejanzas a nivel molecular (estructura de los lípidos, proteínas y genoma), comparten un origen común, y principalmente, comparten el plan corporal de los eucariotas, muy diferente al de procariontes.

En las células eucariotas propias de los organismos eucariotas, se caracterizan por presentar siempre un citoplasma compartimentado por membranas, y donde destaca la existencia de un núcleo celular organizado, cubierto por una envoltura nuclear, en el cual está contenido el material hereditario, que incluye al ADN que es la base de la herencia, la macromolécula del ADN se encuentra dentro del núcleo, la cual se compacta y organizada a través de su plegamiento alrededor de un conjunto de 8 proteínas globulares llamadas histonas, este empaquetamiento forma estructuras globulares llamadas nucleosomas, que en conjunto, se asemejan al aspecto de un collar de perlas. Este complejo generado por la combinación de proteínas y ADN se denomina cromatina (del griego chroma: color), nombre que se da debido a sus propiedades de tinción celular (se tiñe intensamente cuando se emplean colores básicos), siendo una de sus principales funciones compactar el ADN para que quepa dentro del núcleo, a través de niveles sucesivos de empaquetamiento. Cuando la célula se divide, la cromatina se condensa hasta alcanzar su máximo grado de compactación, el cual forma los cromosomas.



Las histonas son proteínas pequeñas muy básicas que se encuentran dentro del núcleo. Existen 5 clases principales de histonas; H1 (que también se puede encontrar en una variante en los embriones de pollo, llamada H5), H2A, H2B, H3 y H4. Todas ellas contienen una gran cantidad de residuos cargados positivamente (Arg y Lys). Estas proteínas se agrupan en paquetes de 8, las que se unen iónicamente a los grupos de fosfato del ADN cargados negativamente, sobre ellas se enrolla el ADN formando los nucleosomas.

Los nucleosomas son el primer nivel de enrollamiento del ADN. Están formados por un núcleo proteico de 8 proteínas llamadas histonas. El octómetro está formado por 2 moléculas de cada una de las histonas H2A, H2B, H3 Y H4, alrededor del cual, se enrolla la doble hélice de ADN. Sobre este complejo se une la histona H1. Los nucleosomas están unidos entre sí por la molécula de ADN, como bolas en una cuerda, esto da lugar a la fibra de la cromatina.



Esquema que muestra el superenrollamiento del DNA.

Momento metacognitivo

Luego de realizado el mapa conceptual, reflexiona y señala en el mapa conceptual que realizaste

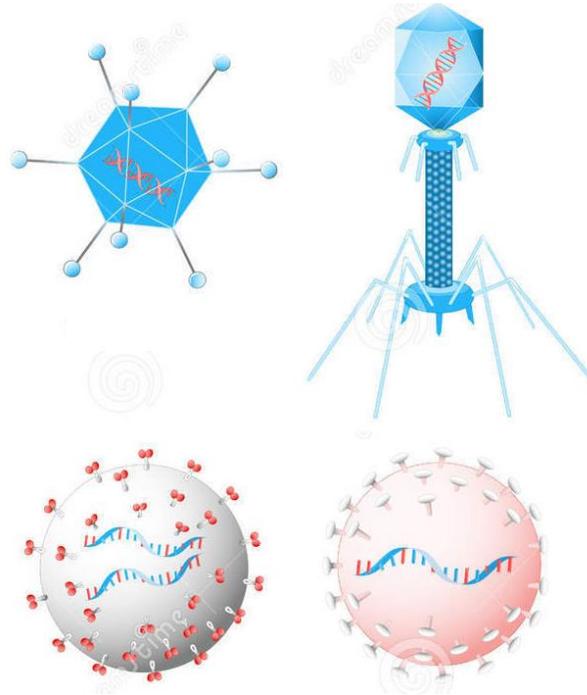
- Las relaciones entre conceptos que considera que puede explicar sin problema, utiliza un color verde para señalar estas relaciones
- Las relaciones entre conceptos en las que tenga dudas, utiliza un color azul para señalar dichas relaciones. Escribe preguntas sobre las dudas que te generan estas relaciones
- Las relaciones entre conceptos que no entiende, utiliza un color rojo para señalar estas relaciones

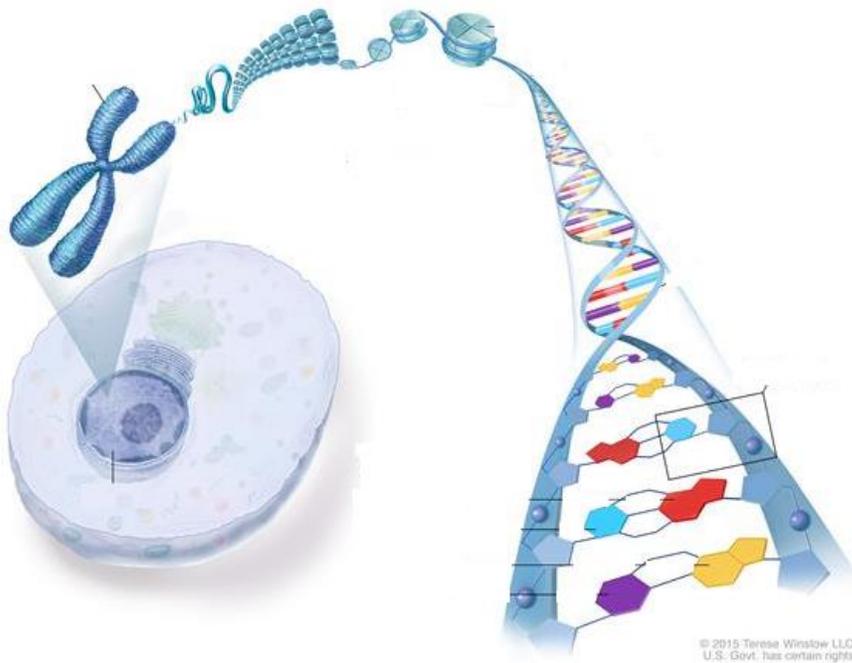
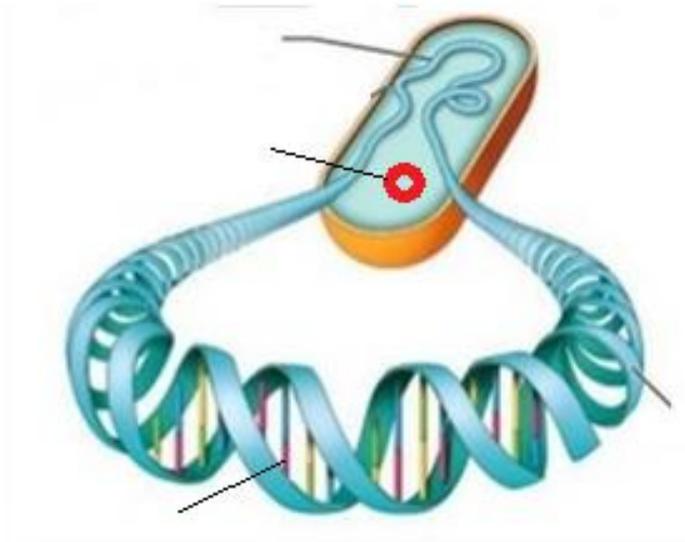
Actividad 2.

Las imágenes representan la organización del material genético en virus, procariotas y eucariotas. Teniendo en cuenta los contenidos presentados en la guía de trabajo:

a. Identifique según corresponda cada dibujo la organización del material genético en virus, procariotas o eucariotas.

b. Indique para cada imagen las estructuras presentes de acuerdo con el tipo de célula o virus.





Momento metacognitivo

1. Revisa el cuadro que llenaste al inicio de la sección, contesta a las preguntas

a. ¿Cambiarías algo de lo escrito o consideras que está bien?

b. ¿Qué cambiarías?

c. ¿por que?

2. Tuviste dificultades para realizar las actividades. Si ____, No ____.

a. Cual(es)

b. ¿Por qué?

3. ¿A qué conclusión (es) llegaste después de realizada todas las actividades?

SESIÓN # 5. ÁCIDOS NUCLEICOS: LOS NUCLEÓTIDOS, EL ARN

Objetivo: Explicar y comparar las estructuras de los ácidos nucleicos como macromoléculas de almacenamiento y transmisión del material hereditario.

ACTIVIDADES

Observa el Video introductorio: Nucleótido, ADN y ARN y lea el texto Acido nucleicos https://www.youtube.com/watch?v=pUL8VnpRhJE&ab_channel=FJSimarro.

Texto: ÁCIDOS NUCLEICOS

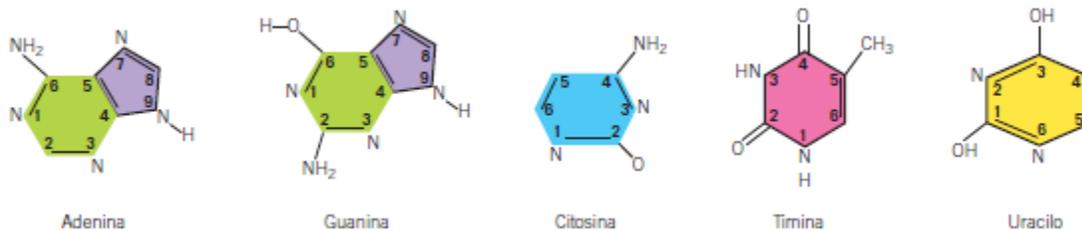
Los ácidos nucleicos constituyen el material genético de los organismos y son necesarios para el almacenamiento y la expresión de la información genética. Existen dos tipos de ácidos nucleicos química y estructuralmente distintos: el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN); ambos se encuentran en todas las células procariotas, eucariotas y virus. El ADN funciona como el almacén de la información genética y se localiza en los cromosomas del núcleo, las mitocondrias y los cloroplastos de las células eucariotas, en las células procariotas y algunos virus. El ARN interviene en la transferencia de la información contenida en el ADN hacia los compartimientos celulares. Se encuentra en el núcleo, el citoplasma, la matriz mitocondrial y el estroma de cloroplastos de células eucariotas y en el citosol de células procariotas y algunos virus.

Composición de los ácidos nucleicos

La unidad básica de los ácidos nucleicos es el nucleótido, una molécula orgánica compuesta por tres componentes:

1. Base nitrogenada, una purina o pirimidina.
2. Pentosa, una ribosa o desoxirribosa según el ácido nucleico.
3. Grupo fosfato, causante de las cargas negativas de los ácidos nucleicos y que le brinda características ácidas.

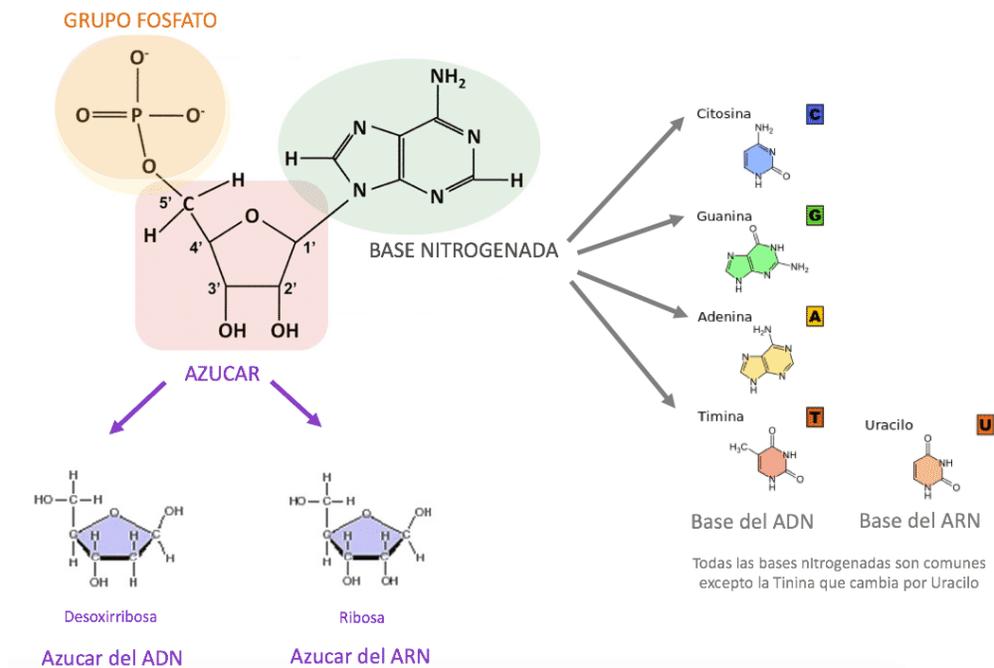
Las bases nitrogenadas son moléculas formadas de átomos de carbono y nitrógeno que crean anillos heterocíclicos. Se conocen dos tipos de bases nitrogenadas: las purinas y las pirimidinas. Las purinas se componen de dos anillos condensados, mientras que las pirimidinas están formadas por un solo anillo. Las purinas características de los ácidos nucleicos son adenina (A) y guanina (G), ambas presentes en los nucleótidos del ADN y del ARN. Las pirimidinas características de los ácidos nucleicos son la citosina (C), la timina (T) y el uracilo (U). La C está presente en los nucleótidos que componen tanto al ADN como al ARN, mientras que la T sólo forma los nucleótidos que componen al ADN y el U, únicamente los nucleótidos que componen al ARN.



Bases nitrogenadas

La pentosa que compone el nucleótido es la D-ribosa para el ARN y la D-desoxirribosa en el caso del ADN. Los nucleótidos que contienen ribosa se denominan ribonucleótidos, mientras que los que contienen desoxirribosa, desoxirribonucleótidos.

Los nucleótidos se unen mediante enlaces fosfodiéster para dar lugar a cadenas de ácidos nucleicos o polinucleótidos. Los nucleótidos que constituyen las cadenas de ADN contienen las bases A, G, T y C; mientras que los nucleótidos que forman las cadenas de ARN están constituidos por las bases nitrogenadas A, G, C y U. Por consenso universal, la secuencia de nucleótidos en una cadena de polinucleótidos se escribe en dirección $5' \rightarrow 3'$, y el orden exacto de nucleótidos o secuencia de la cadena se considera la estructura primaria de los ácidos nucleicos.



EL ARN

Es un ácido nucleico presente tanto en las células procariotas como en las eucariotas, y es el material genético de ciertos virus. El ARN es la sigla del ácido ribonucleico está formado por una cadena de monómeros repetitivos llamados nucleótidos. El ARN suele ser monocatenario (una sola cadena) y cada nucleótido está formado por tres componentes:

Un monosacárido de cinco carbonos, llamada β-D-ribofuranosa. (Ribosa)

Un grupo fosfato

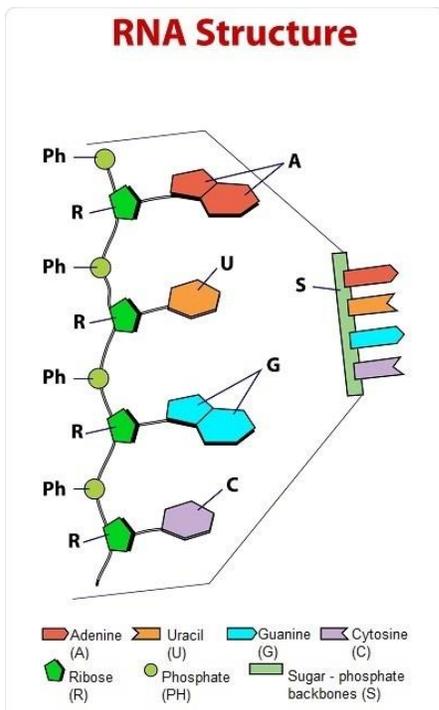
Una base nitrogenada, que puede ser

Adenina (A)

Citosina (C)

Guanina (G)

Uracilo (U)



En los organismos celulares desempeña diversas funciones. Es la molécula que dirige las etapas intermedias de la síntesis proteica; el ADN no puede actuar solo, y se vale del ARN para transferir esta información vital durante la síntesis de proteínas (producción de las proteínas que necesita la célula para sus actividades y su desarrollo). Varios tipos de ARN regulan la expresión génica, mientras que otros tienen actividad catalítica. El ARN es, pues, mucho más versátil que el ADN.

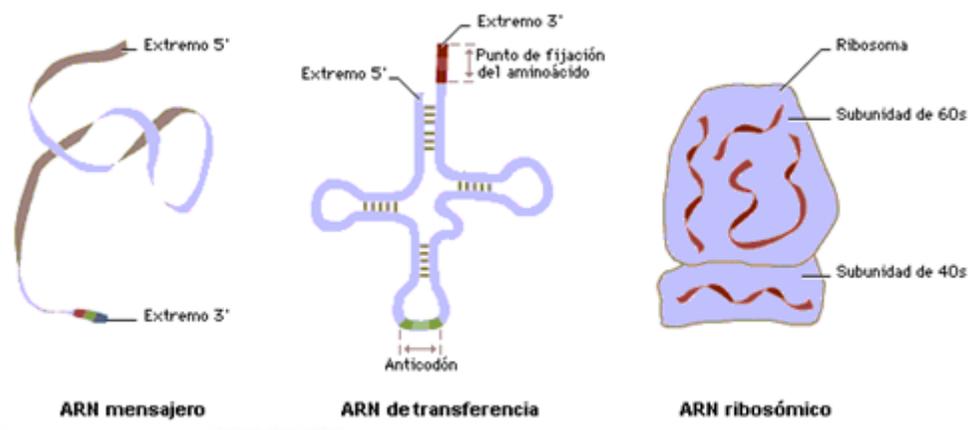
Los tipos de ARN implicados en la síntesis proteica aunque químicamente son iguales, según la función que desempeñen en la célula pueden ser:

ARN mensajero (ARNm) Es el que lleva la información sobre la secuencia de aminoácidos de la proteína desde el ADN, lugar en que está inscrita, hasta el ribosoma, lugar en que se sintetizan las proteínas de la célula. Es por lo tanto, una molécula intermediaria entre el ADN y la proteína, y el apelativo de "mensajero", es del todo descriptivo. En los eucariotas, el ARNm se sintetiza en el nucleoplasma del núcleo celular y donde es procesado antes de

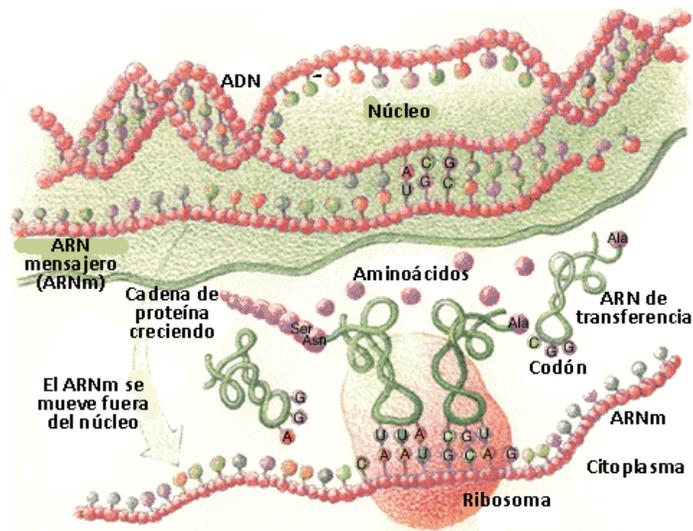
acceder al citosol, donde se hallan los ribosomas, a través de los poros de la envoltura nuclear y contiene, además, las señales necesarias para el inicio y la terminación de la traducción.

ARN ribosomal (ARNr): Se halla combinado con proteínas para formar los ribosomas, donde representa unas 2/3 partes de los mismos. En procariotas, la subunidad mayor del ribosoma contiene dos moléculas de ARNr y la subunidad menor, una. En los eucariotas, la subunidad mayor contiene tres moléculas de ARNr y la menor, una. En ambos casos, sobre el armazón constituido por los ARNm se asocian proteínas específicas. El ARNr es muy abundante y representa el 80% del ARN hallado en el citoplasma de las células eucariotas. Los ARN ribosómicos son el componente catalítico de los ribosomas; se encargan de crear los enlaces peptídicos entre los aminoácidos del polipéptido en formación durante la síntesis de proteínas.

ARN de transferencia (ARNt): Transfiere un aminoácido específico al polipéptido en crecimiento; se unen a lugares específicos del ribosoma durante la traducción. Tienen un sitio específico para la fijación del aminoácido (extremo 3') y un anticodón formado por un triplete de nucleótidos que se une al codón complementario del ARNm mediante puentes de hidrógeno. Se conocen unos 32 ARNt distintos y se encuentran en todas las células.



Tipos de ARN



Funciones del ARN en la célula

Actividad 1: Teniendo en cuenta lo visualizado en el video introductorio y la lectura,

a. Explica cómo están constituidos los ácidos nucleicos.

b. A través de un diagrama de Venn evidencia las similitudes y diferencias entre los nucleótidos del ARN y los nucleótidos del ADN.

Los diagramas de Venn son representaciones gráficas que permiten mostrar la agrupación de cosas en forma de conjuntos, y sus relaciones.



Pasos para elaborar el diagrama

Establecer los elementos que van hacer comparados.

Identificar en los elementos las características que son comunes entre ellos y las que son diferentes.

Graficar los círculos de cada elemento y represente atendiendo lo siguiente

- Escribir en cada lado del elemento, las características distintivas.
- En la intersección de los círculos, escribir las características similares.

c. Elabora un matriz (cuadro) donde clasifiques los tipos de ARN implicados en la síntesis proteica, con su respectiva ilustración.

Actividad extracurricular.

A partir de lo aprendido sobre los nucleótidos y la estructura del ARN, utilizando el material didáctico suministrado:

- a. Construya la estructura básica que represente un nucleótido.
- b. Realice una representación física de la estructura del ARN.
- c. Prepara una exposición para que expliques las representaciones que realizaste dentro de dos secciones siguientes

Momento metacognitivo

- a. Explica los pasos para la realización de la representación de un nucleótido

Paso A:

Paso B:

Paso C:

Paso D:

a. Explica los pasos para la realización de la estructura del ARN

Paso A:

Paso B:

Paso C:

Paso D:

c. Tuviste dificultades para realizar las actividades. Si ____, No_____.

a. Cual(es)

b. ¿Por qué?)

SESIÓN # 6: LOS ÁCIDOS NUCLEICOS: EL MODELO DE LA DOBLE HÉLICE DEL ADN

Objetivo: Identificar el modelo de la doble hélice como la estructura del ADN

ACTIVIDADES

Actividad de exploración de ideas previas:

Observa la imagen de la estructura del ADN y realiza las acciones y escribe sobre ello

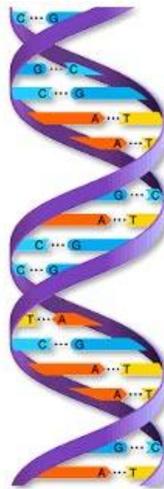
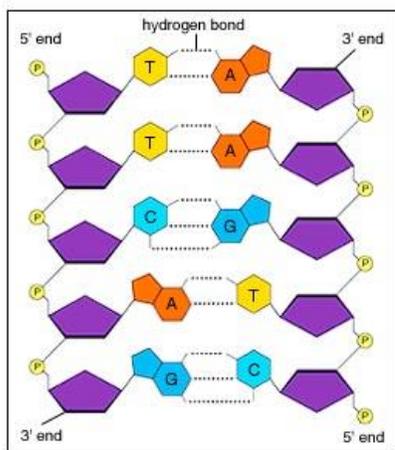


Imagen del ADN

a. Identifica una cosa que ya sabías y una cosa que te resulte nueva (señala en el dibujo).

b. Describe algo que te parezca interesante:

c. Identifica una cosa que haya sido confusa y trata de aclararla

TEXTO: ¿QUÉ ES EL ADN?

El ácido desoxirribonucleico, conocido también por las siglas ADN, es un ácido nucleico que contiene las instrucciones genéticas usadas en el desarrollo y funcionamiento de todos los organismos vivos y algunos virus; también es responsable de la transmisión hereditaria las instrucciones que se pasan de los organismos adultos a sus descendientes durante la reproducción. La función principal de la molécula de ADN es el almacenamiento a largo plazo de información para construir otros componentes de las células, como las proteínas y las moléculas de ARN.

Desde este punto de vista, las obreras de este mecanismo son las proteínas. Estas pueden ser estructurales, como las proteínas de los músculos, cartílagos, pelo, etc., o funcionales, como la hemoglobina o las innumerables enzimas del organismo. La función principal de la herencia es la especificación de las proteínas, siendo el ADN la molécula con la instrucción e información para producirlas. La mayor parte de las veces la modificación del ADN provocará una disfunción proteica que dará lugar a la aparición de alguna enfermedad. Pero en determinadas ocasiones, las modificaciones podrán provocar cambios beneficiosos que darán lugar a individuos mejor adaptados a su entorno.

Las aproximadamente treinta mil proteínas diferentes en el cuerpo humano están constituidas por veinte aminoácidos diferentes, y una molécula de ADN debe especificar la secuencia en que se unen dichos aminoácidos.

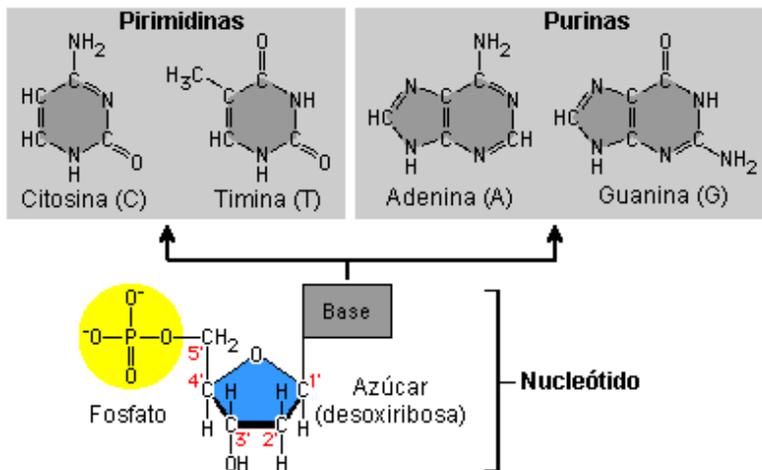
En el proceso de elaborar una proteína, el ADN de un gen se lee y se transcribe a ARN. Este ARN sirve como mensajero entre el ADN y la maquinaria que elaborará las proteínas y por eso recibe el nombre de ARN mensajero o ARNm. El ARN mensajero sirve de molde a la maquinaria que elabora las proteínas, para que ensamble los aminoácidos en el orden preciso para armar la proteína.

Estructura del ADN

Estructura primaria del ADN

La subunidad fundamental del ADN es el nucleótido, el cual presenta un grupo fosfato (ácido fosfórico) unido a un monosacárido (llamado 2'-desoxirribosa) por enlaces fosfoéster, el monosacárido se encuentra unido a la base a través de enlaces glucosídico, Las bases del ADN se dividen en dos clases, purinas y pirimidinas, las purinas son: adenina (A) y guanina (G) y las pirimidinas son la citosina (C) y la timina (T); en la doble hélice las dos cadenas de ADN se mantiene juntas por enlaces de hidrogeno, así se da la formación un nucleótido. A su vez los nucleótidos se unen entre sí en cadenas de polinucleótidos.

La estructura primaria corresponde a la secuencia de nucleótidos del polinucleótido linealizado La información genética está contenida en el orden exacto de las bases nitrogenadas que componen los nucleótidos, y si se modifica alguna de estas bases o su orden se alterará la información.



Estructura del nucleótido del ADN

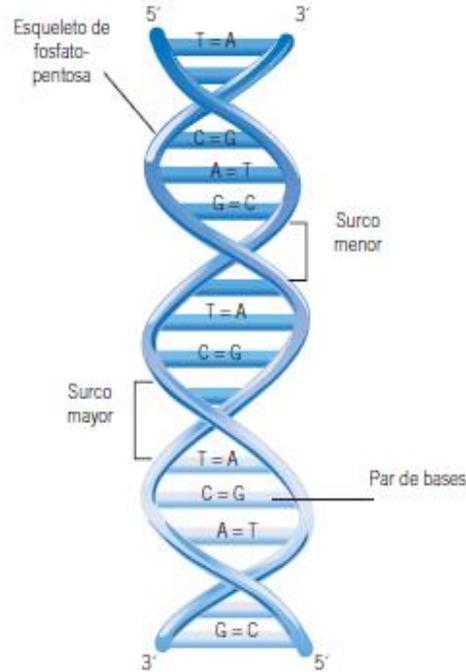
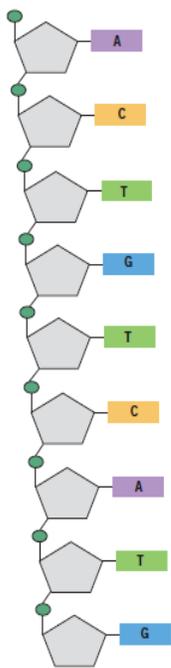
Estructura secundaria del ADN

En células eucariotas el ADN se encuentra como una cadena doble, las dos cadenas del ADN giran alrededor de un eje de simetría imaginario y forman una estructura helicoidal,

de aquí su nombre de “doble hélice del ADN” descrita por Watson y Crick en 1953. En la hélice del ADN, la columna hidrofílica de desoxirribosa-fosfato de cada cadena está en el exterior de la molécula, mientras que las bases nitrogenadas hidrófobas se orientan hacia el interior.

La relación espacial que se genera por el giro entre las dos cadenas de la hélice crea un surco mayor (ancho) y uno menor (estrecho). La doble cadena del ADN tiene tres características principales: Es antiparalela, es complementaria, Forma un giro helicoidal dextrógiro o levógiro.

La asociación entre las dos cadenas es antiparalela; es decir, el extremo 5' de una se asocia con el extremo 3' de la otra. Las dos cadenas son complementarias; esto es, las bases nitrogenadas de una de las cadenas del ADN se unen mediante puentes de hidrógeno a las bases nitrogenadas de la otra cadena, de manera que A siempre se une a T, y G a C. Por lo tanto, la secuencia de nucleótidos de una cadena define y complementa la secuencia de nucleótidos en la otra. Así, una cadena de la doble hélice del ADN siempre es el complemento de la otra. De manera que las dos cadenas de la hélice doble tiene secuencias complementarias de bases, por ejemplo si tenemos la secuencia 5'-ATGTC-3' en una cadena, la opuesta debe presentar la secuencia complementaria 3'TACAG-5'. Los pares de bases se mantienen unidos mediante dos enlaces de hidrógeno entre A y T, y tres enlaces de hidrógeno entre G y C. El apareamiento específico de bases entre las cadenas de ADN sustenta las llamadas reglas de Chargaff: en cualquier muestra de ADN de cadena doble, la cantidad de A es igual a la cantidad de T, la cantidad de G es igual a la de C, y la cantidad de purinas es igual a la de pirimidinas.



Estructura primaria del ADN

Doble hélice del ADN

Actividad 1.

Apoyándote en los conceptos teóricos presentados, elabora un mapa mental partiendo de la idea central ADN. Ten en cuenta...

Los mapas mentales siguen la guía de nuestra propia mente y memoria, Por medio de la disposición de conceptos, ideas, imágenes que se ligan radialmente alrededor de una idea central o palabra clave

Pasos para elaborar mapa mental

1. Defina el tema central que desea desarrollar. Si es posible asóciela a una imagen visual.
2. Coloque la idea e imagen en el punto central de su mapa.

3. Ubique las ideas claves que se desprenden del tema central alrededor de la idea central y colóquelos con rayas conectándolas con el tema central. Deben estar ubicadas como las manos de un reloj.

4. Añada ramas a cada idea clave según su proceso de desarrollo de las ideas y asociaciones. La forma de organizar estas sub-ramas refleja la relación jerárquica entre las ideas, sea por su importancia, relevancia, prioridad o grado de especificidad.

Actividad extracurricular.

A partir de la dimensión conceptual sobre el modelo de la doble hélice del ADN

a. Construya una estructura que represente el modelo de la doble hélice del ADN utilizando el material didáctico suministrado.

b. Prepara una exposición para que expliques el modelo de la doble hélice que realizaste.

Momento metacognitivo

a. Explica los pasos para la realización de la estructura del ADN.

Paso A:

Paso B:

Paso C:

Paso D:

b. Tuviste dificultades para realizar las actividades. Si ____, No ____.

a. Cual(es)

b. ¿Por qué?

c. ¿Qué aprendiste del tema?

SESIÓN #7 Y #8: LOS ÁCIDOS NUCLEICOS: EL ADN Y EL ARN

Objetivo: Evaluar el aprendizaje sobre los ácidos nucleicos como macromoléculas de almacenamiento y transmisión del material genético.- Comparar las estructuras, funciones y localización en la célula de los ácidos nucleicos

ACTIVIDAD

Evaluación secciones #5 y #6.

Exposición de las representaciones de los nucleótidos, Estructura del ARN y Modelo de la doble hélice del ADN realizada en la sección anterior

Actividad 1.

Teniendo en cuenta lo aprendido en las secciones de ácidos nucleicos y sobre las funciones del ADN y el ARN, a continuación completa la siguiente tabla que permita evidenciar las diferencias y similitudes entre los ácidos nucleicos ADN y ARN

| Aspecto | ADN | ARN |
|----------------------------|-----|-----|
| Azúcar | | |
| Bases nitrogenadas | | |
| Tipo de cadena | | |
| Función | | |
| Localización en la célula. | | |

Momento metacognitivo.

1. Asigna un emoji (carita) dependiendo de lo seguro que te sientas con respecto al trabajo realizado (exposición y representación) y justifica tu elección:



| Trabajo | Emoji | Justificación |
|------------|-------|---------------|
| Maqueta | | |
| Exposición | | |

2. En cada afirmación marca de 1 a 5 según el enunciado describa mejor tus comportamientos o actitudes más comunes hacia tus trabajos y tareas académicas, teniendo en cuenta que: 1. Nunca 2. Casi nunca 3. A veces 4. Casi siempre 5. Siempre

| Comportamientos o Actitudes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Sé cuándo cada estrategia que utilizo será más efectiva. | | | | | |
| Puedo motivarme a aprender cuando lo necesito. | | | | | |
| Utilizo diferentes estrategias de aprendizaje dependiendo de la situación. | | | | | |
| Utilizo mis fortalezas intelectuales para compensar mis debilidades. | | | | | |
| Aprendo mejor cuando se algo sobre el tema. | | | | | |

3. ¿Qué aprendiste del tema?

SESIÓN #9 Y #10: REPLICACIÓN O DUPLICACIÓN DEL ADN

Objetivo: Explicar a partir del modelo de la doble hélice del ADN la representación de los pasos del proceso de replicación

ACTIVIDADES

Actividad de exploración de ideas previas:

Contesta las siguientes preguntas con lo que sabes, conoces o entiendes sobre el tema.

a. Que entiendes por “replicación”: _____

b. ¿Cómo crees que se replica el ADN?:

c. ¿Porque se replica el ADN? :

Lee el siguiente texto y luego contesta las preguntas que aparecen al final

TEXTO: LA REPLICACIÓN DEL ADN

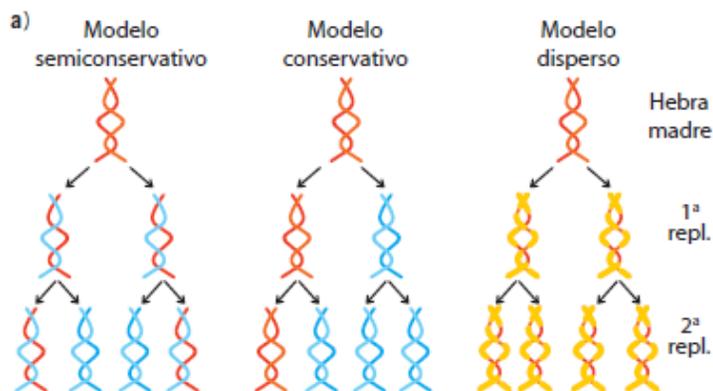
Una de las características más notables del ADN es su capacidad de replicarse; dicho de otra manera, tiene la capacidad de formar copias de sí mismo. La replicación se lleva a cabo en la fase de síntesis (S) del ciclo celular. Esta etapa es un paso obligado para realizar la división celular. Por ello, se determina que la información genética se transfiere de una célula a otra mediante el proceso de replicación del ADN.

El objetivo de la replicación es el de conservar la información genética. La representación estructural del ADN en doble hélice permite comprender cómo dicha molécula puede dar lugar a otras idénticas, sin perder su conformación. En principio, las dos hebras deberán separarse y, después, mediante la acción de una enzima, añadir desoxirribonucleótidos y, según la complementariedad de bases, construir ADN a partir de las dos hebras molde iniciales.

MODELOS DE REPLICACIÓN PROPUESTOS: SEMICONSERVATIVO, CONSERVATIVO Y DISPERSIVO

Modelo Semiconservativo: Cuando Watson y Crick (1953) propusieron el modelo de la Doble Hélice indicaron que dicho modelo sugería una forma sencilla de replicación. El modelo de replicación propuesto por Watson y Crick suponía que el ADN doble hélice separa sus dos hebras y cada una sirve de molde para sintetizar una nueva hebra siguiendo las reglas de complementariedad de las bases nitrogenadas. Dicho modelo recibió el nombre de Semiconservativo, ya que las dos dobles hélices recién sintetizadas poseen una hebra vieja (una mitad vieja) y otra hebra nueva (mitad nueva).

Frente al modelo Semiconservativo propuesto por Watson y Crick (1953) se postularon otros posibles modelos de replicación del ADN, uno de ellos se denominó Modelo Conservativo y otro Modelo Dispersivo. Modelo Conservativo: cuando el ADN doble hélice se replica se producen dos dobles hélices, una de ellas tienen las dos hebras viejas (está intacta, se conserva) y la otra doble hélice posee ambas hebras de nueva síntesis. Modelo Dispersivo: Cuando el ADN doble hélice se replica se originan dos dobles hélices, cada una de ellas con hebras que poseen tramos viejos y tramos de nueva síntesis en diferentes proporciones. El siguiente esquema representan los tres modelos de replicación:



El experimento definitivo para dilucidar cuál de estas tres hipótesis era la correcta lo realizaron Meselson y Stahl en 1957, y confirmó la hipótesis semiconservadora. Este experimento se basaba en dos premisas fundamentales: por una parte, el nitrógeno es uno de los principales elementos del ADN, ya que forma parte de las bases nitrogenadas, y por la otra, existen dos isótopos de este átomo, ^{14}N y ^{15}N , que pueden distinguirse mediante técnicas de laboratorio. Aunque el ^{14}N es el isótopo más abundante en la naturaleza, el ^{15}N también es viable y es más pesado, característica que permite diferenciarlos. Este experimento se realizó utilizando bacterias cuyo medio de cultivo contenía ^{15}N , por lo que todo su ADN también lo contenía. Después se les cambió el medio de cultivo por uno que contenía ^{14}N . Se permitió que las bacterias se replicaran sólo una vez y se extrajo el ADN que se analizó por centrifugación en gradiente de cloruro de cesio, que permite separar las moléculas por tamaño o peso. El resultado mostró una sola banda con un peso intermedio ^{14}N y ^{15}N , lo que sugirió que la molécula resultante estaba compuesta de ^{14}N y ^{15}N . En

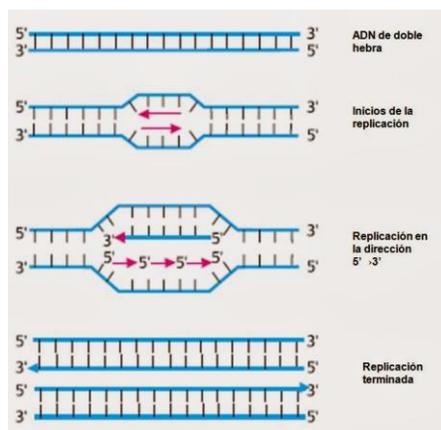
la segunda replicación en medio con ^{14}N se observaron dos bandas, una correspondiente a ^{14}N (del ADN replicado en esta segunda división celular) y otra intermedia entre ^{14}N y ^{15}N de la mezcla ADN parental: ADN recién sintetizado. De esta forma, Meselson y Stahl demostraron el mecanismo correcto de la replicación del ADN.

Actividad 1. De la lectura los posibles modelos de replicación. Contesta

- ¿Por qué Watson y Crick no lograron determinar cuál era el modelo correcto de replicación?
- Explica en qué consistía cada modelo posible de replicación y como se represento
- Cual fue el modelo correcto, como llegaron a esta conclusión

TEXTO #2. PROCESO DE REPLICACION

La replicación del ADN en eucariotes es bidireccional, ya que a partir del sitio de origen, se sintetizan las dos cadenas en ambos sentidos, con dos puntos de crecimiento que forman lo que se conoce como horquillas de replicación.

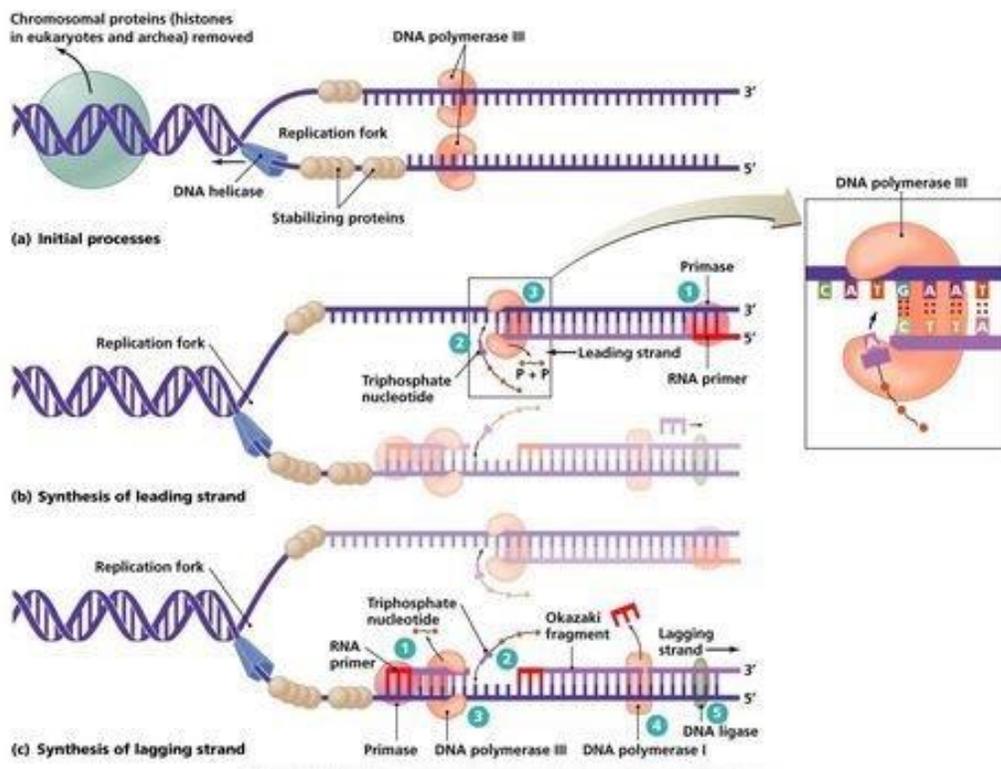


Horquilla de replicación

La replicación siempre se produce en sentido $5' \rightarrow 3'$, y el extremo $3'$ -OH libre es el punto a partir del cual se produce la elongación del ADN. Esto plantea un problema: las cadenas tienen que crecer de forma simultánea a pesar de que son antiparalelas, es decir, cada cadena tiene el extremo $5'$ enfrentado con el extremo $3'$ de la otra cadena. Por ello, una de las cadenas debería sintetizarse en dirección $3' \rightarrow 5'$. Esta incógnita la resolvieron los

científicos japoneses Reiji Okazaki y Tsuneko Okazaki en la década de 1960, al descubrir que una de las nuevas cadenas del ADN se sintetizaba en forma de fragmentos cortos que, en su honor, se denominan fragmentos de Okazaki. La cadena que se sintetiza en el sentido que avanza la horquilla de replicación se denomina hebra adelantada, líder o conductora, y se sintetiza de forma continua por la ADN polimerasa, mientras que la que se sintetiza en sentido contrario al avance de la horquilla se denomina hebra rezagada o retrasada, cuya síntesis se realiza de forma discontinua o en fragmentos.

FASES DE LA REPLICACIÓN



Proceso de replicación

Para su estudio y mejor comprensión, la replicación se ha dividido en tres fases: inicio, elongación y terminación. El proceso de replicación necesita, en primera instancia, que las dos cadenas del ADN se separen. Para esto, la helicasa se unirá a la cadena de ADN e hidrolizará los puentes de hidrógeno. La apertura de la doble hélice hace que las cadenas

simples adquieran inestabilidad, que se compensa por la unión de proteínas estabilizadoras RPA. La ADN polimerasa no puede iniciar la síntesis a partir de los desoxirribonucleótidos libres; por lo tanto, necesita que la primasa sintetice un cebador, a partir del cual la ADN polimerasa incorporará los nucleótidos en forma complementaria a las bases de la cadena patrón.

La elongación es el proceso por el cual la ADN polimerasa añade nucleótidos uno por uno complementarios a la cadena molde, a medida que avanza la horquilla, ayudada por el antígeno nuclear de células, cuya función es mantener la ADN polimerasa en contacto con la cadena molde, con la finalidad de que la lea y sintetice la cadena complementaria. Una vez presente la maquinaria de inicio de la replicación, la horquilla avanza, aumentando la tensión por delante de la cadena. Para evitar que esta tensión impida el avance de la horquilla, las topoisomerasas (I y II) cortarán los enlaces fosfodiéster de la doble hélice y volverán a unirlos, lo que permitirá que se desenrolle una vuelta si actúa la topoisomerasa I y dos si lo hace la topoisomerasa II. Como ya se ha mencionado, la síntesis es diferente en cada una de las hebras de la horquilla de replicación; en la cadena líder, la síntesis se realizará en forma continua, y por el contrario, en la cadena retrasada, la síntesis se realizará en forma discontinua. El proceso de elongación es similar en eucariotes que en procariotes.

El final de la replicación se produce cuando la ADN polimerasa llega al extremo del fragmento de ADN. Se produce entonces el desacoplamiento de todo el replisoma y la finalización de la replicación. Uno de los pasos cruciales en el proceso de terminación es completar la síntesis de la cadena retardada y unir los fragmentos de Okazaki. A este proceso se lo denomina maduración, y requiere la eliminación de los cebadores, la elongación del fragmento de ADN adyacente para rellenar el espacio que quedó por la eliminación del cebador y la unión de los extremos resultantes para formar una cadena continua.

Actividad 2.

Teniendo en cuenta el texto: proceso de replicación del ADN y lo observado el video:

Replicación del ADN

https://www.youtube.com/watch?v=uEwyWgSvLc0&ab_channel=Bioqu%C3%ADmicadePastor

Realiza un cuadro donde expliques cada una de las etapas del proceso de replicación con su ilustración correspondiente.

Actividad 3. Considerando la explicación en clase sobre cómo se realiza el proceso de replicación del ADN



Resuelve los siguientes ejercicios:

1. El fragmento de cadena de ADN codifica cadena de una proteína y tiene la siguiente secuencia de bases: 5' CCA TAG CAA CTC GTC ACG ACA TGG AGC TAA 3'

a. Complemente la cadena de ADN

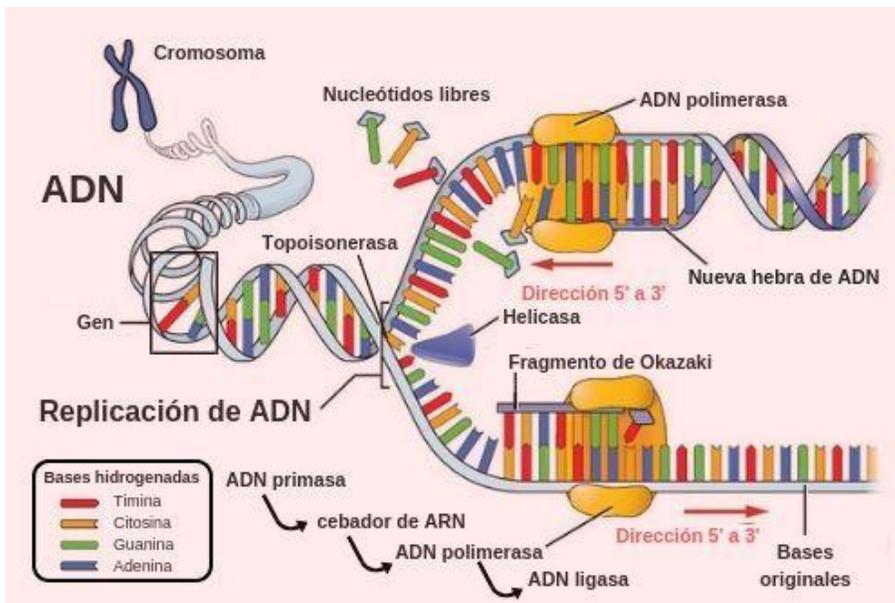
b. Represente la cadenas moldes en una burbuja de replicación y replica la cadena desde el segundo triplete de bases nitrogenadas

2. El siguiente diagrama representa las cadenas molde de una burbuja de replicación en una molécula de DNA.



a. Dibuje las cadenas recién sintetizadas e identifique las cadenas líder y retrasada.

3. Observa la imagen y teniendo en cuenta los colores de las bases nitrogenadas:



a. Escriba de manera lineal las bases nitrogenadas de la cadena replicada a partir de la líder o conductora

b. Escriba de manera lineal las bases nitrogenadas de la cadena rezagada completamente replicada.

Momento metacognitivo

a. Explique los pasos que llevó a cabo para realizar la replicación del ADN

Paso A: _____

Paso B: _____

Paso C: _____

Paso D:

b. Menciona cuales fueron las dificultades que tuviste al realizar el proceso de replicación

c. Menciona cuales fueron tus fortalezas al realizar el proceso de replicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Guevara Pardo, Guillermo (2004). ADN: historia de un éxito científico. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, 3(11) ,9-40. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=414/41401101>

Montes, A. Sandoval, A. Armendáriz, J. (2013). Biología Molecular Fundamentos y aplicaciones en las ciencias de la salud. México: McGrawHill S.A.

Pérez, G. y González Galli, L. (2020). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. Tecné, Episteme y Didaxis, ted, 47, 233-247.

Pierce, B. (2016). Genética: enfoque conceptual .Editorial: Panamericana; Edición 5ª.

Anexo 5. Matriz Sub-categoría Conocimiento declarativo

| Pregunta | Respuesta E1AI | Respuesta E1DI | Respuesta E2AI | Respuesta E2DI |
|--|---|---|---|---|
| <p>1. Completa la siguiente tabla de acuerdo a:</p> <p>Lo que no sabe con respecto a los cromosomas y los interrogantes que tiene.</p> | <p>Como es</p> <p>Donde esta</p> <p>¿Para que funciona o sirve?</p> | <p>Sus características</p> <p>¿Tienen esos nombres?</p> | <p>No sé cuál es su mayor función que desarrolla.</p> <p>¿Su principal función o que le aporta a la célula?</p> | <p>No sé por qué solo se encuentra en las células eucarióticas</p> <p>¿Por qué este se encuentra en forma de filamento?</p> |
| <p>Lo que no sabe con respecto al gen y los interrogantes que tiene.</p> | <p>Que función tiene</p> <p>¿Puede traer una enfermedad?</p> | | <p>No sé lo que trabaja en los organismos</p> <p>Porque trabaja en los organismos y no en otra parte</p> | <p>Como este hace para organizar la copia encargada de las fuentes hereditarias</p> <p>¿Cómo hace para transferir la información hereditaria?</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| <p>Lo que no sabe con respecto al ADN y los interrogantes que tiene.</p> | <p>Que función cumple ¿Cómo funciona?</p> | | <p>No sé porque siempre tiene que ir G-C A-T y no al revés ¿ que llegaría a pasar si cambian las siglas G-A y T-C</p> | <p>Que porque si el gen se encarga de la información el ADN también ¿Porque se encuentra en virus? ¿Porque se encarga de la información hereditaria si de eso se encarga el gen?</p> |
| <p>Lo que no sabe con respecto al ARN y los interrogantes que tiene.</p> | <p>Que función tiene ¿Qué diferencia hay entre ADN y ARN</p> | | <p>No sé por qué cambia un compuesto o complementa el ADN. Por qué hace un gran copia del ADN en vez de crear su propia cadena?</p> | <p>Porque solo se encuentra en procariotas ¿Porque cambia una base nitrogenada por uracilo?</p> |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| 2 b. Colócale un título a la imagen que sintetice la idea que representa. | La célula y sus funciones | Organización del material genético en eucariotas | Partes de la célula y cadena de ADN | Estructura del ADN |
| 4 c. ¿Cuáles fueron las dificultades que tuviste para representar la estructura del ADN? Nómbralas. | Que en un principio lo confundí con ARN | Como para hacer las cadenas para que me quedaran de igual tamaño | No obtuve dificultades al graficar el ADN | Como fue organizado los grupos fosfatos |
| 5. c. Menciona cuales fueron las dificultades que tuviste al realizar el proceso de replicación. | Sinceramente no me acorde muy bien del proceso de replicación. | Ninguna | De todo un poco porque no sé cómo me explico | Al seleccionar cual era la cadena líder y la retrasada |
| 4. d Menciona cuales fueron tus fortalezas para realizar la estructura del ADN. | Que me acorde más o menos sé lo que quiere decir | Poner los colores porque sé que son adenina guanina timina y citosina | Que fue un tema que practicamos mucho | Que ya sabía cómo fue organizadas las bases nitrogenadas |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---|--|------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|------------------------------|---|---|--|
| 5. d. Menciona cuales fueron tus fortalezas al realizar el proceso de replicación. | Ninguna porque no me acorde | | | Todas ya sabía cómo se hacia | | | No se cuales fueron creo que eso llego a mi mente de repente | | | Saber cómo se replica cada base nitrogenada en la cadena de ADN | | |
| 6. A continuación, asigna un emoji (carita) dependiendo de lo seguro que te sientas con respecto a las respuestas que diste a las preguntas en general y justifica tu elección:  | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación |
| 1 | 1 |  | Más o menos, porque no sabía el significado de varias palabras | 1 |  | Me sentí segura | 1 |  | Un poco enredado, pero bueno | 1 |  | Sentí que tuve algunas dudas |
| 2 | 2 |  | La encontré fácil, si me gusto la pregunta | 2 |  | Ya estaba preparada | 2 |  | Súper enredado | 2 |  | Tuve confusión con alguna palabra en el mapa |
| 3 | 3 |  | Más o menos | 3 |  | Me encanto la cadena de replicación | 3 |  | Enredado | 3 |  | Supe cómo organizar la cadena y su |
| 4 | 4 |  | | 4 |  | | 4 |  | Dificultad | 4 |  | |
| 5 | 5 |  | | 5 |  | | 5 |  | Dificultad | 5 |  | |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|---|--|--|
| | | | algunas palabras no concordaban | | | | | estructura |
| | 4 |  | Si me acorde del dibujo porque lo realizamos en clase. | | | 4 |  | Me siento feliz porque pude entender el proceso de replicación |
| | 5 |  | De eso sinceramente no entendí nada | | | 5 |  | Supé como seleccionar la cadena líder y la retrasada |

| Preguntas | E3AI | E3DI | E4AI | E4DI |
|-----------|---|--|--|---|
| P1a2,3 | <p>Su función, ubicación exacta, forma, propósito, composición.</p> <p>¿Para qué sirve, donde se encuentra ubicado, que forma o apariencia tiene y porque o para que se encuentra en ese lugar?</p> | Todas las dudas fueron aclaradas con el material y clases suministradas. | <p>No recuerdo que es. ¿Su función? ¿Qué es?</p> <p>Características.</p> | <p>Su estructura</p> <p>¿Qué otras funciones cumple?</p> |
| P1b2,3 | <p>Su definición como tal, donde se encuentra. ¿Sus características su función?</p> | Todas las dudas fueron aclaradas con el material y clases suministradas. | <p>No sé su término y tampoco se muy específicamente que es. ¿Una definición más concreta?</p> | <p>Su estructura, función especificada</p> <p>¿Qué es, de que se compone?</p> |
| P1c2,3 | <p>Su composición, su estructura, sus características</p> | Todas las dudas fueron aclaradas con el material y clases suministradas | <p>Me falta más profundidad en el concepto.</p> <p>Desglosar más el concepto</p> <p>¿qué es?</p> | <p>¿Qué función cumplen las bases nitrogenadas en él?</p> |

| | | | | |
|--------|---|--|--|--|
| | ¿En qué lugar se encuentra o que lo transporta a nuestro cuerpo? | | | |
| P1d2,3 | Su estructura, propósito, transporte o ingreso. ¿Por qué esta el ARN si ya está el ADN y en qué se diferencia ambos? ¿Qué función cumple en nuestro cuerpo? | Todas las dudas fueron aclaradas con el material y clases suministradas | No sé nada, pero algo se hizo. ¿Definición? ¿Su función? ¿Qué es? | Claridad sobre los tipos de ARN, más funciones en específico |
| P2b | Estructura del núcleo y sus componentes | Estructura del ADN | La célula y de que se compone | Estructura del ADN |
| P4c | Es muy difícil identificar la estructura y sobre todo plasmar la idea | Creo que tenía la idea clara de cómo era la estructura del ADN tuve dificultades al momento de plasmar o más bien representar por el tema de organización de materiales. | Quería hacer un buen dibujo como el que entregue una vez y no recordaba los nombres pero pase a la 5 y más o menos recordé | No tuve |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|----------------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|-----------------------------------|--|---|--|
| P5c | No entiendo, no logre recordar | | | No tuve dificultades ya tenía claro el proceso y por lo que creo está correcto. | | | Todo un problema no recordé nada | | | No tuve ninguna. | | |
| P4d | No tuve fortalezas ya que fue muy difícil diferenciar la estructura y las cadenas de ADN | | | Creo que una de mis fortalezas es que tenía clara la estructura y la idea de cómo representar cada una de sus partes sobretodo saber identificar. | | | Yo soy mala para recordar cosas pero si me dan un índice, me vuelve todo o casi todo a la cabeza | | | yo creo que la facilidad de hacer manualidades y crearla en mi mente | | |
| P5d | | | | Creo que es un proceso sencillo de representar y realizar solo es tener claro cómo se hace y llevar coordinación. | | | Nada más sé que la guanina siempre va con la citana y que la tiamina con la adenina, es lo único que recuerdo | | | lo aprendido en las clases del cuadernillo | | |
| P6 | Pregun | Emoj | Justificaci | Pregun | Emo | Justificaci | Pregun | Emoj | Justificació | Pregun | Emo | Justificaci |
| | ta | i | ón | ta | ji | ón | ta | i | n | ta | ji | ón |
| | 1 |  | En el principio me sentí regular | 1 |  | A diferencia del instrument | 1 |  | No sé qué son o las característic | 1 |  | Siento que no aprendí o más bien no presté |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|---|---|---|--|---|--|-----------------------------|
| | | porque algunas cosas sabia pero en el momento de diferenciar hay una confusión | | | o presentado o al inicio del proceso estoy súper feliz y conforme con la manera de abordar y responder cada pregunta, siento que no tuve grandes dificultades en ninguna y que en todas me | | | as de los términos | | | mucha atención a algunos conceptos explicados en clase y por eso no escribí mucha información. | |
| | 2 |  | Me sentí un poco triste o frustrada ya que al entrar en el tema se va dando cuenta del montón de falencias | | | 2 |  | No se absolutamente nada, se me borro la memoria respecto al tema | | | | |
| | 3 |  | Me sentí con rabia hay mucha | | | 3 |  | Una que otra en duda pero necesito más profundidad en los temas | | | Me sentí bien respecto a mis respuestas, no le encontré dificultades y no tuve que pensar tanto. | |
| | | | | | | 4 |  | Si sentí que respondí bien pero no dejo quieta mis dudas | | 2 |  | No estuvo difícil, pero uno |
| | | | | | | 5 |  | Quede en blanco pero | | 3 |  | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|--|--|------------------------|--|--|---|
| | | | falta de aprendizaje y de conceptos es decir se reconoce que se tuvo un mal método de estudio | | | supere defender. | | | se hizo lo que se pudo | | | que otro concepto que me tuvieron en duda |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 4 |  | Me sentí frustrada ya que no entendía algunas cosas de este tema | 2 |  | Igual que la justificación de la pregunta 1 | | | | | | No tuve ninguna duda o dificultad porque ya lo habíamos hecho en la clase y se me hizo fácil recordar |
| | | | | 3 |  | Igual que la justificación de la pregunta 1 | | | | | | |
| | 5 |  | Me sentí igual ya que tenía el mismo proceso y tenía muchas | 4 |  | Igual que la justificación de la pregunta 1 | | | | | | No sabía muy bien lo que hacía y tuve dudas. |
| | | | | 5 |  | Igual que la justificación de la pregunta 1 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|--|--|--|
| | | | dudas no logre acordarme | | | |
|--|--|--|--------------------------|--|--|--|

| Preguntas | E5AI | E5DI | E6AI | E6DI |
|-----------|---|---|--|--|
| P1a2,3 | Su función. ¿Para qué sirve? ¿Dónde más se encuentra? | No sé si se duplican ¿Se pueden duplicar los cromosomas? | La función me falta saber de ella. ¿Porque debe estar en la membrana? ¿Porque recibe ese nombre? ¿Porque hace falta uno de ellos? | Más de lo básico del cromosoma ¿Por qué tiene que tener cromosoma? |
| P1b2,3 | ¿De cualquier otra partícula se puede salir un gen? | | No me acuerdo de cómo funciona ¿Porque cumpliría esa función? ¿Porque se encuentra en ese lugar? | Más de lo básico y lo químico del gen ¿Por qué el gen tiene que tener solo unas partes de ADN? |
| P1c2,3 | Para qué sirve? | | No me acuerdo de su función | Más de lo básico y lo químico y nuevo de el |

| | | | | |
|--------|--|--|---|--|
| | | | ¿Cuál es su función? | |
| P1d2,3 | ¿Qué clase de contenido tiene? | | No me acuerdo debo dar la clase de nuevo | Más de lo básico ¿por qué el ARN puede morir? |
| P2b | | Estructura interna de una célula (ADN y ARN) | El ciclo genético | La estructura del material genético |
| P4c | Saberla dibujar | ninguna | Que no estoy segura, si está bien hecha | No estoy muy convencida que si el grupo fosfato es la misma desoxirribosa |
| P5c | No entender el concepto claro de líder y retrasada | Ninguna | | No tuve dificultades al momento de realizar la replicación |
| P4d | Tener la imagen clara de la estructura | Ya conocer la estructura | Un dibujo que la seño una vez realizo en el curso | Mis fortaleza fueron que como me acuerdo y entiendo lo que hice en una anterior actividad, ahora puedo realizar correctamente el ADN |
| P5d | Recordar el tema visto en clase | Tener claro lo que iba a hacer | | Mis fortalezas es saber con cual cada una de ellas, el saber cuál es la cadena líder y retrasada. Ejem. el saber |

| | | | | | | | | | que adenina-timina y citosina-guanina | | | |
|----|--------------|---|--|--------------|---|--|--------------|---|--|--------------|---|---|
| P6 | Pregun ta | Emo ji | Justificaci ón | Pregun ta | Emo ji | Justificaci ón | Pregun ta | Emo ji | Justificaci ón | Pregun ta | Emo ji | Justificaci ón |
| | 1 |  | No recordaba mucho de los conceptos | 1 |  | Me faltó un poquito más | 1 |  | Casi no me acuerdo de las respuestas | 1 |  | Me sentí bien porque estoy bien en eso, pero no sabía muy bien que es lo que no sabía |
| | 2 |  | Se olvidó los nombres de lo que estaba plasmando | 2 |  | Me sentí muy bien estaba muy clara con el tema y los conceptos | 2 |  | Me enredé a momento de hacerlo, porque no me acuerdo | 2 |  | Me sentí muy bien porque pude responder con facilidad |
| | 3 |  | Más o menos porque no recordaba nada | 3 |  | Muy cómoda en ese punto | 3 |  | Enredada total | 3 |  | Esta vez la sentí fácil |
| | 4 |  | Me sentí a gusto | 4 |  | | 4 |  | Hay más o menos porque no me | 4 |  | Esta me encanto porque esta vez sí supe como dibujar bien el ADN |
| | | | | 5 |  | Me bloque por un momento | 5 |  | | 5 |  | Me sentí bien porque si doy para |

| | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|---|---------------------------------------|--|--|--------------------|
| | | | porque era algo fácil | | | | acuerdo de todo | | | identificarlo bien |
| | 5 |  | Me sentí bien porque tenía la idea de cómo hacerlo | | 5 |  | No me acuerdo de nada como se replica | | | |

| Preguntas | E7AI | E7DI | E8AI | E8DI |
|-----------|--|--|--|---|
| P1a2,3 | <p>No sé para qué sirve ni que función tiene.</p> <p>¿Para qué sirve el cromosoma?</p> <p>¿Qué función tiene el cromosoma?</p> | <p>No sé por qué solo está en las células eucarióticas</p> <p>¿Qué función tiene el cromosoma?</p> | <p>No sé qué es, su concepto, no se su función. ¿Cuántos tenemos? ¿Cuál es su función? ¿Qué relación tiene con la fecundación?</p> | <p>Creo saber lo básico y quiero saber más profundo.</p> <p>¿Qué pasaría si un organismo no tiene la cantidad de cromosomas correspondientes?</p> |

| | | | | |
|--------|--|--|--|--|
| P1b2,3 | <p>No sé en qué parte del cuerpo se encuentra.</p> <p>¿Porque es importante el gen?</p> <p>¿Qué pasaría si no existiera?</p> | <p>No sé cómo este hace que un niño nazca con cualidades similares</p> <p>¿qué hace el gen aparte de transferir cualidades?¿qué pasaría si el gen no existiera</p> | <p>No recuerdo el concepto.</p> <p>¿Porque es importante?</p> <p>¿Cuál es su función?</p> | <p>Creo saber lo básico.</p> <p>Quiero saber más información específica de el</p> |
| P1c2,3 | <p>No sé para qué sirve</p> <p>¿Qué función tiene el ADN? ¿Por qué es importante el ADN?</p> | <p>No se la función de este y como hace para mantenerse en el cuerpo humano ¿Qué función tiene este en un ser vivo? ¿Por qué es tan importante en los seres vivos?</p> | <p>No recuerdo como se realiza el proceso de transmisión de él. ¿Cuál es su concepto? ¿Cuál es su función?</p> | <p>Creo saber lo básico y me gustaría profundizar. Quiero saber más información sobre el</p> |
| P1d2,3 | <p>No sé cuál es su importancia ¿Por qué es importante el ARN?</p> <p>¿Para que funciona?</p> | <p>No sé cómo hace el para mandar mensaje a otra célula ¿Por qué es tan importante en los</p> | <p>No me acuerdo muy bien su conceptualización y su función ¿Cuál es su función? ¿Cuál es su definición clara?</p> | <p>Creo saber lo básico y me gustaría profundizar. ¿El ARN en general su función es ayudar al DN a pasar su información? No recuerdo</p> |

| | | | | |
|-----|--|---|--|--|
| | | seres vivos? Como se organiza el ADN | | |
| P2b | El núcleo y el ADN | Estructura ADN | Información genética | Estructura del material genético |
| P4c | Dificultad para hacer el dibujo porque no tenía pulso, no sabría cuánto icopor recortar, de qué color pintar el dibujo en hacer las líneas | No tuve dificultad para hacer esta maqueta porque yo tenía entendido todo así que no se me hizo difícil | No me acuerdo con que va unida la adenina, la timina y las otras. No sé si en la estructura se unen o no las escaleritas que representan la A, G, C ,T | La que tuve fue identificar bien cuales el grupo fosfato y la pentosa los confundo aun, de resto bien |
| P5c | Tuve dificultad porque no me acordaba de cómo hacer el esquema y hacer la replicación del ADN | En este punto no tuve dificultad porque sabía todo esto | Bueno creo que lo hice bien, ya que pude recordar que G va con C y T va con A | En realidad no tuve ninguna, ya que se identificar como va agrupada cada base nitrogenada es decir G-C y A-T |
| P4d | Fueron mi actitud, mi positividad, mi esperanza, la ayuda de mis padres, las prácticas de las clases y google | Mis fortalezas fueron las clases y la imagen del ADN | Su forma y las escaleras que representan guanina, citosina, timina y adenina | Recordaba muy bien toda su estructura y sus nombres lo que más pude identificar son las bases nitrogenadas. |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|------------------|--|---|---|---|---|--------------|---|--|
| P5d | Me acorde de las clases que daba con los profesores y las explicaciones en clase | | Las imágenes del ADN, algunas imágenes algunos ejemplos | | Como hay dos cadenas y la replicación va por dentro, entonces la cadena de abajo la puse en el medio pero en la parte de arriba y la de arriba en la parte de abajo pero en el medio y también porque pude recordar. | | Creo que todo se me hizo fácil y aunque quedo un poco enredado creo que todo lo logre realizar bien | | | | | |
| P6 | Preg unta | Emo ji | Justificación | Pre gu nta | Em oji | Justificación | Preg unta | Emo ji | Justificación | Preg unta | Emoji | Justificación |
| | 1 |  | Por qué me acorde de algunas cosas de las clases y fui realizando las respuestas | 1 |  | me acorde de las clases y fui realizando las respuestas | 1 |  | Me sentí muy dudosa en muchas cosas pero en algunas me pude acordar de algún concepto | 1 |  | Me sentí segura de lo que respondí, no pongo la súper + porque sé que en realidad me faltaba |
| | 2 |  | Me dificulto esta pregunta porque no recordaba las partes del dibujo | 2 |  | Reconocí varias partes del dibujo | 2 |  | Bueno aquí si tuve un poco más de conocimiento | 2 |  | Me sentí segura, pero tuve una que otra duda en la parte de la histona y eso |
| | | | | 3 |  | Esta no se me dificulto se me hizo | 3 |  | Muy mal casi no pude identificar nada | 3 |  | Me sentí bien respondiéndolo |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---------------------------------------|---|--|---|--|---|----------------------------|---|---|---|
| | 3 |  | Se me dificultó más porque no recordaba casi nada | | | fácil porque ya sabía | En este caso pude recordar cosas de la estructura ya que la tenía un poco presente | | | pero tengo una confusión en ello sobre las células E y P | | | | |
| | | | 4 |  | Recordé como hacer el esquema del ADN | 4 | | | |  | Me fue fácil entendía todo | 4 |  | En este punto sentí que lo hice muy bien. pero surgió la confusión del grupo fosfato y la pentosa |
| | | | | | 5 |  | | | | Recordé las explicaciones de la profesora y de ahí me fui guiando | 5 | | |  |
| | 4 |  | No me pude acordar mucho solo hice lo que pude | 5 | | | |  | | | | | | |
| | | | | | 5 |  | | | | | | | | |
| | 5 |  | | | | | | | | | | | | |

| Preguntas | E9AI | E9DI | E10AI | E10DI |
|-----------|---|----------------------------|---|--|
| P1a2,3 | ¿Qué es? ¿Qué características tiene? ¿Qué hacen? | | Para que sirve y donde se encuentra. ¿Para qué sirve? ¿Dónde se encuentra? | |
| P1b2,3 | ¿Qué es? ¿Qué función tiene? | | | |
| P1c2,3 | ¿Qué es? ¿Qué características tiene? | | Su concepto en si ¿Qué es? | |
| P1d2,3 | ¿Qué es? ¿Qué función tiene? | | Su concepto ¿Qué es? | |
| P2b | Núcleos | Estructura del ADN | Genética | Estructura del ADN |
| P4c | Que no me acuerdo | | Intentando plantear la estructura del ADN, confundí los conceptos | No sabía cómo empezar y lo primero que a mi mente se vino eso hice |
| P5c | | | | Ninguna |
| P4d | | Aprender, Concentrarme. | Ninguna porque creo que lo hice mal, lo único que recordé es cromosomas | |
| P5d | | Aprender. | | Facilísimo, me ayudo el tener conceptos claros acerca de las bases nitrogenadas que la |

| | | | | | | | | | adenina va con la guanina y la timina con la citosina. | | | |
|----|----------|---|--|----------|---|--------------------------------|----------|--|--|----------|---|---|
| P6 | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación | Pregunta | Emoji | Justificación |
| | 1 |  | No me acordaba y de las únicas que me acorde estoy dudando | 1 |  | Pues no me acordaba de mucho | 1 |  | Me acorde de unos cuantos, no me sentí segura | 1 |  | Porque aunque lo que dije fue correcto, siento que me faltó más información acerca de los conceptos |
| | 2 |  | Casi no me acuerdo de nada | 2 |  | Me Acorde de varias cosas | 2 |  | Me sentí un poco mejor porque logre recordar e identificar por lo menos una parte de la pregunta | 2 |  | Identifique muy bien las partes de la estructura del ADN sin ninguna dificultad |
| | 3 |  | Me fue más o menos, también siento dudas de lo que escribí | 3 |  | Estaba confusa | | | | | | |
| | | | | 4 |  | No pude terminar | 3 |  | Empecé feliz porque según yo iba súper bien y luego me enrede y fu un fracaso total | 3 |  | Me sentí súper, porque pude completar el mapa conceptual con mayor facilidad |
| | 4 |  | Me sentí mal porque la verdad casi no me acorde de nada | 5 |  | Me acordaba mucho de este tema | | | | 4 |  | No estoy muy segura porque no sé si realmente así sea la estructura o si la dibuje bien |
| | 5 |  | No supe nada | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|--|--|---|---|---|---|---|-----------------------|
| | | | 5 |  | Recordé y pensé que lo entendía, pero cuando quise hacerla, no pude | 5 |  | Facilísima me pareció |
|--|--|--|---|---|---|---|---|-----------------------|

Anexo 6. Matriz Sub-categoría Conocimiento procedimental

| Preguntas | E1AI | E1DI | E2AI | E2DI |
|---|---|--|--|---|
| 3 d. Describe con detalle los pasos o secuencias que llevaste a cabo para realizar la tarea asignada (punto 3). | <p>Leí y me acorde que es la célula y el núcleo.</p> <p>Pensé que era el nombre adecuado.</p> <p>Me acorde, retrocedí y me acorde de una parte que se trata el ADN</p> <p>Que el significado de pentosa no lo conozco</p> | <p>Lo primero fue mirara las palabras</p> <p>Lo segundo mirar el mapa que es lo que decía</p> <p>Lo tercero era como lo que yo sabía que significaba</p> <p>Lo cuarto lo que más pegara sonara mejor</p> | <p>Encontrar las palabras que coinciden</p> <p>Disponer mis conocimientos</p> <p>Analizar las palabras para saber las principales palabras que más o menos conozco</p> <p>Empara petar las cosas de los cuales no recuerdo</p> | <p>Organice las palabras</p> <p>Que coincidan las palabras con el tema dado</p> <p>Leer que coincidan las palabras</p> <p>Corroborar con lo anterior dado</p> |
| 4b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la estructura del ADN. | <p>Me guie de la imagen anterior</p> <p>Me acorde de una clase que dimos</p> | <p>Lo primero me imagine la cadena</p> <p>Lo segundo la dibuje con un lápiz</p> | <p>Tener en cuenta su enlace</p> <p>Saber cómo va organizada su estructura</p> | <p>Primero hice la hélice del ADN</p> <p>Coloque como van unidas las bases</p> |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| | | Luego la borre Y por último le pase los colores | Saber que G-C y A-T Saber que si colocaba su estructura como no era salía mal | Organice las bases según correspondan Coloque la 3' y 5' |
| 5b. Explica los pasos que llevaste a cabo para realizar la replicación del ADN. | Me guie de la imagen que llenamos una actividad con cartulinas en grado 9 | Dibuje la cadena Luego la realice La duplique Y le puse su cadena líder y retrasada | Fue un esfuerzo | Organice la burbuja Coloque las bases nitrogenadas Las replique Coloque la cadena líder y retrasada |

| Preguntas | E3AI | E3DI | E4AI | E4DI |
|-----------|---|--|--|--|
| P3d | <p>Trate de leer las palabras que estaban en el cuadro con las palabras claves</p> <p>Se relaciona o trata de juntar conceptos y relaciona lo que se sabe e identifica lo que no</p> <p>Se llena los espacios con las palabras conocidas y que cree que está bien y luego los que quedaron se llenan por descarte</p> | <p>lo primero que hice fue leer todas las palabras</p> <p>identifique las que conocía y aclare conceptos</p> <p>las que no me fueron tan familiares las trate de relacionar</p> <p>ubique cada palabra conocida trate de relacionar conceptos y las no tan conocidos con lógica trate de ubicarlas en los espacios en blanco</p> | <p>Primero pensé si conocía o no el término.</p> <p>Luego pase a tratar de recordar su definición.</p> <p>Pase a colocarlos y dude en muchos, los que más o menos sabía los coloque en donde puede que se complemente pero en los demás que no sabía pues los acomode.</p> | <p>primero mire en la imagen los conectores</p> <p>luego vi los términos que podía colocar</p> <p>recordé lo aprendido</p> <p>luego puse todo en su respectivo lugar</p> |
| P4b | <p>Primero se visualiza y se trata de reflexionar la idea y se trata de ilustrar para luego llevarla a la práctica.</p> | <p>busque imágenes y analice los diferentes tipos de estructuras o como se pueden representar</p> | <p>Trate de hacerla como la recuerdo</p> | <p>Arme en mi mente la estructura</p> |

| | | | | |
|-----|---|---|--|--|
| | <p>Se identifican y organizan los materiales se trata de alinear una estructura</p> <p>Se da cuenta o se identifica como se puede plasmar o a que nos llevó la mente al relacionar el dibujo con el ADN</p> | <p>se trata de idealizar la estructura y tratar de ver como plasmar mis ideas</p> <p>busque alternativas de como ubicar los materiales de manera que la estructura me quedara correcta se mide espacio, cantidad, colores entre otras cosas</p> <p>luego de organizar inicie a plasmar a pintar los materiales y a representar la estructura de una manera correcta</p> | <p>Borré dos veces porque más o menos hice idea</p> <p>Me acorde de dos elementos y creo que son los que la componen</p> <p>Seguí recordando pero no me acuerdo de casi nada</p> | <p>busque los colores de las bases nitrogenadas</p> <p>Uní las pirimidinas y las purinas.</p> <p>Y luego busque algo que hiciera de base para que formara la doble cadena.</p> |
| P5b | <p>Es cuestión de mirar no logre identificar la cadena líder de la retrasada</p> | <p>Después de la explicación y de conocer el proceso solo es “repetir” y saber identificar qué base</p> | <p>Nada más hice la misma cadena</p> | <p>recordé lo hecho en el cuadernillo</p> <p>coloque la cadena líder y la cadena retrasada</p> |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| | | <p>nitrogenada replica a la otra.</p> <p>Llevar a cabo y saber llevar una coordinación de las bases también observar los colores para así poderlas identificar de una mejor manera.</p> <p>Hacer la replicación e identificar cual es la cadena líder o retrasada que por los números es un poco más fácil.</p> | <p>Traté de recordar volviendo a leer la pregunta, pero no pude</p> <p>Nada más hice una copia de la que ya esta</p> | |
|--|--|---|--|--|

| Preguntas | E5AI | E5DI | E6AI | E6DI |
|-----------|---|---|---|--|
| P3d | <p>Buscar el titulo o idea principal de que me hablaba</p> <p>Leer cada pista y relacionar con las palabras claves</p> <p>Coincidir cada conector con la palabra que elegía</p> | <p>Primero leí las Palabras claves y miré el mapa</p> <p>leí cada conector y con cual se unía</p> <p>volví a leer las palabras claves e iba comparando con lo que ya sabía</p> <p>releí lo que hice a ver si tenía lógica</p> | <p>Leí todo las palabras claves y el mapa conceptual.</p> <p>Coloque la palabra principal ADN.</p> <p>Fui colocando palabra que tenía idea con el contexto.</p> <p>Coloque las palabras que sobraron de ultimo y fui corrigiendo.</p> | <p>Primero observé el mapa y vi la tabla de las palabras claves</p> <p>Luego comencé leyendo y completando</p> <p>Lo que no me acordaba lo deje de ultimo</p> <p>Mire para ver si todo estaba bien y listo</p> |
| P4b | <p>Primero dibujarla por aparte para tener una guía</p> <p>Buscar los materiales para hacer la maqueta</p> <p>Recortar, pintar</p> | <p>Tener la imagen clara ya del ADN</p> <p>Buscar cómo hacerla</p> <p>Hacerla y plasmarla</p> | <p>Me acordé de una de mis clases de biología.</p> <p>Hice una línea, pero no rectas</p> <p>Luego uní unas líneas</p> | <p>Primero leí lo que me piden hacer y luego me acorde de lo que una vez hice ósea la maqueta</p> <p>Comencé haciendo el borrador</p> |

| | | | | |
|-----|---|---|--|---|
| | Plasmar la idea ya con todo y ponerla en la escritura | | | <p>Ubique las bases nitrogenadas y los grupos fosfatos</p> <p>Coloreé todo y le puse los nombres</p> <p>También mire para ver si todo estaba bien.</p> |
| P5b | <p>Me guie del molde</p> <p>Trascribí</p> | <p>Guiarme de la imagen</p> <p>Trascribir</p> | | <p>Primero observe el modelo de la cadena</p> <p>Luego tome la cadena líder la copie y luego la duplique.</p> <p>Luego con la retrasada, pero al momento de sintetizarla la hice de 5´ a 3´ ósea lo contrario de la líder</p> |

| | | | | |
|-----------|--|---|--|--|
| | | | | Luego revise si estaba correcto lo que hice y listo |
| Preguntas | E7AI | E7DI | E8AI | E8DI |
| P3d | <p>Analicé el mapa y leí.</p> <p>Mire las palabras que había.</p> <p>Analicé y fui colocando las palabras que había.</p> <p>Leí como había quedado el mapa después de rellenarlo</p> | <p>Leí el tema sobre lo que hablaba la pregunta</p> <p>Recordé lo visto en los temas</p> <p>Respondí las preguntas de acuerdo al tema</p> <p>Mire para ver que tal estaban mis respuestas</p> | <p>Busque la relación del concepto de ADN con material genético.</p> <p>Luego busque la relación de ADN, con el ácido nucleico, creo acordarme de algo así</p> <p>Aquí la relación que busque fue lo parecido o relación del ADN con el ARN</p> <p>Coloque que los cromosomas se encuentran en los organismos vivos porque eso si lo sé.</p> | <p>Leí cada una de las partecitas rellenas y logré identificar que se estaba refiriendo al ADN</p> <p>Leí cada una de las opciones y la que veía que correspondía cada cuadro la escribía</p> <p>Subrayaba todas las que ya estaban escritas para ir descartando y saber si iba bien</p> <p>Termine y no tuve casi dudas de lo que realice en todo el procedimiento.</p> |

| | | | | |
|-----|---|--|---|---|
| P4b | <p>Busque una imagen de las clases que tengo en el cuaderno y de ahí lo fui realizando.</p> <p>Compré una lámina de icopor y medí para el tamaño del dibujo.</p> <p>Compre tempera y fui realizando el dibujo.</p> <p>Hice la estructura del ADN y después lo pinte y listo, ya tenía mi dibujo</p> | <p>Recordé la clase sobre el tema del ADN</p> <p>Comencé a realizar la estructura</p> <p>Mire el orden de las bases nitrogenadas.</p> <p>Termine la estructura</p> | <p>Primero me acorde que es en forma de gusanito o cuando hacemos una manilla.</p> <p>Recordé que él tiene citosina, guanina, adenina y timina</p> <p>Recordé que van pegadas</p> <p>Hice el dibujo de dos formas unas donde las escaleritas no están unidas y en otras sí.</p> | <p>Primero recordé como había realizado la maqueta también lo del cuadernillo y todo lo visto</p> <p>Comencé a plasmar lo que ya había idealizado en mi mente, es decir a dibujar</p> <p>Luego identifique al lado las bases nitrogenadas.</p> <p>Lo pinte con color para tener una mejor identificación.</p> |
| P5b | <p>Me acorde de la clase y fui haciéndolo.</p> <p>Realice le dibujo.</p> <p>Coloque las letras en el dibujo.</p> | <p>Identifique cada base nitrogenada</p> <p>Fui realizando la estructura</p> | <p>Escribí las cadenas del ADN en forma separada</p> <p>Al dejar espacio en las cadenas realice las copias del ADN</p> | <p>Lo primero fue pasar hacia abajo las dos cadenas para realizar la identificación.</p> <p>La copie tanto la líder como la retrasada</p> |

| | | | | |
|-----------|---|---|---|---|
| | | Termine la maqueta y la analice | Coloqué al frente lo que pude identificar en cada cadena Termine eso fue lo que pude entender | Le coloque las primas para saber mejor cual es la líder y la retrasada Termine |
| Preguntas | E9AI | E9DI | E10AI | E10DI |
| P3d | <p>Leer, analizar atentamente</p> <p>Tratar de responder lo que me acuerde</p> <p>Terminar de responder lo que me falta</p> | <p>Ver las palabras claves y recordar.</p> <p>Tratar de leer el mapa conceptual para así completarlo.</p> <p>Completar la que más o menos se.</p> <p>Terminar con las palabras que me quedan y finalizar.</p> | <p>Primero observe las palabras claves.</p> <p>Luego mire los conceptos en los que de pronto tenía más claro, llene.</p> <p>En los que no lo hice por descarte ponerlo donde más tuviera sentido.</p> <p>Hubo unos que los coloque a lo que fuera porque no lo tenía claro.</p> | <p>Con la ayuda de las palabras fui completando</p> <p>Relacione conceptos y complete</p> <p>Verifico y listo</p> |

| | | | | |
|-----|--|---|--|--|
| P4b | | <p>Buscar y tener los materiales listo</p> <p>pintar</p> <p>acomodar</p> <p>pegar</p> | <p>Iba a colocar las cadenas de replicación</p> <p>Luego en la página siguiente vi que no era</p> <p>Pensé en cromosomas</p> | <p>Me acorde que el ADN está compuesto por una doble hélice</p> <p>Hice las dos líneas, las bases nitrogenadas</p> <p>Identifique con nombres las partes que se me acorde</p> <p>Listo</p> |
| P5b | | <p>analizar</p> <p>saber las bases nitrogenadas</p> <p>saber con cual va cada una</p> <p>replicarla</p> | | <p>Complete la cadena líder (replique)</p> <p>Replique la retrasada</p> <p>Identifique cual era la líder y cuál era la retrasada</p> <p>Y por último puse 5' y 3' arriba y abajo</p> |

Anexo 7. Matriz sub- categoría Conocimiento condicional

| Preguntas | E1AI | E1DI | E2AI | E2DI |
|---|--|--|--|--|
| <p>3.En función del mapa conceptual que completaste, contesta las siguientes preguntas:</p> <p>a. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que consideras que conoces bien? Explica tu respuesta.</p> | <p>ADN: características similares a la de su familia puede tener A+ A- etc. eso es más o menos ADN</p> | <p>Es el ADN es una desoxirribosa, una base nitrogenada que tiene adenina, citosina, guanina, timina</p> | <p>Sé que el ARN es una copia del ADN, sé que el núcleo está conformado por nucleótidos entre otros</p> | <p>Los cromosomas los cuales se encuentran localizados en el interior de las células y virus</p> |
| <p>b. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos en las que tienes dudas? Explica tu respuesta.</p> | <p>Pentosa su significado claro no lo tengo lo puse en el mapa porque fue lo único que me quedo.</p> | <p>Un poco es la pentosa no me siento segura de su significado</p> | <p>Si las células eucarióticas están relacionadas con el virus o si las procariotas esta relacionadas con la pentosa</p> | <p>La de los nucleótidos porque no sé si esta posee pentosa</p> |

| | | | | |
|--|--|---------|--|-----------------------|
| c. ¿Cuáles son las relaciones entre conceptos que no conseguiste entender? ¿Por qué? | Bases nitrogenadas, grupo fosfato no logro entender que contienen y qué significado tiene. | Ninguna | Que si los cromosomas están localizados en el interior del cápside o de las células eucariotas | La de los nucleótidos |
|--|--|---------|--|-----------------------|

| Preguntas | E3AI | E3DI | E4AI | E4DI |
|-----------|--|---|--|--|
| P3a | Es muchas ocasiones complete palabras por relación y lo que yo creía que tendría un poquito de lógica algunas palabras desencadenas a la necesidad de otras , es posible darse cuenta que hay varios términos desconocidos, como en pentosa, cromosoma entre otros | Creo que al conocer varios de los conceptos como cromosoma, ADN, ARN, pentosa, bases nitrogenadas y varios de los que aparecen en las palabras claves solo es necesario recordar y tratar de coordinar y aclarar ideas. | La relación entre el ADN que es un ácido nucleico, también es el material genético de los seres vivos. Los demás términos los supuse que iban en esas casillas | Estoy segura de casi todo lo relacionado en el mapa, ya que el ARN y el ADN son ácidos nucleicos. Sé que los nucleótidos están formados por base nitrogenada, pentosa y grupo fosfato. |
| P3b | Creo que tengo dudas respecto al reconocimiento | Creo que tal vez pude haber tenido confusión en | Tengo duda en la relación de nucleótidos | Nada más tengo duda en el núcleo con células |

| | | | | |
|-----------|---|---|---|--|
| | de palabras y aprendizajes de conceptos y es una gran falencia ya que impide relacionar las palabras así como algunas palabras como pentosa que generan una confusión. | las células procariotas y también en el concepto de la palabra capsida | que están constituidos por virus y no creo estar segura que el cromosoma vaya con la célula procariota al igual el capsida con nucleóide | procariotas y nucleóide y célula procariota porque sigo sin tener claridad de conceptos respecto a las células procariotas y eucariotas. |
| P3c | Muchos conceptos no conseguí relacionar porque no me acordaba o no lograba retener y diferenciar algunas palabras de la otra y por esta razón tuve un alto grado de dificultad. | | Pentosa con cromosoma y nucleótido con virus, no creo estar en lo correcto con estos términos pero supuse que pueden ser los que llenen esas casillas | Las entiendo, pero son solo dudas en las células procariota y eucariota porque no sé cuál es la que tiene núcleo y cual no. |
| Preguntas | E5AI | E5DI | E6AI | E6DI |
| P3a | Los conceptos que no tengo más claro son: núcleo, ADN-ARN, células procariotas los | las relación que hay entre los ácidos del ARN y ADN como ambos trabajan de diferente manera | Que el ADN es el material genético de cada organismo vivo que están organizados por cromosomas | Las dos relaciones entre conceptos las conozco bien, porque es la parte básica del ADN |

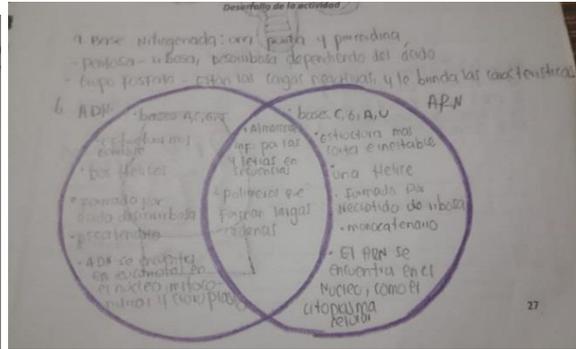
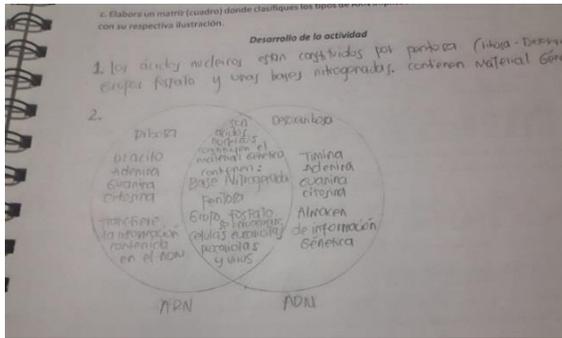
| | | | | |
|-----------|---|---|--|--|
| | relaciona un poco a base de los conectores | | | |
| P3b | Pentosa, no conozco muy bien su concepto o función | No Tengo dudas todo me quedo claro | Que el ADN es un ácido nucleico al igual que el ARN constituido por nucleótidos | No tuve ninguna duda porque lo entiendo y conozco que es el ADN |
| P3c | Base nitrogenadas, pentosa- no tengo el concepto previo de cada una de ella e hizo que me confundiera | al principio se me dificultó un poco entre los cromosomas y el gen pero haciendo las actividades fui entendiendo el proceso y función de cada uno | No entiendo por qué no me acuerdo | Todas las relaciones las entiendo porque sé el concepto básico del ADN |
| Preguntas | E7AI | E7DI | E8AI | E8DI |
| P3a | La relación es que el virus es un material genético también un ácido nucleico que se encuentra en capsida, núcleo, nucleóide y en | El del ADN y el material genético porque el ADN contiene material genético | Creo que conozco bien es que el ADN es un material genético que se encuentra en los organismos vivos | La relación entre el ADN y el ARN, sé que los dos son un ácido nucleico que están formados por una base nitrogenada, pentosa y grupo fosfato, uno es |

| | | | | |
|-----------|---|--|--|--|
| | células eucariotas y células procariotas | | | monocatenario y el otro es bicatenario. |
| P3b | No sé qué contienen los nucleótidos y en que está organizado el núcleo. | El de cromosoma y nucleoide por que no estoy seguro | En casi todas ya que no me acuerdo cada función, cada definición de cada concepto presente en este mapa conceptual | Bueno tengo un poquito de duda en la parte de donde se localiza el cromosoma, ya que yo siempre he confundido los dos tipos de células, se me olvida cual es la que no tiene núcleo definido |
| P3c | En que se basa el núcleo y tampoco entendí que es el grupo fosfato | El ácido nucleico y el ARN porque no lo entiendo muy bien y no estoy seguro de ello. | Base nitrogenadas no logre entender no sé cuál es su concepto, pentosa no recuerdo haberlo escuchado. | Bueno todas las logre entender ya que se la información básica de cada una de ellas |
| Preguntas | E9AI | E9DI | E10AI | E10DI |
| P3a | El ADN que es el tipo de sangre | En el del ARN Y ADN porque creo que le puse atención más atención a esos temas. | Pues sé que el ADN, si es el material genético de los organismos, ósea que es donde se encuentran las características de | Todas, el ADN y el ARN son ácidos nucleicos, el ADN es el material genético de todos los organismos vivos |

| | | | | |
|-----|--|---|--|--|
| | | | cualquier ser vivo como sus rasgos físicos | podemos encontrarlo en el núcleo de las células eucariotas. El ADN tiene grupo fosfato, bases nitrogenadas y pentosa |
| P3b | El ARN creo que es como núcleo | En Cromosomas, genes porque creo que no le puse tanta atención al tema. | Células eucariotas, procariotas, pentosa, ARN son conceptos vistos, pero no me acuerdo | Ninguna |
| P3c | Nucleótido, pentosa, célula procariota | | Capside, no había escuchado esa palabra y si escuche no la recuerdo jajaja | No tuve tantas dificultades al principio me quise como enredar pero luego analice y leí |

Anexo 8. Actividades de los estudiantes durante la intervención didáctica.

Diagrama de Venn



Cronología o línea del tiempo

