



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Mapas mentales para la enseñanza y aprendizaje de la genética Mendeliana en estudiantes de secundaria con trastorno de déficit de atención TDA**

**Andrea Garzón Hernández**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia

2021

---

# **Mapas mentales para la enseñanza y aprendizaje de la genética Mendeliana en estudiantes de secundaria con trastorno de déficit de atención TDA**

**Andrea Garzón Hernández**

Trabajo final de maestría de profundización presentado como requisito para optar al título de:  
**Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:  
D. Sc. Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Línea de Investigación:  
Educación en Ciencias Exactas y Naturales (EduCEN)

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia

2021

## Resumen

La dificultad que presentan los estudiantes para mantener la atención frente actividades académicas (TDA) se hace más común en el aula de clase. Propiciar espacios de creatividad, expresión de ideas y gráficos, a través de los mapas mentales permite a estos relacionar con mayor facilidad conceptos con su entorno, promoviendo autoconfianza y la motivación necesaria hacia un verdadero proceso de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, se diseñó una secuencia didáctica con los conceptos de genética Mendeliana, asociado a varias actividades, las cuales finalizaban con la elaboración de mapas mentales como herramienta de evaluación. La propuesta se desarrolló en el Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer de la ciudad de Manizales, a un grupo de 36 estudiantes del grado noveno, de los cuales el 20% diagnosticados con TDA. La secuencia didáctica fue implementada bajo la modalidad de alternancia, lo que no afectó el desarrollo de ésta; los resultados indicaron de forma generalizada que estudiantes con y sin déficit de atención presentaron mejoras en aspectos como: el desarrollo de las guías de trabajo, preparación de exámenes y manejo en los tiempos de concentración, que se refleja en una mayor elaboración de los conceptos de genética Mendeliana.

**Palabras claves:** TDA, Inclusión, Mapas Mentales, Didáctica.

---

## **Abstract**

### Mind maps for teaching and learning Mendelian genetics in high school students with ADD (attention deficit disorder)

The difficulty students present in maintaining attention to academic activities (ADD) becomes more common in the classroom. To foster spaces of creativity, expression of ideas and graphics, through the mental maps allow them to relate concepts more easily to their environment, promoting self-confidence and the necessary motivation toward a true process of teaching and learning. In this sense, a didactic sequence was designed with the concepts of Mendelian genetics, associated with several activities, which ended with the development of mental maps as an evaluation tool. The proposal was developed at the San Clemente Maria Hofbauer Redemptorist Seminary School in the city of Manizales, to a group of 36 students in the ninth grade, of whom 20% were diagnosed with ADHD (Attention-deficit/hyperactivity disorder). The didactic sequence was implemented under the modality of alternation, which did not affect the development of this modality; the results indicated in a generalized way that students with and without attention deficit presented improvements in aspects such as: The development of working guides, preparation of examinations and management in concentration times, which is reflected in a further elaboration of the concepts of Mendelian genetics.

Keywords: ADD, Inclusion, Mind Maps, Didactic.

# Contenido

Pág.

<b>Resumen .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Planteamiento de la Propuesta.....</b>	<b>10</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	10
1.2 Justificación .....	13
1.3 Objetivos.....	14
1.3.1 Objetivo general .....	14
1.3.2 Objetivos específicos.....	14
<b>2. Marco Conceptual .....</b>	<b>15</b>
2.1 Antecedentes.....	15
2.1.1 Evolución epistemología del concepto de genética .....	15
2.1.2 Obstáculos conceptuales en la genética .....	18
2.1.3 Modelo pedagógico.....	19
2.1.4 Evolución Epistemológica de los mapas mentales .....	20
2.1.5 Inclusión y TDA.....	22
2.1.6 Relación de la didáctica y el TDA.....	25
<b>3. Metodología .....</b>	<b>27</b>
3.1 Enfoque del trabajo.....	27
3.2 Fases de la Investigación.....	28
3.2.1 Exploración de ideas previas.....	29
3.2.2 Uso de los mapas mentales .....	29
3.2.3 Secuencia didáctica.....	30
3.2.4 Evaluación tipo icfes por competencias .....	31
<b>4. Análisis de Resultados .....</b>	<b>33</b>
4.1 Exploración de ideas previas .....	33
4.2 Creación de mapas mentales vs evaluación a través de mapas mentales .....	35
4.2.1 Facilidad para la construcción de resúmenes y Apropriación de conceptos a través de frases e imágenes .....	41
4.2.2 Mejoras en los tiempos de concentración.....	41
4.2.3 Mejora del nivel académico durante la aplicación de esta herramienta.....	41
4.2.4 Organización de ideas, creatividad y mayor autonomía en el aprendizaje .....	42
4.3 Evaluación por competencias, tipo Icfes .....	42
4.3.1 Indagación.....	42
4.3.2 Explicación de fenómenos.....	43
4.3.3 Uso del conocimiento científico .....	43
4.4 Evaluación del uso de los mapas mentales.....	44
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>48</b>

---

5.1 Conclusiones .....	48
5.2 Recomendaciones .....	49
<b>6. Anexos .....</b>	<b>50</b>
Anexo A. Exploración de ideas previas .....	50
Anexo B. Guía de flexibilización conceptos básicos genética mendeliana .....	55
Anexo C. Guía de flexibilización genética y transmisión de caracteres hereditarios....	58
Anexo D. Guía de flexibilización primera y segunda ley de Mendel .....	63
Anexo E. Guía de flexibilización tercera ley de Mendel .....	66
Anexo F. Evaluación por competencias, tipo Icfes .....	68
Anexo G. Análisis evaluación por competencias, tipo Icfes.....	70
<b>7. Bibliografía.....</b>	<b>76</b>

## Introducción

La biología es conocida como la ciencia natural dedicada a estudiar la evolución y la taxonomía de los seres vivos desde su origen, al igual que su comportamiento e interacción con su entorno y otras especies. Múltiples ramas que profundizan en esta área brindan contenidos muy extensos que pueden generar grandes dificultades en estudiantes con necesidades especiales.

Se diseñó una secuencia didáctica que favorezca el aprendizaje de algunos conceptos propios de la genética, en estudiantes diagnosticados con y sin TDA de grado noveno, mediante el uso de mapas mentales, flexibilización en el desarrollo de guías, trabajos y exámenes, además de una comunicación constante con la familia y el equipo de apoyo de la institución. Lo anterior bajo el modelo pedagógico de desarrollo humano pluridimensional por competencias, con enfoque humanista en la educación, resaltando las habilidades de cada individuo, su entorno y formas de aprendizaje.

Asimismo, se reconoce que la investigación científica ha permitido la creación de medicamentos, tratamientos, el descubrimiento de enfermedades mentales y físicas (Mgallardoe, 2006), que pueden modificar la vida de los seres humanos. La innovación y creación de nuevos fármacos, vacunas y procedimientos médicos permiten combatir no solo infecciones, también aporta a la prevención de enfermedades y la calidad de vida de personas diagnosticadas con diferentes tipos de trastornos

Es importante tener presente que, gracias a estudios en biología celular y molecular, se tienen las bases biológicas que permiten diagnosticar a edades tempranas

el trastorno de TDA y las pautas de tratamiento médico y social que se deben tener en cuenta para proporcionar estrategias que mejoren el desempeño de estos individuos en la vida cotidiana.

Los estudios de genética molecular han relacionado el TDA fundamentalmente con varios genes en diferentes cromosomas y sus variaciones en el número de copias.

Se trata, por tanto, de un *trastorno de herencia poligénica, es decir*, múltiples genes contribuyen al fenotipo del TDAH. El principal candidato sería el gen *DRD4\*7*, en el cromosoma 11, responsable de producir el receptor *D4* del neurotransmisor dopamina y que en el caso de los afectados por TDAH este gen está alterado hasta en un 50-60% de los casos. (Soutullo & Díez, 2007, párr. 5).

Es importante tener como punto de partida que el concepto de genética ha evolucionado a lo largo del tiempo, presentando aportes significativos a la comunidad científica y al mundo de la medicina. La transferencia de material genético, la genética mendeliana y su teoría cromosómica, la estructura del ADN y ARN, los organismos genéticamente modificados hasta llegar al genoma humano, son algunos de los conceptos más relevantes para el estudio de la genética.

Dentro de los aprendizajes presentes en el área de biología, uno en los que más se logran evidenciar dificultades en las aulas es la genética por sus amplios referentes teóricos, el uso de vocabulario y conceptos propios del aprendizaje, que generan dificultades en la adquisición de conocimientos significativos.

En toda la secuencia didáctica se relacionan los conceptos de genética con estrategias de tipo pedagógico para mejorar los procesos de aprendizaje en el aula, de estudiantes con TDA en el área de la biología, logrando mejorar su experiencia al generar

conocimientos significativos y de interés para estos. Los mapas mentales son una herramienta que va tomando fuerza en la educación actual, facilitando, por medio de los gráficos y conectores, tener un apoyo que permita organizar las ideas que se pueden generar después de leer u observar videos educativos; también facilita resumir mucha información en términos y conceptos claves, que permitan el paso del conocimiento de la memoria de corto plazo a la memoria de largo plazo, en especial con estudiantes con trastornos como el TDA.

Algunas de las estrategias que se desarrollaron son: las pausas activas durante las explicaciones, flexibilización en el desarrollo de guías y la presentación de exámenes que permitan mantener un buen nivel académico, pero al ritmo de cada estudiante y su barrera cognitiva provocada por el déficit de atención, todo lo anterior de la mano de mapas conceptuales que permitan resumir y comprender los contenidos teóricos del área de biología y su vocabulario.

# 1. Planteamiento de la Propuesta

## 1.1 Planteamiento del problema

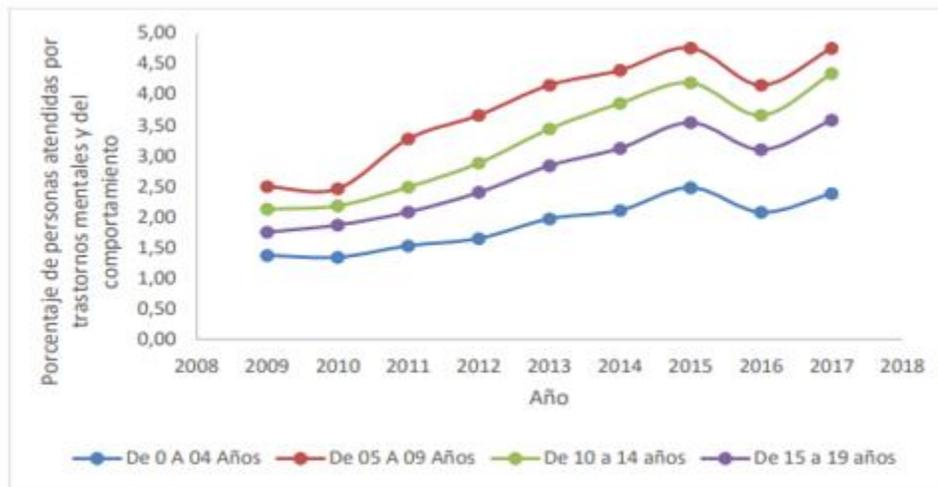
La amplia cobertura de la escolarización representa una mayor diversidad de individuos con etnias, culturas, creencias religiosas, sexuales y físicas dentro de las instituciones, las cuales se encuentran expuestas a generar posibles situaciones de exclusión y apartamiento dentro del aula. En ese sentido, tenemos un reto ético y social para intentar dar respuesta a la diversidad no solo en las escuelas, sino en la sociedad en general. En este momento, la educación inclusiva se desarrolla como una estrategia que permita minimizar dificultades en el sistema educativo. Desde esta se entiende como una serie de pasos que pueden generar la participación y la motivación que requieren los estudiantes vulnerables, no solo aquellos caracterizados con discapacidad o necesidades educativas especiales (Monarca, 2018).

La educación inclusiva requiere que los maestros compartan sus conocimientos y habilidades pedagógicas; también se deben considerar las necesidades individuales de todos los alumnos, sus formas de aprender, especialmente en relación con su estado socioemocional. El desarrollo de estas destrezas ha generado diferentes tipos de investigaciones. Sin embargo, son pocas las investigaciones sobre cómo los profesores de biología pueden facilitar la inclusión en las aulas e instituciones educativas (Ferreira González et al., 2019).

El trastorno por déficit de atención (TDA) es un problema neurobiológico que se presenta con frecuencia en la infancia y adolescencia. La definición de trastorno hace alusión a dificultades en procesos de enseñanza y aprendizaje que generan malestar en las personas y en su entorno, desarrollado en ocasiones por la información genética de cada individuo. “Se estima que un 75% de los niños con TDA serán adolescentes con TDA, y, de estos, un 50% serán adultos con TDA, lo que provoca un gran impacto a nivel cognitivo, emocional y social” (Hernández Martínez et al., 2017, p. 1)

La atención en estudiantes con TDA y su relación con los conceptos propios de la biología, más específicamente en la genética, donde se presentan limitaciones para mantener su atención selectiva y sostenida frente a actividades académicas. Desarrollar entornos inclusivos no es fácil: los obstáculos son múltiples y se pueden presentar de forma simultánea. En cuanto a las barreras que nacen en los entornos educativos, autores como Booth et al. (2000) coinciden en el incremento de tres dimensiones que pueden agrupar las barreras, las cuales se sitúan en los planos: “1) de la cultura escolar, incluyendo los valores de la comunidad, sus creencias y actitudes, 2) de los procesos de liderazgo, coordinación y funcionamiento del centro, y 3) de las prácticas de aula” (Hernández Martínez et al., 2017, p. 121).

En Colombia se han realizado varias investigaciones que permiten tener un panorama claro sobre los diversos trastornos mentales que son tendencia en la población estudiantil. Para el tamizaje de estos trastornos se aplicó el Diagnostic Interview Schedule for children (DISC-P). En la figura 1 se puede apreciar cómo el TDA y TDAH son los trastornos más frecuentes. Para realizar el proceso de identificación se tienen en cuenta los riesgos potenciales para su salud, las circunstancias socioeconómicas y psicosociales de los jóvenes, en Colombia. (Minsalud, n.d.)

**Figura 1:** Consulta radicada en septiembre de 2018

Fuente: Tomado de (SISPRO) registros individuales de prestación de servicios RIPS.

Diversos autores han mostrado que una de las barreras para el aprendizaje y la inclusión es la poca participación que se promueve dentro en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto del sector público como privado (Ochoa & Ochoa Cervantes, 2019). El docente debe generar, a través del aprendizaje, seguridad y motivación que le permita al estudiante sentirse acompañado y aceptado, promoviendo cambios cognitivos y actitudinales en los jóvenes, de ahí que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿La implementación estratégica de mapas mentales, como actividad evaluativa, mejorará la enseñanza y aprendizaje del concepto de genética mendeliana en estudiantes del grado 9º con y sin TDA, del Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer?

## 1.2 Justificación

La necesidad de generar procesos de inclusión, en el Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer, nace con la Ley 115 de 1994 y la implementación de los proyectos educativos institucionales, donde se necesitaba incluir un apartado con acciones pedagógicas que atendieran a los estudiantes con dificultades de atención selectiva y sostenida. Luego en el año 2013 con la ley 1618 se hace mayor exigencia de programas para garantizar y asegurar el ejercicio efectivo de los derechos de las personas con discapacidad. Mediante la adopción de medidas, en el año 2017 con el Decreto 1421, se logra consolidar mejor el proceso de inclusión, donde se implementan los ajustes individuales, se hace una medición de dichos procesos y se continúa con el seguimiento, lo que está bien definido en el PEI. “Según el Ministerio de Educación Nacional son responsables las Secretarías de Educación, establecimientos educativos, familias, estudiantes. Por esto se plantea una instauración progresiva que nos permita contar con una cobertura total en el 2022” (Educación Nacional, 2017, párr. 4) con lo cual se trata de fomentar una educación que permita mejorar el aprendizaje de estos jóvenes.

Por lo anterior, es importante llevar a las aulas una enseñanza socioafectiva, donde el estudiante se sienta con la libertad de preguntar y expresarse, con un acompañamiento que motive y potencie sus procesos de aprendizaje, independientemente de las limitaciones que pueda presentar. Durante esta investigación se presentarán estrategias que permitan apoyar el desarrollo emocional y académico de los estudiantes con TDA. A través de una secuenciación didáctica y el uso de mapas mentales se generan procesos de enseñanza - aprendizaje de conceptos propios del área de Biología, además de propiciar espacios de interacción con los estudiantes y proporcionar ambientes socioafectivos que contribuyan a mejorar la calidad de la educación.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Construir mapas mentales como estrategia de enseñanza y aprendizaje del concepto de genética Mendeliana en estudiantes de grado noveno con y sin TDA del Colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar ideas previas del concepto de genética Mendeliana con y sin TDA.
- Flexibilizar guías y procesos de evaluación dentro del modelo pedagógico, con enfoque humanista en la educación, basado en la construcción de mapas mentales.
- Analizar por medio de los mapas mentales la evolución conceptual de la genética Mendeliana por los estudiantes con y sin TDA.

## 2. Marco Conceptual

A continuación se relacionan los autores más relevantes frente a la evolución conceptual de genética, leyes de Mendel, didáctica, pedagogía de los mapas mentales y el TDA los cuales permiten conocer las dificultades y necesidades que presenta la población de jóvenes con déficit de atención.

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Evolución epistemología del concepto de genética

El inglés William Bateson, en 1906, acuñó por primera vez el término genética para dar apertura a lo que se denominaría la nueva ciencia. En 1909 el botánico Wilhelm Johannsen propone la palabra genes, proveniente del latín *genus* “que da origen a”, términos que se quedaron como bases y conceptos fundamentales de la genética mendeliana, además del descubrimiento de un nuevo universo de conocimientos sobre la evolución y origen de los seres vivos (Pardo & Bosque, 2004).

Anton Van Leeuwenhoek y el holandés, Nicholas Hartsoeker (1632-1723) observan por primera vez algunas células eucariotas como protozoos, nemátodos, espermatozoides y algunos procariotas como las bacterias. A través de la observación y fabricación de sus propios microscopios logran ser reconocidos como “animaculistas” con lo cual se describen

a los espermatozoides como especies que contienen a los humanos pero que deben penetrar el huevo para su maduración y preservación de la especie (Duarte, 2015).

Para Gajardo (2009) Darwin habla sobre la variabilidad de información genética que está basada en las transferencias del material hereditario, de individuo a individuo, logrando perpetuar los caracteres que se comparten de generación a generación obteniendo como producto una recombinación del material genético gracias a la reproducción sexual.

Durante el siglo XX se desarrollaron grandes teorías sobre los caracteres hereditarios. Una de ellas, y quizás la más importante, habla sobre la genética mendeliana o tradicional, la cual se basa en la transmisión de caracteres únicos e individuales. La segunda teoría hace referencia a la transmisión de genes que se encuentran en los cromosomas y su comportamiento durante la meiosis, lo cual se puede explicar a través de las leyes de la herencia descritas por Mendel en su “teoría Cromosómica”. Y la tercera teoría demuestra la existencia de la secuencia de los ácidos nucleicos y los aminoácidos (Casanueva & Méndez, 2008).

La genética, conocida como la ciencia que se encarga de estudiar los genes, definiéndolos como “la materia viviente” representan y constituyen el material hereditario de las especies. En 1915, el genetista estadounidense Thomas Hunt Morgan muestra una nueva faceta de la genética introduciendo conceptos puntuales como el de locus, término usado para indicar dónde se encuentran ubicados los cromosomas en un gen particular (Zapata Cano, 2010).

Para 1952 las pruebas que ayudaron a identificar al ADN como material hereditario eran muchas, pero aún se mantenían dudas sobre las primeras teorías que definían a las proteínas como las responsables del desarrollo de características hereditarias de los individuos. La función de las proteínas se logró gracias a un experimento realizado por

Alfred Hershey, bacteriólogo y químico de la Universidad de Michigan, en compañía de la bióloga estadounidense especialista en genética Martha Chase, quienes experimentaron con cultivos de bacteriófagos a través de isótopos radiactivos de fósforo y azufre los cuales resaltan el ADN y las proteínas de los bacteriófagos (Mardarás et al., 2012).

EL profesor Walther Flemming, en 1882, dio a conocer las primeras gráficas de los cromosomas humanos. Más tarde, en 1888 Waldeyer acuña el término cromosoma que significa “cuerpo coloreado”. Es así como nace la idea que da lugar a la teoría cromosómica de la herencia por Sutton y Boveri, con lo cual se abre una puerta al estudio de nuevas investigaciones científicas basadas en síndromes derivados de las alteraciones genéticas (Ortega Torres et al., 2018).

En el año 2003 se conmemoran 50 años del descubrimiento de la estructura de la molécula del ácido desoxirribonucleico (ADN), el avance científico más importante del pasado siglo XX en el campo de la biología, realizado por Francis Crick y James Watson. Gracias a estos aportes se dio paso al mundo de la ingeniería genética. (Guevara, 2004).

En los años 1981 y 1982 se realizan los primeros ensayos en especies transgénicas, como ratones y moscas. Al mismo tiempo, el profesor estadounidense Thomas Robert Cech quien realiza el descubrimiento de las proteínas catalíticas del ARN ácido ribonucleico. En los mismos años, Lande y Arnold dieron a conocer sus estudios y análisis sobre la selección genotípica y fenotípica de los seres vivos (Gonzales, 2001).

Los organismos genéticamente modificados, según Pellegrini (2013) son un gran paso dentro de la evolución de la genética y corresponden a cadenas de ADN; han sido modificadas realizando transferencias de genes de un individuo a otro. En 1980 se logra microinyectar el primer embrión de un roedor hembra; por el contrario, los cambios en los

genes de las plantas generaron mayores dificultades por la estructura de las células vegetales.

Uno de los últimos aportes significativos a la genética es conocido como el genoma humano, el cual representa la descripción total de los 22 pares cromosómicos autosómicos y un par más el cual es un factor determinante del sexo, todos contenidos en el núcleo de la célula. Este trabajo permite predecir las posibles enfermedades genéticas y mejorar la calidad de vida de los pacientes (García & Domínguez, 2008).

### **2.1.2 Obstáculos conceptuales en la genética**

Durante décadas se han realizado diferentes estudios que permitieron determinar cuáles de los aprendizajes en el área de biología presentan mayor dificultad dentro de las aulas. Hacia los años 80 se logró determinar que la genética es uno de los contenidos en bachillerato que presentan un alto grado de dificultad. Desde entonces, se han generado diversas estrategias y herramientas didácticas que permitan facilitar la adquisición de conocimientos en genética, especialmente sobre la herencia biológica (Mojica Mejía, 2016)

En la publicación “Educación y Pedagogía” (2016) se plantea que una de las principales dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la genética está ocasionada por la pedagogía tradicional, lineal y memorística, reconocida como “La enseñanza transmisionista”, lo que genera en los estudiantes barreras para relacionar, construir, compartir nuevas ideas y autonomía en creaciones.

Estudios realizados en el área de ciencias naturales, especialmente en el campo de la genética, están enfocados en la asimilación e identificación de errores conceptuales comunes en los aprendizajes. Por tal razón, la exploración de ideas previas juega un papel

indispensable para reconocer si los estudiantes tienen manejo adecuado de la terminología usada (Caballero Armenta, 2008).

Por mucho tiempo, los docentes del área de Ciencias Naturales han intentado demostrar la importancia de la enseñanza de la genética y las dificultades que presentan los jóvenes frente a este concepto. Por este mismo motivo también se evidencia un incremento en las investigaciones que permitan identificar las barreras que tienen los estudiantes al momento de generar aprendizajes significativos. Dentro de las diversas razones que se pudieron encontrar tenemos: los extensos referentes teóricos, las estrategias usadas en la resolución de problemas y el uso de un vocabulario propio del aprendizaje (Ayuso y Banet, 2002).

### **2.1.3 Modelo pedagógico**

El colegio Seminario Redentorista San Clemente María Hofbauer define su modelo pedagógico de desarrollo humano, pluridimensional por competencias, con un enfoque humanístico en la educación. Para ello se desarrollan tres aspectos fundamentales: la concepción de la enseñanza con procesos de flexibilización que permitan resaltar las habilidades de cada individuo; la concepción del maestro quien tiene un papel fundamental como creador, innovador, orientador y motivador; y, por último, la concepción del estudiante como individuo proactivo, capaz de crear y compartir conocimiento a partir de la reflexión.

Según López Juan (2020) la formación basada en la vida religiosa propone un modelo integrado que estructura diversas dimensiones fundamentales para el acompañamiento de sus educandos. En este proceso se puede encontrar: aspirantado, postulante y

juniorado. Con estas etapas se demuestra el desarrollo de habilidades, actitudes y contenidos.

En la educación, el ámbito de la formación humanística no solo se basa en el desarrollo de los valores; tiende a resaltar, potenciar las habilidades de cada persona generando motivación e interés frente a las diferentes culturas y áreas del aprendizaje, logrando complementar de forma activa modelos pedagógicos como el pluridimensional por competencias (Marroquín et al., 2016).

Castrillón & Román (2005) comparten que el trabajo dirigido por competencias representa el desarrollo de acciones argumentativas, propositivas e interpretativas en los estudiantes, dejando de lado lo actitudinal, brindando mayor importancia del saber hacer con la solución de problemas basada en los recursos que dispone. Las competencias se reconocen como las diferentes acciones que genera un individuo dando cumplimiento a la realidad que enfrenta en su contexto.

#### **2.1.4 Evolución Epistemológica de los mapas mentales**

Ampliamente usados para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la tecnología, los mapas mentales proporcionan a los individuos un pensamiento irradiante convirtiéndose en la llave para potenciar el cerebro y la autorregulación, en el paso a paso de las actividades académicas (Mozzarella & Monsanto, 2009). Se perfila como una herramienta pedagógica prometedora para procesos de inclusión dentro del aula, y desde cualquier área del conocimiento, permitiendo a los jóvenes tener un pensamiento crítico y argumentativo.

---

Para Muñoz Gonzales et al. (2011) los mapas mentales permiten tener una recreación gráfica de los procesos de interiorización de los aprendizajes. La visualización como construcción mental está basada en la obtención de aprendizajes significativos desde la experiencia. Por otro lado, la visualización como proceso de interiorización permite generar enfoques de tipo conceptual, intuitivo y gráfico; es decir, la construcción de una imagen mental de los conceptos e ideas principales conectados.

Los mapas mentales fueron creados por el educador estadounidense Joseph D. Novak en el 1960, quien profundizó en las teorías del aprendizaje significativo de David Ausubel. Indica que lo más importante de los procesos de aprendizaje es lo que el sujeto ya conoce y se encuentra constantemente relacionando con los nuevos conceptos y sus ideas previas, generando una serie de enlaces entre ellos, lo que permite un aprendizaje más concreto y puntual (Rodríguez Corra, 2007).

Los mapas mentales, como herramienta de trabajo, representan el funcionamiento del cerebro en torno a sus dos hemisferios (Zamora & Ramírez, 2013), esta estrategia dentro de los procesos educativos permite un equilibrio de las funciones cognitivas, con lo cual se logran crear aprendizajes significativos al igual que la recepción de información y nuevos conceptos.

El desarrollo de los mapas mentales se realiza preferiblemente de forma individual, lo que garantiza respetar el ritmo de trabajo de cada individuo; no obstante, se pueden desarrollar actividades grupales que faciliten la construcción de ideas. A ese tipo de mapas mentales, que nacen de la colaboración colectiva, se denomina mapa mental consensuado, el cual nace del pensamiento de un grupo de individuos mostrando la interacción, puesta en común y toma de decisiones grupales (Muñoz et al., 2014).

Tony Buzan muestra los mapas mentales como organizadores gráficos, usando como analogía la sinapsis (comunicación de las dendritas) y su forma en ramaje. Indica también que permiten ordenar la información a manera de ideas permitiendo desarrollar los procesos metacognitivos de las tareas, la metacognición de estrategias o la autoconciencia de procedimientos y metacognición personal (Núñez Lira et al., 2019).

Se debe resaltar la importancia de algunos elementos claves para la educación inclusiva. Los autores Ramberg & Watkins (2020) argumentan que los procesos de inclusión se basan en la presencia, colaboración y logros de los estudiantes, donde hacen referencia a los estudiantes vulnerables para acceder a la educación. Con lo anterior, se debe tener claridad en la situación concreta del estudiante; los docentes deben utilizar siempre herramientas y técnicas que permitan cautivar su motivación.

### **2.1.5 Inclusión y TDA**

Desarrollar escuelas inclusivas no es tarea fácil: la diversidad de barreras presentes dentro y fuera de las escuelas, sus hogares, la comunidad, las políticas educativas, entre otras, como la falta de capacitación y de recursos disponibles que tienen los docentes en los procesos de inclusión (Hernández Martínez et al., 2017).

La evaluación diagnóstica que debe recibir un niño o adolescente, en el contexto educativo, requiere de la aplicación de diferentes pruebas psicotécnicas que permitan revisar la capacidad cognitiva, necesidades psicoeducativas y afectivas. El equipo de especialistas, docentes y padres de familia deben diseñar un plan educativo flexible, permitiendo a los estudiantes afianzar su seguridad en diferentes etapas de su desarrollo (González Gómez et al., 2017).

Es así como se reconoce la carencia de nuevas estrategias educativas, que permitan a los

---

estudiantes, con características especiales como el TDA, generar aprendizajes significativos. Millán (2012) resalta la importancia de un trabajo colaborativo entre las instituciones educativas, los padres de familia y estudiantes, para contrarrestar las características presentes en individuos con TDA/H en los diferentes entornos educativos, dirigiendo a los estudiantes a mejorar su interacción con los demás y su entorno, lo que es de gran ayuda al momento de diagnosticar y caracterizar a los jóvenes.

En su publicación, Kimenko y Alvares (2009) hablan sobre el rol del profesor en el aula, como mediador y guía en los diferentes momentos del aprendizaje y de convivencia, proporcionando las herramientas necesarias para que puedan desarrollar e interiorizar habilidades de autorregulación, organizando y dirigiendo sus propios procesos de estudio. En el caso de los docentes es importante dejar de lado las clases tradicionales y adaptarse a las nuevas necesidades de los jóvenes.

El TDA se caracteriza por el desarrollo de una personalidad impulsiva e hiperactiva, anormal para la edad física, emocional y psicoevolutiva de los niños, en los cuales se pueden identificar problemas para enfocar su atención sostenida y mantener su interés en diferentes actividades, tanto académicas como de la vida cotidiana. Para Carboni (2011), el TDA se expresa con la incapacidad que presentan los jóvenes para seguir reglas e instrucciones de trabajo, responder a estímulos, predecir y manejar sus emociones.

El trastorno por TDA/H es uno de los problemas neurológicos que se presenta con mayor frecuencia en la población infantil. Su origen puede ser genético o por factores ambientales, que pueden influir en el desarrollo cognitivo y actitudinal de los niños, que termina produciendo dificultades en la personalidad y calidad de vida de los individuos. Por lo que se cree conveniente realizar una atención oportuna, que brinde a los estudiantes con déficit de atención más oportunidades y herramientas en el desarrollo de sus

aprendizajes e interacción con la sociedad que los rodea.

Algunos elementos claves para la educación inclusiva se basan en la presencia, colocación, participación y logros de los estudiantes. Según Ramberg & Watkins (2020) los docentes deben utilizar siempre herramientas y técnicas que cautiven los intereses y la motivación. En este sentido, se propone una visión integral y completa de la realidad de la población estudiantil que genere una motivación significativa. Frente al potencial cognitivo del niño es importante tener en cuenta: no tomar la conducta del estudiante como algo personal; la existencia de un problema médico, puesto que cambiar no depende solamente de la voluntad del niño; los castigos constantes o descalificaciones en público no son de gran ayuda; Y mantener un contacto estrecho con los padres y profesionales que atienden al niño.

Basado en lo anterior, los mapas mentales son métodos escritos y gráficos que permiten crear, motivar, indagar y, al mismo tiempo, compartir conocimientos propios o adquiridos a través de los aprendizajes escolares. Estos proporcionan la adquisición de memorias fotográficas, conceptos e ideas dentro de las actividades educativas. Varios estudiantes expresan lo divertido y la oportunidad que se les brinda de ser creativos cuando desarrollan mapas mentales a través de la elección de color, símbolos, palabras clave y diseño (Jiménez & Agudelo, 2016).

Con el uso de los mapas mentales, y mediante una comunicación asertiva, el docente podrá realizar la planeación de sus clases, adaptándose al ritmo de trabajo de sus estudiantes con dificultades, con lo cual no se trata de reducir el nivel de exigencia, sino de modificar las condiciones en las que se desarrollará la clase. En los procesos de autorregulación del estudiante, por ejemplo, una tarea diseñada para 1 hora se puede

dosificar en cuatro momentos que le permitan al estudiante manejar y distribuir su tiempo manteniendo su interés.

Igualmente, en otros trabajos se afirma que los mapas mentales pueden llegar a desarrollar inteligencias múltiples por medio del pensamiento radial y ordenado (Eva & García, 2005); generalmente tienen una perspectiva diferente sobre la forma de percibir las cosas y la información; como consecuencia se desarrollan habilidades conceptuales y aprendizajes significativos.

Estévez Estévez et al. (2015), en su estudio, permiten demostrar que los estudiantes con déficit de atención deben mejorar los procesos de autorregulación cognitiva y mantener su motivación, mediante herramientas que faciliten la generación de autoinstrucciones que van a influir en las verbalizaciones y el comportamiento de los estudiantes con TDA. Por esto se propone el uso de los mapas mentales como estrategia evaluativa.

### **2.1.6 Relación de la didáctica y el TDA**

El uso de una didáctica activa y constante permite generar habilidades de forma oral, escrita y gráfica a los estudiantes con déficit de atención para mejorar sus procesos de aprendizaje en los diferentes entornos, además de estimular otros aspectos en el desarrollo mental y actitudinal.

La palabra didáctica tiene su origen en el griego *diaktiqué* que expresa el sentido y la necesidad de enseñar, definición que le permite posesionarse como el centro de la educación y la pedagogía. La didáctica es usada también como una herramienta o metodología de trabajo a través de la cual se pretende llevar un aprendizaje significativo (Abreu et al., 2017).

La estrecha relación que existe entre la didáctica y la pedagogía permite crear un carácter científico basado en la organización conceptual en los procesos educativos, permitiendo al individuo una formación integral, desarrollando paralelamente sus pensamientos y sentimientos (Mestre Gómez et al., 2004).

Para Díaz Barriga (1998), la educación como escenario principal para el desarrollo de la didáctica desde el ámbito escolar, familiar, social y cultural, y la pedagogía como parte práctica y teórica de los procesos enseñanza y aprendizaje, van de la mano con la ciencia de la educación y la generación de teorías que permiten llevar al individuo a desarrollar un pensamiento crítico y reflexivo

## 3. Metodología

### 3.1 Enfoque del trabajo

Este trabajo de profundización tiene como enfoque un carácter descriptivo, con una metodología cualitativa (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018); se busca caracterizar y describir los procesos de aprendizaje de un grupo de estudiantes, con y sin déficit de atención, con el uso de los mapas mentales como herramienta evaluativa de la enseñanza y aprendizaje de la genética. Se recolecta información de manera independiente y grupal que permita realizar un análisis detallado del aprendizaje significativo de los estudiantes.

Este estudio contó con el acompañamiento de un grupo de psicorientación de la institución educativa, que caracterizó a un grupo de estudiantes del grado noveno de la institución basándose en el diagnóstico de psicología y psiquiatría infantil. Dicho diagnóstico permitió identificarlos como sigue:

- Estudiante 1: Asperger.
- Estudiante 2: TDA predominio inatento, alteraciones leves en atención y memoria, bajo desempeño en comprensión verbal.
- Estudiante 3: Inmadurez Neurológica, TDA.
- Estudiante 4: TDA-H

- Estudiante 5: TDH Prueba neuropsicológica con C.I. límite. Baja velocidad de procesamiento, dificultad en el recobro de información verbal y memoria de trabajo comprometida.
- Estudiante 6: Inmadurez, TDA.

Se flexibilizaron los procesos de evaluación por medio de mapas mentales; se identificó una apropiación de conceptos sobre genética mendeliana, al igual que la motivación y el interés en el proceso. Una vez definido el grupo, se planearon diferentes momentos, como la aplicación de una prueba basada en lecturas y preguntas sobre genética, identificando sus ideas previas y dificultades frente al concepto. De lo anterior se desarrolló una secuencia didáctica, actividades y trabajo flexibilizado para la creación de mapas mentales, para el desarrollo de evaluaciones a partir de los conceptos compartidos en clase y, por último, se realiza una evaluación por competencias que permitiera medir la evolución conceptual de los estudiantes con y sin TDA.

### **3.2 Fases de la Investigación**

IncurSIONAR en la enseñanza de estudiantes con TDA o procesos de inclusión genera un grado de dificultad en la planeación docente pues se deben construir guías diferenciadas para la población estudiante. Es así como en este estudio se realizaron adaptaciones en una secuencia didáctica que permitieron lograr aprendizajes significativos en la conceptualización de la genética mendeliana, con el acompañamiento institucional y de las familias de los estudiantes con y sin TDA.

### 3.2.1 Exploración de ideas previas

Durante esta fase de la investigación, se comparte con los estudiantes una lectura de la vida cotidiana, llamada ¿ESE CHINO NO ES MIO? (Anexo A), con el fin de identificar los conocimientos e ideas previas que presentan los jóvenes sobre la genética y la información general que manejan los estudiantes. Esta prueba se aplica de forma virtual por medio de un formulario de Google forms, debido a los procesos de alternancia manejados por la institución educativa por el aislamiento social.

### 3.2.2 Uso de los mapas mentales

Para la creación y evaluación a través de los mapas mentales, se comparte con los estudiantes un video ( <https://www.youtube.com/watch?v=OBYXSpZGVog&t=48s> ), con el fin de explicar la importancia y el uso de los mapas mentales, así como lograr pasar de los apuntes lineales a los gráficos, además del uso de conectores con sentido.

Figura 2. Mapa mental presentado como guía y ejemplo

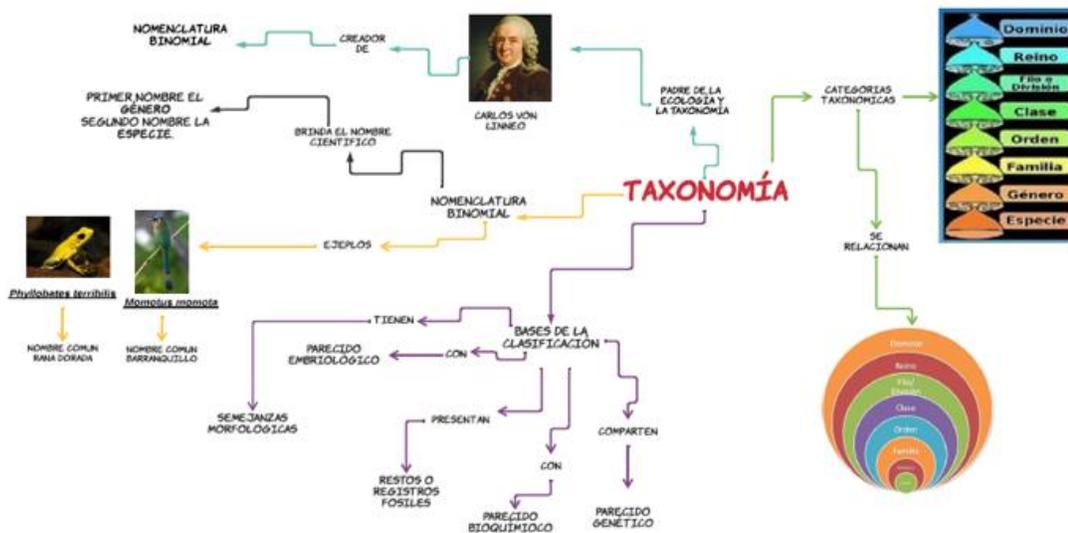


Ilustración 1 Elaboración Propia

Durante el desarrollo de las primeras dos guías de la secuencia didáctica, los estudiantes deben construir mapas mentales, basados en el referente teórico compartido a través de las guías. Para las últimas dos guías se usan los mapas mentales, como método de evaluación del aprendizaje obtenido sobre la genética mendeliana.

### **3.2.3 Secuencia didáctica**

Se desarrolla una secuenciación didáctica que permita compartir conceptos como la genética y la genética mendeliana, teniendo en cuenta los derechos básicos de aprendizaje planteados por el Ministerio de Educación para el año 2021. Esta secuencia didáctica se aplica a estudiantes del curso 9º con y sin TDA, de la institución.

Se realizaron cuatro guías diferenciadas las cuales tienen como punto de partida el siguiente aprendizaje: comprender la función de la reproducción de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunos caracteres y como evidencia de aprendizaje reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos, las cuales son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.

Durante la construcción de la secuencia didáctica, a través de guías de flexibilización, se tuvieron en cuenta diferentes tipos de herramientas como videos, crucigramas, actividades de integración familiar y conceptos sobre genética mendeliana, con el fin de mantener la motivación y el interés de los estudiantes dentro y fuera del aula. La primera guía “Conceptos básicos de Genética Mendeliana contiene caracteres hereditarios, genotipo, fenotipo, gen, cromosoma, entre otros. Se propone la creación de sopas de letras y una actividad que permita reconocer caracteres hereditarios, para compartir en los estudiantes y sus familias. (Anexo B).

La guía 2, “Genética y transmisión de caracteres hereditarios”, propone una profundización de conceptos cromosomas homólogos, alelos, locus, homocigosis, heterocigosis, cuadros de Punnet. Desarrolla una lectura que permite a los estudiantes interactuar con su familia y compañeros para resolver problemas básicos sobre genética mendeliana usando los cuadros de Punnet. (Anexo C).

La siguiente guía contiene el referente teórico de la primera y segunda ley de Mendel. En este momento de la secuencia didáctica se incluyen juegos virtuales (*Juegos de Ciencias | Juego de Mi Genética | Cerebriti*, n.d.), que permitan reforzar la motivación de los estudiantes, se llega a un nivel de mayor dificultad, acompañado de una puesta en común que permite socializar la información consignada en un crucigrama. (Anexo D)

En la última guía de esta secuencia didáctica se aplica la tercera ley de Mendel donde se comparte un video educativo que demuestra la importancia de la genética mendeliana para la preservación de las especies, además del gran impacto que tuvieron los grandes aportes de Mendel para el mundo de la genética y la ciencia (*YouTube*, n.d.).

Durante el trabajo individual se desarrollan problemas más complejos que permitan aplicar las tres leyes de Mendel, realizar explicaciones y sacar conclusiones de los cruces planteados. (Anexo E).

### **3.2.4 Evaluación tipo Icfes por competencias**

Para el desarrollo de esta evaluación, se tienen en cuenta los aprendizajes propuestos por la malla curricular de la institución para el área de Ciencias Naturales y sus competencias básicas: indagación, explicación de fenómenos y uso del conocimiento científico.

Se aplica esta evaluación, por medio de un formulario de Google Forms. Las preguntas seleccionadas para esta prueba responden a competencias del área de Ciencias Naturales como: la indagación, el uso del conocimiento científico y la explicación de fenómenos (Anexo F).

## 4. Análisis de Resultados

### 4.1 Exploración de ideas previas

A continuación se relacionan las preguntas que se realizaron a los estudiantes con y sin TDA, de acuerdo con la lectura (Anexo A), compartida en la exploración de ideas previas.

1. ¿Qué tan precisa es la prueba de paternidad o maternidad?

El 100 % de los estudiantes responde que la prueba es muy precisa y confiable con una probabilidad de 99.99.

2. ¿Quién solicita la realización de una prueba de paternidad o maternidad?

El 36,7 % indica que el juez o el defensor de familia y el 26,7 % dice que la madre biológica, el niño, la niña o el presunto padre.

3. ¿Qué es una prueba de ADN?

El 70,0 % indica que es un procedimiento que permite determinar, a través del análisis de los marcadores de ADN, quién es el padre o la madre biológica de un niño o niña.

4. ¿Se requiere alguna condición especial para que se pueda realizar la prueba de paternidad o maternidad

Solo el 33,0 % responde que en el momento de tomar las muestras estén presentes todas las personas citadas.

5. ¿Qué relación existe entre la genética y las pruebas de ADN?

El 93 % responde que las pruebas genéticas son un tipo de análisis médico que busca cambios en su ADN (o ácido desoxirribonucleico). El ADN contiene las instrucciones genéticas de todos los seres vivos.

6. ¿Cuál de los siguientes no es un beneficio de las pruebas genéticas?

El 53,3 % responde identificar cambios genéticos que pueden estar causando o contribuyendo a una enfermedad que ya le diagnosticaron.

7. ¿Qué es el ADN?

Los estudiantes indican que en un 80 % es un ácido nucleico que contiene toda la información genética hereditaria que sirve de "manual de instrucción", y el 20 % responde que intervienen en el control del metabolismo celular mediante la ayuda del ARN y la síntesis de proteínas y hormonas.

8. ¿Cuál es la importancia de la herencia genética?

El 60,0 % del grupo indica que todas las anteriores, y el 26,7 % considera que la herencia genética es vital para la existencia y continuidad de la vida como la conocemos.

9. ¿Qué es el genotipo?

El 36,0 % responde a ninguna de las anteriores; el 33,3 % indica que el genotipo es la información genética que rige; y para el 30,0 % es el conjunto de caracteres visibles que un individuo presenta como resultado de la interacción entre su genotipo y el medio.

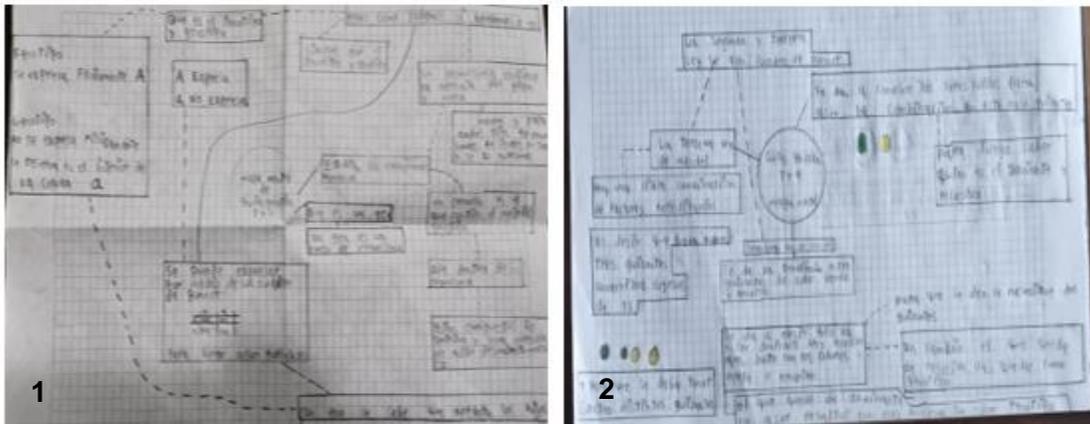
Se puede evidenciar que los estudiantes manejan conceptos básicos como el ADN, su importancia en procesos genéticos como enfermedades y el parentesco familiar. Al dialogar con los estudiantes sobre sus respuestas, durante la aplicación de las ideas previas, ellos contestan que han escuchado hablar de estos temas en la televisión, conversaciones familiares o experiencias de personas cercanas al núcleo familiar.

En la pregunta ¿Qué es el genotipo? los estudiantes presentan dificultades con establecer cuál es la respuesta más acertada, ya que esta pregunta está más inclinada hacia la parte cognitiva y un nivel de conocimiento más alto dentro de los conceptos de genética.

## **4.2 Creación de mapas mentales vs evaluación a través de mapas mentales**

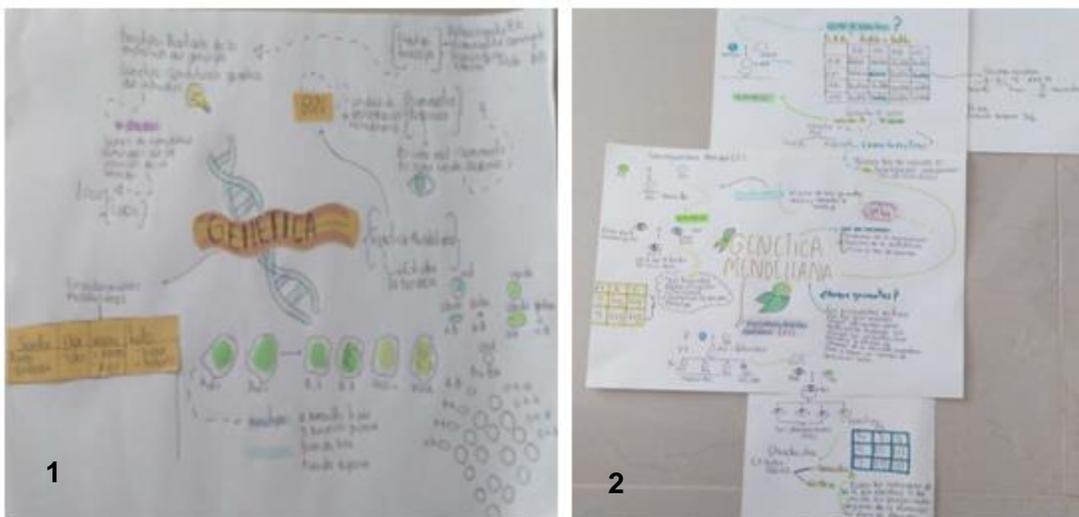
Durante esta etapa se realiza un comparativo de la construcción de mapas mentales por parte de los estudiantes, a partir del referente teórico expuesto durante la dos primeras guías: “Conceptos básicos de la Genética Mendeliana” y “Genética y Transmisión de caracteres hereditarios” vs las evaluaciones aplicadas a los estudiantes, durante el desarrollo de la guía 3: “Primera y segunda ley de Mendel” y la guía 4: “Tercera ley de Mendel”, propuestas como secuencia didáctica para el desarrollo de este estudio En las siguientes figuras se presenta la comparación de los mapas mentales creados por los estudiantes diagnosticados con TDA.

**Figura 3.** Resumen y evaluación a través de mapas mentales del estudiante 1



En el mapa mental 1 (figura 3), elaborado por el estudiante 1 (Asperger) se observa el uso de conectores y conceptos básicos de la genética mendeliana mientras en el mapa mental 2 se evalúan las guías de flexibilización, y se evidencia, nuevamente, el uso de conceptos básicos como el fenotipo y genotipo y su relación con la primera, segunda y tercer ley de Mendel.

**Figura 4.** Resumen y evaluación a través de mapas mentales, estudiante 2



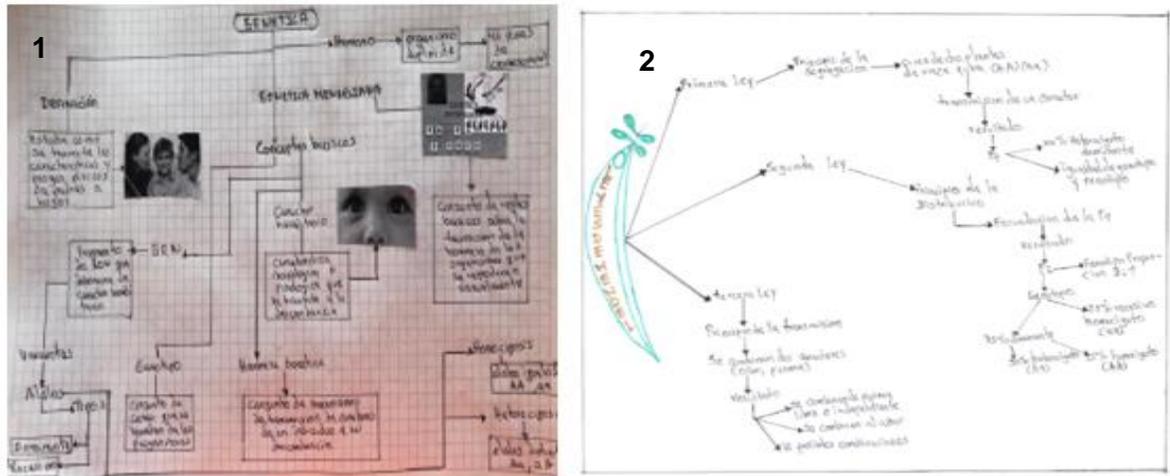
Durante la construcción del mapa mental 1 (figura 4), la estudiante 2 (TDA predominio inatento, alteraciones leves en atención y memoria, bajo desempeño en comprensión verbal) usa los gráficos para representar conceptos importantes como el genotipo, fenotipo y la representación de algunos genes dominantes y recesivos. En el mapa mental 2 la estudiante recuerda con facilidad los mismos gráficos, aumenta el vocabulario propio de la genética mendeliana y profundiza los conceptos con algunos cuadros de Punnett y las leyes de Mendel.

**Figura 5** Resumen y evaluación a través de mapas mentales, estudiante 3



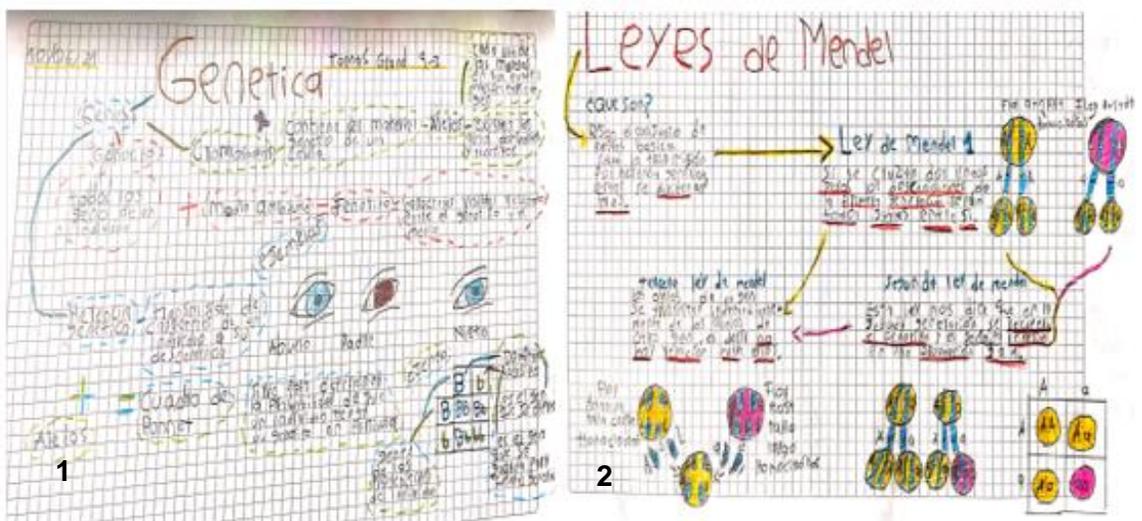
El mapa mental 1 (figura 5), el estudiante 3 (inmadurez neurológica, TDA) presenta ideas y frases textuales de las guías de flexibilización 1 y 2, al igual que los gráficos que representan conceptos como los cromosomas, la construcción de los cuadros de Punnett. En el mapa mental 2 el estudiante intenta explicar, con sus propias palabras, el referente teórico obtenido durante el desarrollo de la secuencia didáctica y la relación presente entre las leyes de Mendel y los conceptos usados en el primer mapa mental.

Figura 6. Resumen y evaluación a través de mapas mentales, estudiante 4



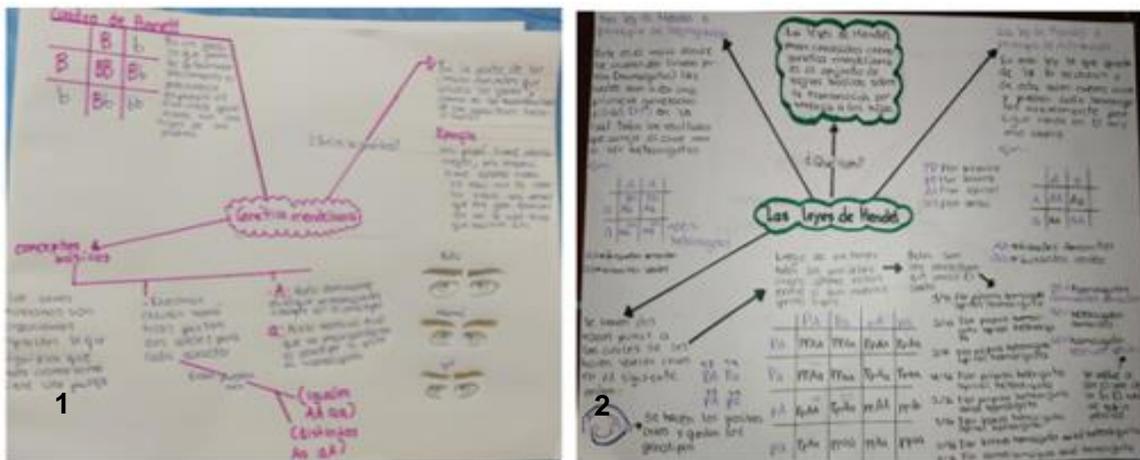
Con el desarrollo del mapa 1 (figura 6), se evidencia que el estudiante 4 (TDAH) presenta confusión entre los mapas mentales y los mapas conceptuales. Se realiza una retroalimentación que permite aclarar las diferencias y estructura de ambas herramientas de trabajo. Para el desarrollo de la evaluación en el mapa mental 2, el estudiante logra plasmar la información importante del tema y la conexión de ideas.

Figura 7. Resumen y evaluación a través de mapas mentales.



En el mapa mental 1 (figura7), el estudiante 5 (TDH Prueba neuropsicológica con C.I. límite. Baja velocidad de procesamiento, dificultad en el recobro de información verbal y memoria de trabajo comprometida) logra relacionar conceptos fundamentales de la teoría con los resultados obtenidos en las actividades desarrolladas en familia. Realiza una conexión de ideas a través de signos, lo que le permite compartir una información clara y puntual. En el mapa mental 2 se observa un nivel de organización mayor de las ideas expresadas, de forma textual y gráfica, que demuestran apropiación de los conceptos y las leyes de la genética mendeliana.

**Figura 8.** Resumen y evaluación a través de mapas mentales



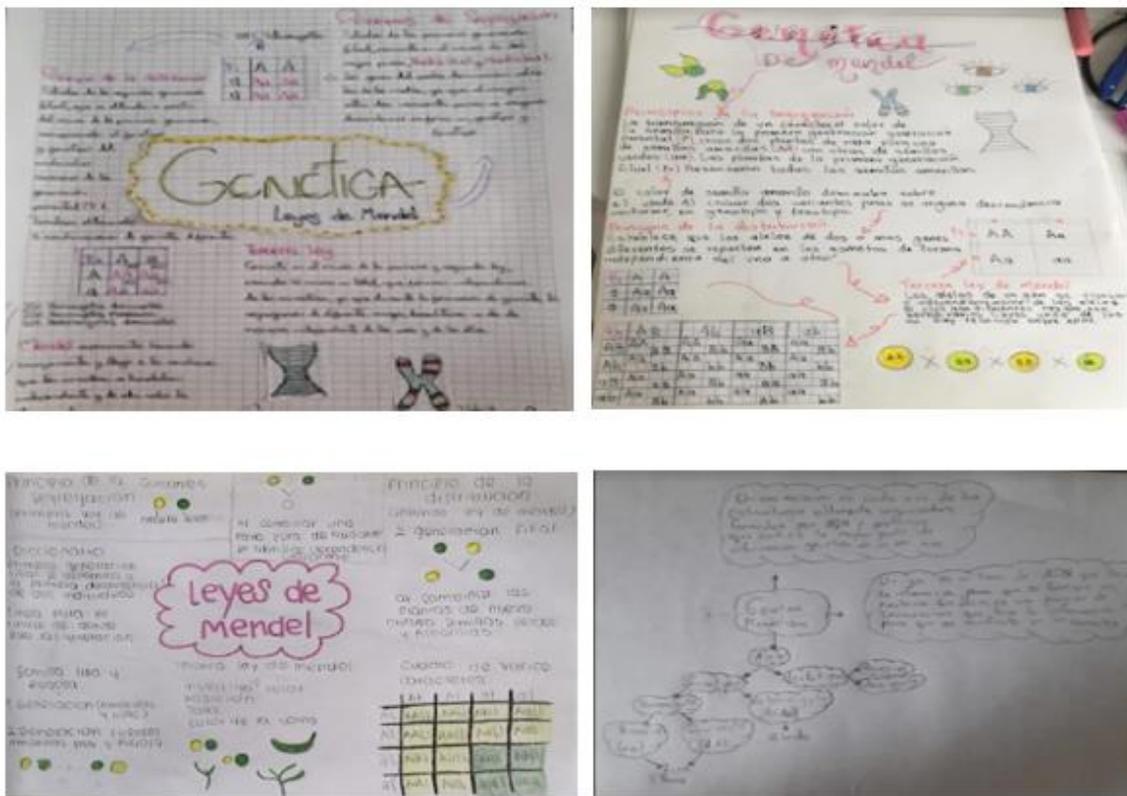
En el mapa mental 1, el estudiante 6 (Inmadurez, TDA) solo incluye algunos conceptos relevantes como fenotipo, genotipo, genes recesivos, dominantes, y los relaciona con gráficos. En el mapa mental 2, el estudiante recuerda los conceptos trabajados en el mapa 1 y trata de explicarlos a través de ejemplos trabajados durante las clases y el desarrollo de la secuencia didáctica.

### Muestra de estudiantes sin TDA

Los mapas mentales construidos por estudiantes sin TDA, comparados con los estudiantes que presentan déficit de atención, presentan al inicio una diferencia en el nivel de organización de las ideas; los estudiantes sin TDA organizan sus ideas con claridad en ambos mapas. Los estudiantes con dificultades de atención mejoraron la organización y expresión de ideas en el segundo mapa mental.

A continuación, se comparten algunos mapas mentales creados por estudiantes sin TDA.

Figura 9. Resumen y evaluación a través de mapas mentales



Se logran identificar en las imágenes similitudes de estructura y contenido con los trabajos realizados por los estudiantes diagnosticados con TDA.

### **4.2.1 Facilidad para la construcción de resúmenes y Apropiación de conceptos a través de frases e imágenes**

Se puede evidenciar, durante el desarrollo de la secuencia didáctica, que tanto los estudiantes con y sin TDA desarrollan habilidades para recrear conceptos propios de la genética mendeliana a través de los mapas mentales; también la facilidad con la que pueden recordar conceptos, gráficos y conectores usados en los mapas mentales creados como resumen al momento de responder los exámenes.

### **4.2.2 Mejoras en los tiempos de concentración**

El uso de los mapas mentales permitió a los dos grupos de estudiantes dedicar mayor tiempo a la creación de mapas mentales, como resumen del referente teórico o presentación de exámenes. Es importante tener en cuenta que los tiempos de concentración de cada individuo son importantes al momento de generar aprendizajes significativos. La atención selectiva permite centrarnos únicamente en la información que suponemos es importante. La atención sostenida es aquella que permite al cerebro mantener el foco atencional y permanecer con ello, durante la realización de tareas, por un periodo de tiempo relativamente largo.

### **4.2.3 Mejora del nivel académico durante la aplicación de esta herramienta**

Con los resultados obtenidos durante el segundo periodo académico del 2021, se pudo comprobar que los estudiantes pasaron de un nivel básico y alto durante el primer periodo

a obtener desempeños altos y superiores en el segundo, incluyendo los estudiantes con TDA, para ellos los procesos cognitivos presentan un nivel de dificultad mayor.

#### **4.2.4 Organización de ideas, creatividad y mayor autonomía en el aprendizaje**

Se puede observar claramente en los mapas conceptuales, creados por los estudiantes y compartidos durante esta investigación, que son únicos. A pesar de compartir un mismo referente teórico, la mente de cada estudiante es todo un mundo de ideas lo que permite que cada mapa mental tenga gráficos, conectores y conceptos expresados de forma diferente.

### **4.3 Evaluación por competencias, tipo Icfes**

Estas preguntas, permiten realizar una evaluación por competencias y cualificar la evolución conceptual de los estudiantes, de acuerdo con el sistema de educación colombiano. (Anexo F).

#### **4.3.1 Indagación**

Los estudiantes logran responder de forma correcta a las preguntas realizadas bajo la competencia de indagación, permitiendo a estudiantes con y sin TDA desarrollar la capacidad de realizarse preguntas y tratar de dar solución a los problemas, que se plantean desde el contexto científico, en relación con la vida cotidiana.

### **4.3.2 Explicación de fenómenos**

Una de las principales dificultades que presentan los estudiantes, en las pruebas Icfes, es la explicación de fenómenos, lo que les permite argumentar, explicar y comprender fenómenos de la vida cotidiana, en contexto con las bases científicas y los aprendizajes compartidos en clases. Con el análisis realizado a las tres preguntas anteriores, en el siguiente capítulo los estudiantes desarrollaron habilidades que les permiten recrear problemas genéticos a través de las tres leyes de Mendel y dar solución a los interrogantes planteados.

### **4.3.3 Uso del conocimiento científico**

Durante el análisis de las preguntas planteadas, bajo la competencia del uso del conocimiento científico, se puede observar que los estudiantes logran establecer relaciones entre los conceptos y aprendizajes, con los cuales realizaron la construcción de sus mapas mentales y aplicarlos a sus diferentes entornos.

Es importante resaltar que la pregunta número 7 pudo generar confusión entre los estudiantes debido al planteamiento de las opciones de respuesta.

Los genes ligados al sexo: A. Determinan el sexo de la especie; B. Siempre codifican caracteres que solo se presentan en un sexo; C. Se encuentran en los cromosomas sexuales; D. Todas las respuestas son correctas.

## 4.4 Evaluación del uso de los mapas mentales

Se realizan cuatro preguntas abiertas a los estudiantes, para evaluar su percepción sobre el uso de los mapas mentales, en el desarrollo de aprendizajes propios de la biología como lo es, la genética mendeliana. Se les pide contestar a estas preguntas por medio de mapas mentales.

1. ¿Qué tan importante considera el uso de mapas mentales en el aprendizaje de la genética Mendeliana?

- *En mi opinión los mapas mentales son una herramienta bastante útil; podemos explicar un tema de una forma más sencilla; son de gran ayuda para temas tan complejos y extensos como lo es la genética mendeliana.*
- *Personalmente pienso que estudiar utilizando mapas mentales es muy buena herramienta; consiste en coger un tema y desplegarlo explícitamente utilizando flechas, líneas punteadas, corchetes, dibujos, gráficos. Es importante también porque fomenta la creatividad (esa es una de las razones por las cuales más me gusta estudiar utilizando mapas mentales).*
- *Me parece muy importante, ya que los mapas mentales son clave para el aprendizaje y más en temas como la genética mendeliana, porque puede ser complejo; pero bien estudiado se puede hacer más fácil.*

2. ¿Con que frecuencia le gustaría usar mapas mentales en el desarrollo de guías y preparación de exámenes?

- *Me gusta mucho este método de aprendizaje. Me gustaría seguir utilizándolo con más frecuencia. El hecho de trabajar con este tipo de cosas me parece muy práctico y creativo.*

- *Yo los seguí implementando, solo que la estructura del mapa me hace poner dibujos, colores, títulos y eso me encanta. Entonces termino haciéndolo con más dibujos que letras; pero en sí muy frecuentemente ya que es divertido; aprendo, practico y me siento feliz viendo el resultado.*
- *Me gustaría que fuera con todos los temas como parte del trabajo, antes del examen para que deje la información fresca en la cabeza y así tener buenos resultados.*

3. ¿Qué tan difícil fue implementar el uso de mapas mentales en el estudio de la genética Mendeliana?

- *No fue muy difícil; al contrario, fue de gran ayuda para comprender un poco más el tema y de una manera más fácil.*
- *Al principio combiné mucho el mapa mental con un conceptual, pero con el mapa de la genética mendeliana entendí más cómo es la estructura y la facilidad que tienen para compartir los significados importantes.*
- *Un poco, ya que el tema es un poco complejo, pero en los apuntes y lo aprendido se facilita demasiado; el resto ya está de creatividad para que quede bien presentado.*

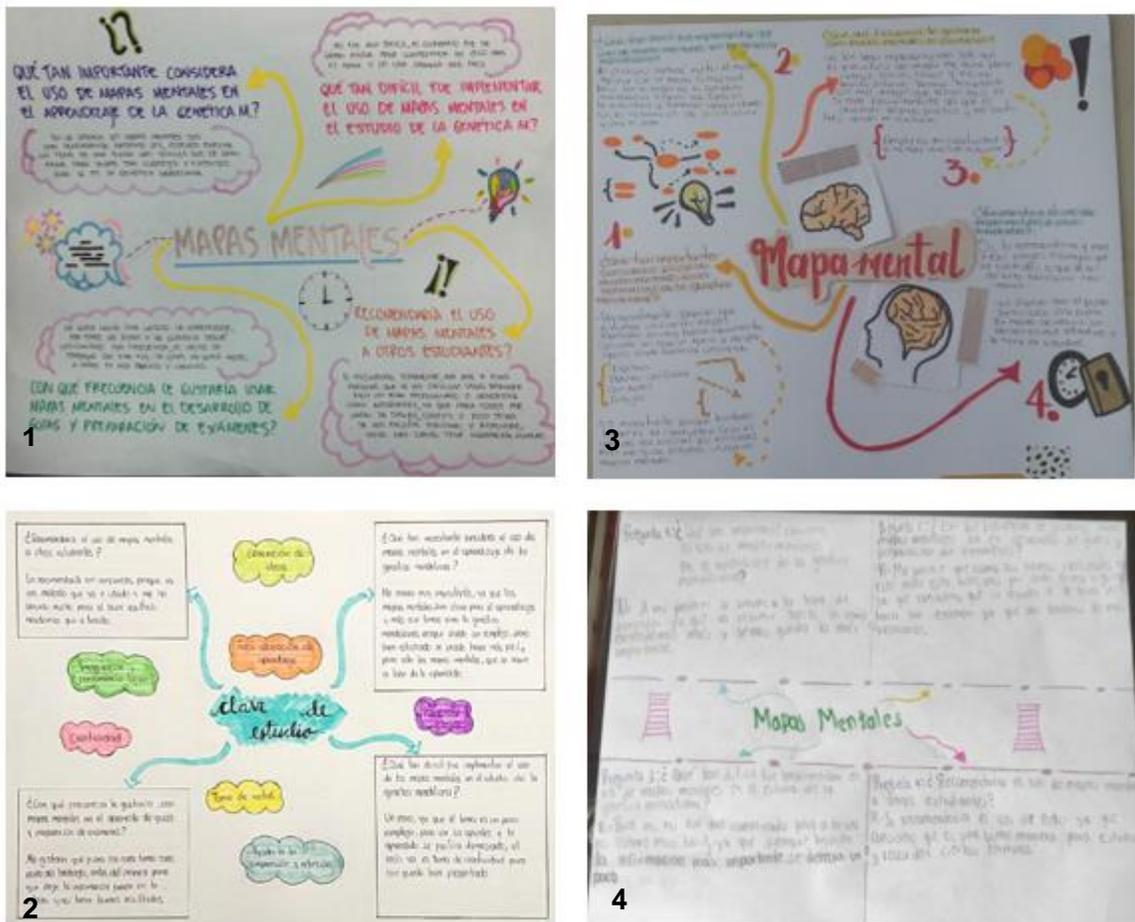
4. ¿Recomendaría el uso de mapas mentales a otros estudiantes?

- *Lo recomiendo totalmente, aún más a esas personas que se les dificulta tanto entender un tema en particular o memorizar cosas importantes, ya que, para todos por medio de dibujos, colores y poco texto se nos facilita estudiar y aprender mucho más cuando se tienen información puntual.*
- *Sí, lo recomendaría y más a esos amigos o amigas que son creativos o que se les dificulta memorizar mucha información. Yo pienso que poner tanto color, interpretar por medio de dibujos con flechas es más llamativo a la hora de estudiar.*

- Lo recomendaría con confianza, porque es un método que ya he usado y me ha servido mucho para el buen resultado académico que he tenido.

A continuación se puede observar que el diseño de mapas mentales despierta la creatividad, motivación y fortalecen los procesos de argumentación, desde la creación y expresión de nuevas ideas por parte de jóvenes, sin importar su caracterización y nivel de comprensión.

Figura 10. Opiniones de los estudiantes frente al uso de los mapas mentales



Los mapas 1 y 2 (figura 10) corresponden a estudiantes sin TDA; los mapas 3 y 4 estudiantes con TDA. Se identifica el uso de conectores apropiados, el desarrollo de ideas argumentativas fuera del concepto de genética, lo que permite demostrar su aplicabilidad en cualquier tema de interés.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

### **5.1 Conclusiones**

El uso de lecturas con contenidos actualizados permite despertar el interés y la motivación de los estudiantes en las aulas, además de facilitar la exploración de ideas previas frente a diversos temas que presentan cierto nivel de dificultad.

La creación de los mapas mentales permitió a los estudiantes, con y sin TDA, expresar sus ideas de forma gráfica, creativa, espontánea, ordenada, en su vida cotidiana.

Se evidencia tiempos de concentración más prolongados en estudiantes diagnosticados con déficit de atención, mayor motivación e interés por el desarrollo de guías y evaluaciones.

El uso de los mapas mentales, en estudiantes con y sin TDA, es una herramienta pedagógica importante que permite organizar y representar información de forma fácil, espontánea, con la finalidad de ser asimilada y recordada con mayor facilidad.

Con esta investigación se logra demostrar que los procesos de flexibilización que se deben realizar a las guías propuestas, en la cotidianidad de los entornos educativos en general, pueden tener pequeñas adaptaciones que permitan el aprendizaje de los estudiantes con TDA, si se tiene la estimulación y el acompañamiento adecuados desde la institución y su familia.

## 5.2 Recomendaciones

- Es importante tener claridad de la caracterización que presenten los estudiantes; esto permitirá tener mayor acercamiento y un buen proceso de flexibilización en los trabajos y exámenes.
- La secuencia didáctica se aplicó bajo el proceso de alternancia debido al aislamiento social. Se recomienda aplicar la secuencia didáctica de forma presencial para un mejor acompañamiento.
- Este trabajo permite desarrollar secuencias didácticas y aplicar el uso de evaluaciones a través de los mapas mentales en otras áreas del saber.

## 6. Anexos

### Anexo A. Exploración de ideas previas

#### IDEAS PREVIAS GENÉTICA

30 respuestas

[Publicar datos de análisis](#)

4/9/2021

IDEAS PREVIAS GENÉTICA

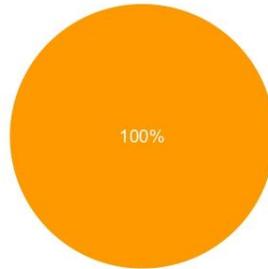
Realiza la siguiente lectura: ¿ESE CHINO NO ES MIO?, Y CÓMO SABER DE QUIÉN ES? La prueba de Paternidad y/o Maternidad es la solución? La prueba de paternidad es una práctica de pruebas biológicas tendientes a lograr el reconocimiento de la paternidad de un hijo o hija extramatrimoniales, solicitud que se tramita ante los Jueces de Familia o Defensores de Familia con el fin de proteger el derecho del niño o de la niña a tener un nombre y una familia, mediante el establecimiento de su filiación. Consiste en la toma de muestras de ADN contenido en sangre, tejidos celular, huesos, etc., a los involucrados en el caso (presunto padre, presunta madre, hija o hijo y familia extensa, si es necesario), llevando a cabo un procedimiento de Laboratorio cuyo resultado en la actualidad representa un 99.9% de confiabilidad. Con la emisión del dictamen médico legal, se procede a poner en conocimiento del presunto padre o madre para el debido reconocimiento, o se inicia una demanda de investigación de paternidad en caso de negativa por parte del presunto padre o madre, o se aporta el resultado con el fin de fundamentar la sentencia, en caso de que la demanda ya se encuentre en curso. Está dirigido a niños, niñas, madres, presuntos padres y presuntos ascendientes, con interés en procesos de filiación extramatrimonial, impugnación de paternidad y sucesiones, siempre y cuando haga parte de estos un menor de edad.<http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallCBF/Bienestar/Proteccion/PruebasADN>. Nombre completo

4/9/2021

IDEAS PREVIAS GENÉTICA

¿Qué tan precisa es la prueba de paternidad o maternidad?

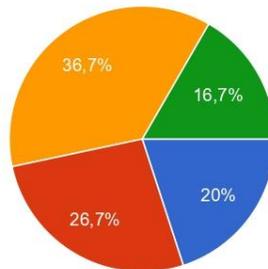
30 respuestas



- Es muy precisa y confiable. Con una probabilidad de 79.99% o más.
- Es muy precisa y confiable. Con una probabilidad de 89.99% o más.
- Es muy precisa y confiable. Con una probabilidad de 99.9...
- Es muy precisa y confiable. Con una probabilidad de 59.9...

¿Quién solicita la realización de una prueba de paternidad o maternidad?

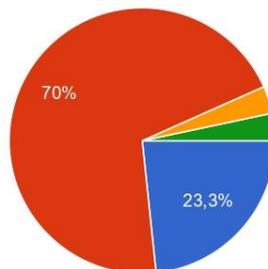
30 respuestas



- Un juez o un defensor de familia. El ICBF no tramita solicitudes que no hagan part...
- La madre biológica, el niño o la niña y el presunto padre deben acudir conjuntamente al lugar...
- El juez o el defensor de familia por medio de una boleta o tel...
- Cuando el padre o la madre se niega a aceptar legalmente a...

¿Qué es una prueba de ADN?

30 respuestas



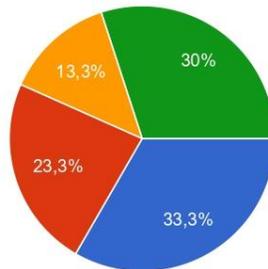
- Es el procedimiento que permite determinar, a través del análisis de una comparación...
- Es el procedimiento que permite determinar, a través del análisis de los marcadores de...
- Es el procedimiento que permite determinar, a través...
- Es el procedimiento que permite determinar, a través...

4/9/2021

IDEAS PREVIAS GENÉTICA

¿Se requiere alguna condición para que se pueda realizar la prueba de paternidad o maternidad?

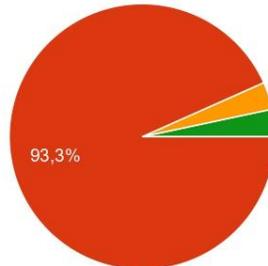
30 respuestas



- Si, para realizar el procedimiento es necesario conocer el lugar y la dirección...
- Cuando el padre o la madre se niega a aceptar legalmente a su hijo o hija y decide no recono...
- Con un pinchazo en uno de los dedos, realizado por un profe...
- Que en el momento de tomar las muestras estén presentes...

¿Qué relación existe entre la genética y las pruebas de ADN?

30 respuestas



- Las pruebas genéticas son un tipo de análisis médico que busca la producción de proteí...
- Las pruebas genéticas son un tipo de análisis médico que busca cambios en su ADN (o...
- Las pruebas genéticas son un tipo de análisis médico que b...
- Las pruebas genéticas son un tipo de análisis médico que b...

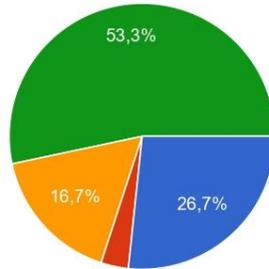


4/9/2021

IDEAS PREVIAS GENÉTICA

¿Cuál de los siguientes no es un beneficio de las pruebas genéticas?

30 respuestas

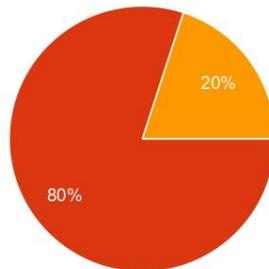


- Reconocer el sexo de un bebe.
- Identificar los trastornos genéticos en una etapa temprana de la vida para pod...
- Averiguar si es portador de un gen de una enfermedad que podría transmitirse a sus hijo...
- Identificar cambios genéticos que pueden estar causando o contribuyendo a una enferme...



¿Qué es el ADN?

30 respuestas

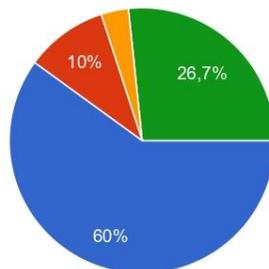


- pueden comprenderse mejor a través de la descripción de los diferentes tipos que existen.
- es un ácido nucleico que contiene toda la información genética hereditaria que sirve...
- Intervienen en el control del metabolismo celular mediant...
- es el otro tipo de ácido nucleico que posibilita la síntesis de pr...



¿Cuál es la importancia de la herencia genética ?

30 respuestas



- Todas las anteriores
- parte de lo que se mantiene invariable a lo largo de las generaciones.
- La herencia permite, además, la evolución
- La herencia genética es vital para la existencia y continuidad de la vida como la conocemos.

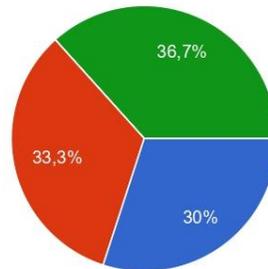


4/9/2021

IDEAS PREVIAS GENÉTICA

¿Qué es un Genotipo?

30 respuestas



- Conjunto de caracteres visibles que un individuo presenta como resultado de la interacción entre su genotipo y el medio.
- el genotipo es la información genética que rige en principio el fenotipo
- Realización visible del genotipo en un determinado ambiente.
- Ninguna de los anteriores

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

Google Formularios



## Anexo B. Guía de flexibilización conceptos básicos genética mendeliana

	COLEGIO SEMINARIO REDENTORISTA SAN CLEMENTE MARÍA HOFBAUER  GESTIÓN DE AULA CLASSROOM MANAGEMENT	 CER328855	Código	GDDC10-5
			Versión	1
			Página	1 de 4

**ÁREA:** Ciencias Naturales – Biología

**FECHA:** \_\_\_/\_\_\_/2021

**GRADO:** 9º3 II PERIODO

**DOCENTE:** Andrea Garzón Hernández

**APRENDIZAJE:** Comprender la función de la reproducción en la conservación de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunas características y se modifican otras.

**EVIDENCIA DE APRENDIZAJE:** Reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.

### FICHA #1 GENÉTICA

#### MOTIVACIÓN - WARM – UP

1. Busca en el álbum familiar, fotos de tus abuelos, padres, tíos, primos y tías en diferentes etapas de crecimiento.
2. Identifica que rasgos físicos que se comparten durante las diferentes generaciones.
3. Crea un cuadro con la información obtenida. Observa el siguiente ejemplo.

	ABUELOS	PADRES	TÍOS	HIJOS
OJOS AZULES		X		
CABELLO OSCURO	X		X	
CABELLO CLARO	X		X	X
CABELLO RIZADO				
CABELLO LISO		X		X
COLOR DE PIEL		X	X	



## REFERENTE TEÓRICO – THEORETICAL REFERENCE

Genética humana - Caracteres hereditarios:



Habrás observado que entre tus amigos no hay dos iguales, hay rubios y morenos, altos y bajos, con pelo liso o rizado, con ojos claros u oscuros. Además, comparten estos caracteres con su familia. Aprenderás en esta quincena por qué somos diferentes y cómo se transmiten estas diferencias de padres a hijos. En la siguiente tabla puedes ver algunos caracteres hereditarios en el hombre. Observa el carácter de dominante o recesivo. Los distintos genotipos y fenotipos te pueden ayudar para realizar los problemas de genética.

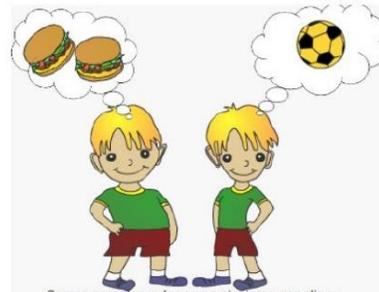
Ilustración 1 <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcienciaexplicada.com%2Fcaracteres-hereditarios.html&psig>

CARACTERES HEREDITARIOS EN EL HOMBRE				
CARÁCTER	Dominante	Recesivo	GENOTIPO	FENOTIPO
PLEGAR LA LENGUA EN U	A	a	AA	Pliega la lengua
	se puede plegar	no se pliega	Aa	
			aa	
COLOR DEL PELO	A	a	AA	Moreno
	moreno	rubio	Aa	
			aa	
COLOR DE OJOS	A	a	AA	Marrones
	marrones	azules	Aa	
			aa	
LÓBULO OREJA	A	a	AA	Con lóbulo
	presente	ausente	Aa	
			aa	
PIGMENTACIÓN PIEL	A	a	AA	Con color
	normal, color	albino	Aa	
			aa	
FACTOR RH	+	-	++	RH positivo
			+-	
			--	
TAMAÑO LABIOS	A	a	AA	Labios gruesos
	labios gruesos	labios delgados	Aa	
			aa	
LÍNEA FRONTAL DEL PELO	A	a	AA	Línea frontal en V
	pico en V	línea frente recta	Aa	
			aa	

Ilustración 2 [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcToeFt2WdRrFgZyLxW\\_\\_tDVuKYUGwOWIWA&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcToeFt2WdRrFgZyLxW__tDVuKYUGwOWIWA&usqp=CAU)

Todo individuo lleva dos genes para cada carácter, (uno del padre y otro de la madre); el conjunto de todos los genes de un individuo constituye el genotipo. Pero no todos los genes se manifiestan, los que se manifiestan constituyen el fenotipo. En la manifestación de los genes influye el medio ambiente que rodea al gen, como son: los otros genes, el citoplasma celular, nutrientes y el propio medio externo en el que se desarrolla el individuo.

**GENOTIPO = FENOTIPO + MEDIO AMBIENTE**



Somos gemelos y tenemos el mismo genotipo; pero nuestro fenotipo ya no es exactamente igual.

Ilustración 3 <https://es-static-z-dn.net/files/d86/a25826e8da4e06f93e2a19f4a358b281.jpg>

De los 46  **cromosomas**  que tienen nuestras células, 44 son iguales en ambos sexos, se agrupan en 22 parejas de autosomas. La otra pareja son los heterosomas o cromosomas sexuales; XX para la mujer y XY para el hombre, siendo la pareja que determina el sexo. El cromosoma Y es más pequeño y contiene menos genes que el cromosoma X. El cariotipo es el ordenamiento de los cromosomas metafásicos, de acuerdo con su tamaño y morfología. Mediante el cariotipo se pueden analizar anomalías numéricas y estructurales. En esta imagen tienes representado un cromosoma con sus partes más significativas. En el cromosoma inferior podemos apreciar en su interior la cromatina muy condensada, recuerda que la cromatina es realmente la molécula de ADN super espiralizada. El cromosoma solamente tiene este aspecto durante la mitosis.

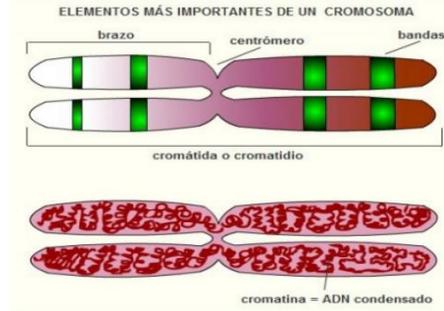


Ilustración4 [https://sites.google.com/site/blocdeisai/\\_/rsrc/1468752982689/4oeso/biologia-y-geologia/libro-digital/unidad-3-genetica-humana/333.PNG](https://sites.google.com/site/blocdeisai/_/rsrc/1468752982689/4oeso/biologia-y-geologia/libro-digital/unidad-3-genetica-humana/333.PNG)

**¿Qué es un gen?** Un gen es un trozo de ADN que lleva la información para que se fabrique una proteína. Desde el punto de vista de la genética, podemos decir que un gen es una porción de cromosoma que lleva la información para que se manifieste un carácter.

ADN.....Proteína  
 GEN.....Carácter



**TRABAJO INDIVIDUAL – INDIVIDUAL WORK**

**USO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

**EL MUNDO DE LA GENETICA**

Ñ	O	P	I	T	O	N	E	F	A
A	L	Q	Z	P	J	H	D	P	M
N	E	O	D	G	D	E	I	C	O
I	A	D	N	E	O	T	O	S	S
E	M	G	S	N	M	E	V	I	O
T	O	M	O	O	I	R	I	S	M
O	S	T	L	T	N	O	S	O	O
R	O	K	E	I	A	S	E	T	R
P	T	F	M	P	N	O	C	I	C
N	U	F	E	O	T	M	E	M	I
L	A	Z	G	W	E	A	R	M	M
O	P	I	T	O	I	R	A	C	L
G	P	S	I	S	O	I	E	M	S
S	A	L	U	L	E	C	Q	T	G
A	M	S	A	L	P	O	T	I	C

1. En la sopa de letras encontraras 16 términos socializados en este documento encuéntralos y brinda con tus propias palabras el significado.
2. La actividad se debe realizar en el cuaderno, escanear y enviar al Classroom.



**SOCIALIZACIÓN – LET’S CHECK**

Se realiza retroalimentación de los exámenes y talleres, también se generan puestas en común de los aprendizajes compartidos en las clases

**BIBLIOGRAFÍA – BIBLIOGRAPHY**

Ramos García María Ángeles, Colodrón Bestuer Ángel, *Biología y Geología*, Editorial McGraw-Hill Education, Madrid Buenos Aires

## Anexo C. Guía de flexibilización genética y transmisión de caracteres hereditarios

	COLEGIO SEMINARIO REDENTORISTA SAN CLEMENTE MARÍA HOFBAUER  GESTIÓN DE AULA CLASSROOM MANAGEMENT	 SC-CER328855		Código	GDDC10-5
				Versión	1
				Página	1 de 5

**ÁREA:** Ciencias Naturales – Biología

**FECHA:** \_\_/\_\_/2021

**GRADO:** 9º3 II PERIODO

**DOCENTE:** Andrea Garzón Hernández

**APRENDIZAJE:** Comprender la función de la reproducción en la conservación de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunas características y se modifican otras.

**EVIDENCIA DE APRENDIZAJE:** Reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.



### MOTIVACIÓN - WARM – UP

#### LENGUA Y GENES

La capacidad de poner la lengua en forma de U es un carácter que poseen algunas personas. Te proponemos investigar cómo se hereda este carácter. ¿Cuántas personas en tu clase pueden poner la lengua así?

¿Sois más los que tenéis la capacidad de colocar así la lengua?

Si esta capacidad es un carácter que se da con cierta frecuencia entre tus compañeros, ¿podemos suponer que hay una influencia de

nuestros genes que determina que un carácter sea más o menos común en las personas?

Los árboles genealógicos o pedigrís permiten estudiar la transmisión de un carácter (o una enfermedad) en varias generaciones de individuos emparentados.

Construye el árbol genealógico de tu familia, señalando quién puede poner la lengua en formade U y quién no. Asegúrate de que concuerde el carácter de cada persona con los que presentan sus padres.



Ilustración 1 [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTSWE7zjZQ\\_kzlnClolykBGXaPQID9ayLLo2g&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTSWE7zjZQ_kzlnClolykBGXaPQID9ayLLo2g&usqp=CAU)

### FICHA # 2 GENÉTICA MENDELIANA



### REFERENTE TEÓRICO – THEORETICAL REFERENCE

#### GENÉTICA Y TRANSMISIÓN DE CARACTERES HEREDITARIOS

¿Has oído la frase «lo lleva en los genes»? Piensa un momento en ella: ¿realmente tiene sentido? Lo tiene, considerando los caracteres hereditarios. Repasemos los caracteres hereditarios:

1. La **herencia genética** es el conjunto de mecanismos de transmisión de caracteres de un individuo a su descendencia regidos por las leyes del **código genético**.

2. Un **carácter hereditario** es una característica morfológica o fisiológica que se transmite a la descendencia, como el color de ojos, el color de pelo o la estatura.

3. Un gen es un fragmento de ADN que determina un **carácter hereditario**.

4. Las distintas variantes de un gen se denominan **genes alelos o alelos**.

5. Los **genes alelos** son las variantes de un gen que controlan las diversas expresiones para un determinado carácter.

6. Cada gen ocupa un lugar fijo en los cromosomas, denominado **locus**. Los genes alelos se sitúan en el **mismo locus** en los cromosomas homólogos

7. Los **cromosomas homólogos** son aquellos que tienen los mismos genes, aunque pueden ser diferentes alelos.

Ilustración 2 <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQWu5m8GrSkpbujCkgs3lCgYl1CieG0ycTzj&usqp=CAU>

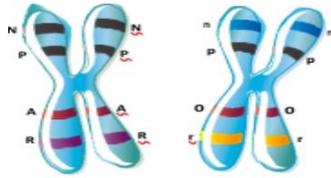


Ilustración 3 [https://1.bp.blogspot.com/-r\\_WjduQGsDM/YEPbTdFlyLI/AAAAAAAAAfas/CE1da5ANlrYsiBfix9vfwaZKWOTBADJOgCLcBGAsYHQ/s1600/Locus%2By%2Bgenes%2Balelos..webp](https://1.bp.blogspot.com/-r_WjduQGsDM/YEPbTdFlyLI/AAAAAAAAAfas/CE1da5ANlrYsiBfix9vfwaZKWOTBADJOgCLcBGAsYHQ/s1600/Locus%2By%2Bgenes%2Balelos..webp)

### Genética: conceptos básicos

Los seres humanos somos organismos **diploides**, lo que significa que cada cromosoma tiene una pareja, su homólogo. En nuestra especie, cada célula de nuestro cuerpo tiene 23 parejas de cromosomas, es decir, tenemos 46 cromosomas en total, de los cuales la mitad procede de la madre y la otra mitad del padre. Cada pareja de cromosomas está formada por dos cromosomas homólogos, que contienen información para los mismos caracteres o genes. Observa la ilustración de la derecha.

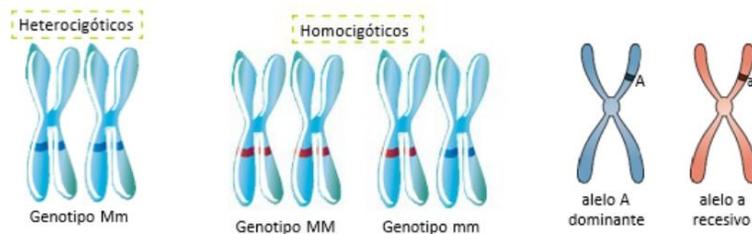
Nuestras células somáticas portan dos alelos para cada carácter, los cuales pueden ser iguales (**homocigosis: AA, aa**) o distintos (**heterocigosis: Aa, aA**). En la genética mendeliana o clásica, tener los dos caracteres iguales (es decir, en homocigosis), se denomina **raza pura**.

Un **individuo heterocigótico** o **híbrido** es aquel que tiene alelos distintos para un gen (Aa, aA). Un **individuo homocigótico** es aquel que tiene los alelos iguales para un gen (AA, aa). Inicialmente, en la expresión de un gen determinado, Mendel consideró dos tipos de alelos: El **alelo dominante** (A) es aquel que se manifiesta en el fenotipo siempre, tanto en homocigosis como en heterocigosis. El **alelo recesivo** (a) es el que se manifiesta en el fenotipo únicamente en homocigosis.

Los alelos recesivos se transmiten y permanecen «ocultos» en el genotipo de los descendientes.

El **genotipo** es el conjunto de genes que un organismo hereda de sus progenitores. Por ejemplo, una persona puede heredar los genes para los ojos azules y verdes. El **fenotipo** es el conjunto de caracteres que manifiesta un organismo, es decir, la apariencia externa del genotipo, como el color de ojos que presentamos en nuestro aspecto externo.

El **genotipo** permanece constante, mientras que el **fenotipo** varía por la acción de distintos factores ambientales.



### Cuadros de Punnett

Un **cuadro de Punnett** es un gráfico que permite determinar fácilmente el porcentaje esperado de distintos genotipos en los hijos de dos padres. Un ejemplo de cuadro de Punnett para arvejas es mostrado en la [Imagen siguiente](#). En este ejemplo, ambos padres son **heterocigotos** por el color de flor ( $Bb$ ). Los **gametos** producidos por el padre macho están arriba del gráfico, y los gametos producidos por la hembra están al lado. Las diferentes posibles combinaciones de **alelos** en sus hijos se determinan llenando las celdas del cuadro de Punnett con las letras correctas (alelos).

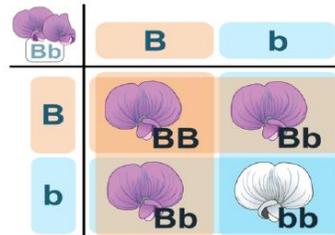


Ilustración4 [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fflexbooks.ck12.org%2Fbook%2Fck-12-conceptso-biologia%2Fsection%2F3.6%2Fprimary%2Flesson%2Fcuadros-de-punnett&psig=AOvVaw3mdl\\_IKYRMV-uuu17sarzg&ust=1634261132024000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRqFwoTC](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fflexbooks.ck12.org%2Fbook%2Fck-12-conceptso-biologia%2Fsection%2F3.6%2Fprimary%2Flesson%2Fcuadros-de-punnett&psig=AOvVaw3mdl_IKYRMV-uuu17sarzg&ust=1634261132024000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjRqFwoTC)

Cuadro de Punnett para dos características.

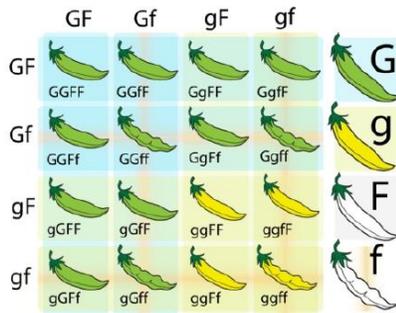


Ilustración5 [https://dr282zn36sxxg.cloudfront.net/datastreams/f-d%3Ad25934a787e93900e31782d2c71b37c465f2346bd2bab7cc89d8aa06%2BIMAGE\\_TINY%2BIMAGE\\_TINY.1](https://dr282zn36sxxg.cloudfront.net/datastreams/f-d%3Ad25934a787e93900e31782d2c71b37c465f2346bd2bab7cc89d8aa06%2BIMAGE_TINY%2BIMAGE_TINY.1)

Cuando consideres más de una característica a la vez, usar un cuadro de Punnett es más complicado. Esto es porque muchas más combinaciones de alelos son posibles. Por ejemplo, con dos genes cada uno teniendo dos alelos, un individuo tiene cuatro alelos, y estos cuatro alelos pueden ocurrir en 16 combinaciones diferentes. Esto está ilustrado para arvejas en la imagen. En esta cruce, conocida como una **cruza dihíbrida**, ambos padres son heterocigotos por color de vaina (Gg) y forma de vaina (Ff).



### TRABAJO INDIVIDUAL – INDIVIDUAL WORK

#### USO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

1. Relaciona ambas columnas y anota en el paréntesis la Respuesta correcta

- |        |   |                              |
|--------|---|------------------------------|
| 1. ( ) | Apareamiento de un progenitor femenino y uno masculino para realizar la fecundación | A. Genotipo                  |
| 2. ( ) | Individuos con los que se inicia una cruce  | B. Primera generación filial |
| 3. ( ) | Individuos resultantes de la cruce de dos líneas puras                              | C. ruza                      |
| 4. ( ) | Características observables de un individuo   | D. Progenitores              |
| 5. ( ) | La totalidad de genes de un organismo   | E. Fenotipo                  |

2. Dibuja un cuadro de Punnett de una cruce Ss x ss. El alelo S codifica para las arvejas de tallo largo y el alelo s codifica para las arvejas de tallo corto. Si S es dominante a s, ¿qué porcentaje de retoños esperas que tenga cada fenotipo?

3. ¿Qué letra debería reemplazar los signos de interrogación (?) en el cuadro de Punnett? Explica cómo sabes.

	<b>A</b>	<b>A</b>
<b>?</b>	A?	Aa
<b>?</b>	Aa	A?

**BIBLIOGRAFÍA – BIBLIOGRAPHY**

Ramos García María Ángeles, Colodrón Bestuer Ángel, *Biología y Geología*, Editorial McGraw-Hill Education, Madrid Buenos Aires.

<https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-biologia/section/3.6/primary/lesson/cuadros-de-punnett>

<http://goo.gl/HSh7Xo>.

## Anexo D. Guía de flexibilización primera y segunda ley de Mendel

	COLEGIO SEMINARIO REDENTORISTA SAN CLEMENTE MARÍA HOFBAUER  GESTIÓN DE AULA CLASSROOM MANAGEMENT	  SC-CER328855	Código	GDDC10-5
			Versión	1
			Página	1 de 3

ÁREA: Ciencias Naturales – Biología

FECHA: \_\_/\_\_/2021

GRADO: 9º3 II PERIODO

DOCENTE: Andrea Garzón Hernández

APRENDIZAJE: Comprender la función de la reproducción en la conservación de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunas características y se modifican otras.

EVIDENCIA DE APRENDIZAJE: Reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.



### MOTIVACIÓN - WARM – UP

- Visita el siguiente enlace realiza el juego y toma pantallazo de los resultados.  
<https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/mi-genetica>

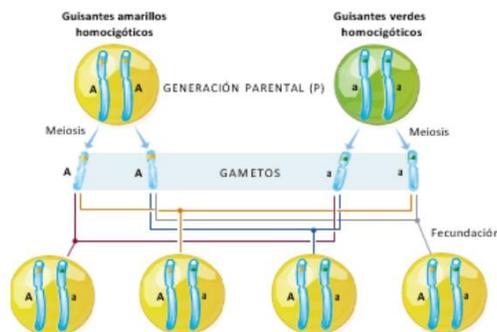


### REFERENTE TEÓRICO – THEORETICAL REFERENCE

#### FICHA # 3 LEYES DE MENDEL

A. Primera ley de Mendel o Principio de la segregación: uniformidad de los híbridos de laprimera generación filial:

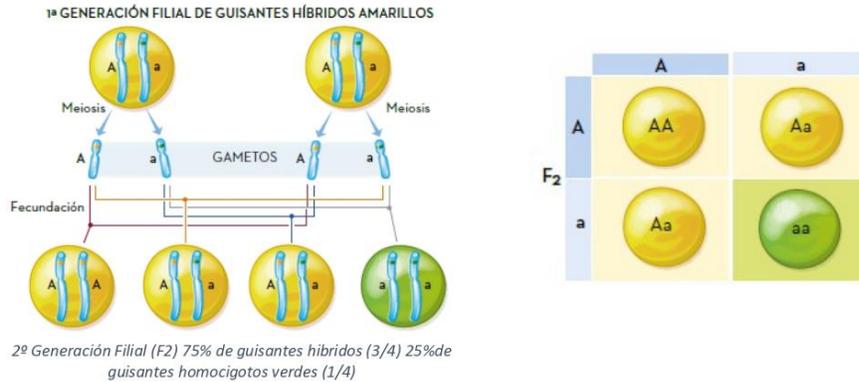
Primero, estudió la transmisión de un carácter, el color de la semilla. Para la primera generación, o **generación parental (P)**, cruzó dos plantas de raza pura, una de semillas amarillas (AA) con otra de semillas verdes (aa). Las plantas de la **primera generación filial (F1)** presentaron todas las semillas amarillas. El color de semilla amarillo dominaba sobre el verde. Al cruzar dos variantes puras se origina descendencia uniforme, en genotipo y fenotipo.



1ª Generación Filial F1 100% de Guisantes híbridos Amarillos

### B. Segunda ley de Mendel o Principio de la distribución:

Segregación de caracteres antagónicos de la segunda generación filial Mendel dejó auto fecundarse las plantas de la F<sub>1</sub>, ya que sus flores son hermafroditas, tienen estambre y pistilo. Obtuvo una segunda generación filial (F<sub>2</sub>) de plantas con semillas amarillas y verdes, en proporción 3:1. El carácter desaparecido en el fenotipo de F<sub>1</sub> volvía a aparecer en F<sub>2</sub>; debía de estar «oculto», por tanto, en el genotipo de F<sub>1</sub>. El descubrimiento reafirmó la idea de que un carácter domina (el carácter dominante) sobre el otro (el carácter recesivo).



## TRABAJO INDIVIDUAL – INDIVIDUAL WORK

### USO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

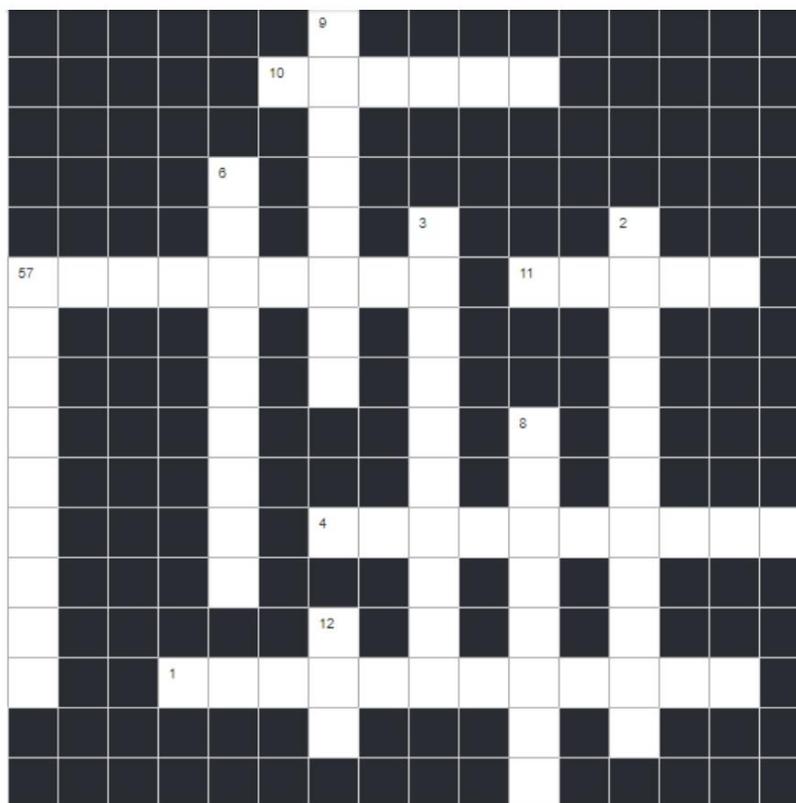
1. Lee con cuidado y completa el siguiente crucigrama

#### HORIZONTALES

- Individuo que tiene dos alelos diferentes en un locus
- caracteres antagónicos de la segunda generación filial Mendel
- es el ordenamiento de los cromosomas metafásicos, de acuerdo con su tamaño y morfología
- Individuo que tiene dos alelos idénticos en un mismo locus determinado, uno en cada cromosoma
- es cada una de las dos o más versiones de un gen

#### VERTICALES

- primera ley de Mendel
- Individuo que tiene dos alelos idénticos en un mismo locus determinado, uno en cada cromosoma
- son estructuras que se encuentran en el centro (núcleo) de las células que transportan fragmentos largos de ADN
- es realmente la molécula de ADN super espiralizada
- Características físicas, bioquímicas y del comportamiento que se pueden observar
- conjunto de información genética almacenada en el ADN de un organismo
- trozo de ADN que lleva la información para que se fabrique una proteína



### **SOCIALIZACIÓN – LET'S CHECK**

Se realiza retroalimentación de los exámenes y talleres, también se generan puestas en común de los aprendizajes compartidos en las clases

### **BIBLIOGRAFÍA – BIBLIOGRAPHY**

Ramos García María Ángeles, Colodrón Bestuer Ángel, *Biología y Geología*, Editorial McGraw-Hill Education, Madrid Buenos Aires

## Anexo E. Guía de flexibilización tercera ley de Mendel

	COLEGIO SEMINARIO REDENTORISTA SAN CLEMENTE MARÍA HOFBAUER  GESTIÓN DE AULA CLASSROOM MANAGEMENT	 SC-CER328855	Código	GDDC10-5
			Versión	1
			Página	1 de 2

ÁREA: Ciencias Naturales – Biología

FECHA: \_\_\_/\_\_\_/2021

GRADO: 9º3 II PERIODO

DOCENTE: Andrea Garzón Hernández

APRENDIZAJE: Comprender la función de la reproducción en la conservación de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunas características y se modifican otras.

EVIDENCIA DE APRENDIZAJE: Reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.



### MOTIVACIÓN - WARM – UP

Observa el siguiente vídeo y afianza tus conocimientos sobre las leyes de la Genética Mendeliana

<https://www.youtube.com/watch?v=cVI-86Sic-0>

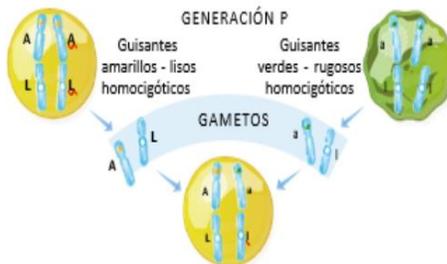


### REFERENTE TEÓRICO – THEORETICAL REFERENCE

#### FICHA # 4 LEYES DE MENDEL

#### C. Tercera ley de Mendel:

independencia y librecombinación de factores hereditarios Mendel investigó si sus conclusiones se cumplían también en la **transmisión de los caracteres hereditarios**. Cruzó plantas de guisantes de líneas puras para dos caracteres de semilla, color y forma. Consideró lo siguiente: P, generación parental: plantas de semilla amarilla y lisa x plantas de semilla verde y rugosa, F<sub>1</sub>, generación filial: obtuvo todas las plantas con semillas amarillas y lisas. Dejó auto-fecundarse la F<sub>1</sub>, resultando las combinaciones indicadas en la F<sub>2</sub> del cuadro. Los alelos de un gen se heredan de forma independiente y se combinan al azar de todas las formas posibles con otros alelos en la descendencia.



1º Generación 100% de guisante híbridos, amarillos - lisos



## Anexo F. Evaluación por competencias, tipo Icfes

	COLEGIO SEMINARIO REDENTORISTA SAN CLEMENTE MARÍA HOFBAUER  GESTIÓN DE AULA CLASSROOM MANAGEMENT	  SC-CER328855	Código	GDDC10-5
			Versión	1
			Página	1 de 3

**ÁREA:** Ciencias Naturales – Biología

**FECHA:** \_\_\_/\_\_\_/2021

**DOCENTE:** Andrea Garzón Hernández

**GRADO:** 9º3

**Evaluación:** Tipo icfes – Genética Mendeliana

**APRENDIZAJE:** Comprender la función de la reproducción en la conservación de las especies y los mecanismos a través de los cuales se heredan algunas características y se modifican otras.

**EVIDENCIA DE APRENDIZAJE:** Reconoce las diferencias y similitudes entre los organismos son el resultado de la interacción de sus características genéticas y el medio al cual está sometido. Aplica los conceptos fundamentales para explicar la herencia.

### INDAGACIÓN

Responde las preguntas 1 y 2 de acuerdo con la siguiente información:

En Una población de cobayos, donde un gen B determina el color de pelaje se observan los siguientes genotipos y fenotipos: BB Blanco y bb negro.

1. Si se realiza un cruce de BB \* bb, la proporción fenotípica correcta en porcentaje sería la siguiente.

- A. 50% blanca, 50% negra.
- B. 75% negra, 25% blanca.
- C. 25% negra, 75% blanca.
- D. 100 blanca.

2. Una empresa de curtiembres necesita pieles en iguales proporciones, tanto negras como blancas. ¿Cuál sería un cruce genotípico apropiado de cobayos para la curtiembre?

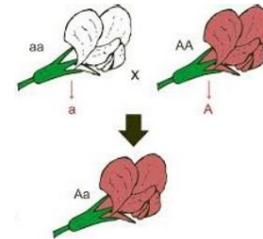
- A. BB \* BB
- B. Bb \* Bb
- C. Bb \* bb
- D. bb \* bb

3. Una mutación es cualquier alteración que ocurre en el material genético de un organismo. Para ocurra debe haber:

- A. alteración en la mitosis.
- B. alteración de ADN
- C. alteración de los gametos
- D. alteración de la célula

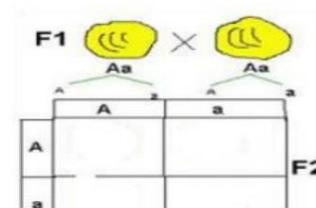
**EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS**

4. los descendientes de esta generación serán todos iguales entre sí, fenotípica y genotípicamente, e iguales fenotípicamente a uno de los progenitores (de genotipo dominante), independientemente de la dirección del cruzamiento. ¿A qué ley de Mendel pertenece esta foto?



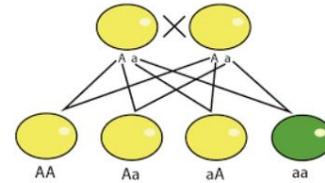
- A. Primera.
- B. Segunda.
- C. Tercera.
- D. No pertenece a ninguna

5. En ésta, se recupera el fenotipo del individuo recesivo ( $aa$ ) de la primera generación. En este sentido, el carácter recesivo permanecerá oculto en una proporción de 1 a 4. ¿Cuál será la proporción de semillas amarillas? (2º ley de Mendel).



- A. 1/4
- B. 2/4
- C. 3/4
- D. No habrá amarillas.

6. Según la imagen la proporción fenotípica de los descendientes son:



- A. 1/4 verdes y 3/4 amarillos
- B. 3/4 verdes y 1/4 amarillos
- C. 2/4 verdes y 2/4 amarillos
- D. Todos amarillos

**USO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

7. Los genes ligados al sexo:

- A. Determinan el sexo de la especie.
- B. Siempre codifican caracteres que sólo se presentan en un sexo.
- C. Se encuentran en los cromosomas sexuales.
- D. Todas las respuestas son correctas.

8. La constitución genética de un individuo se conoce por su:

- A. Cariotipo
- B. Fenotipo
- C. Genotipo
- D. ADN

9. Un individuo tiene dos alelos diferentes de un mismo carácter, se dice que es:

- A. Heterocigótico dominante
- B. Homocigótico dominante
- C. Heterocigótico recesivo
- D. Heterocigótico.

## Anexo G. Análisis evaluación por competencias, tipo Icfes

### EVALUACIÓN GENÉTICA MENDELIANA.

34 respuestas

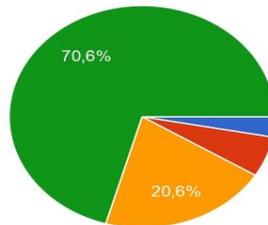
[Publicar datos de análisis](#)

### NOMBRE COMPLETO

34 respuestas

En Una población de cobayos, donde un gen B determina el color de pelaje se observan los siguientes genotipos y fenotipos: BB Blanco y bb negro. Si se realiza un cruce de  $BB \times bb$ , la proporción fenotípica correcta en porcentaje sería la siguiente.

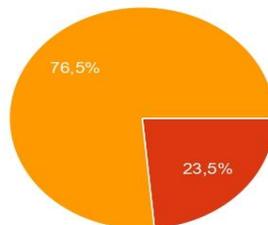
34 respuestas



- 50% blanca, 50% negra.
- 75% negra, 25% blanca.
- 25% negra, 75% blanca.
- 100 blanca.

En Una población de cobayos, donde un gen B determina el color de pelaje se observan los siguientes genotipos y fenotipos: BB Blanco y bb negro. Una empresa de curtiembres necesita pieles en iguales proporciones, tanto negras como blancas. ¿Cuál sería un cruce genotípico apropiado de cobayos para la curtiembre?

34 respuestas



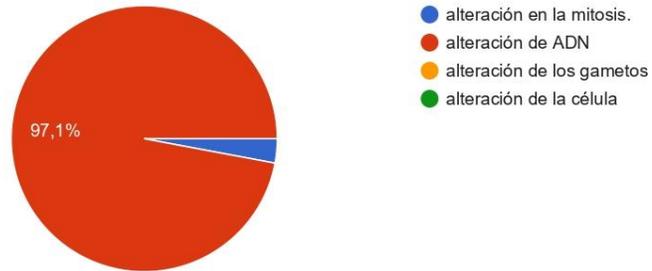
- $BB \times BB$
- $Bb \times Bb$
- $Bb \times bb$
- $bb \times bb$

4/9/2021

EVALUACIÓN GENÉTICA MENDELIANA.

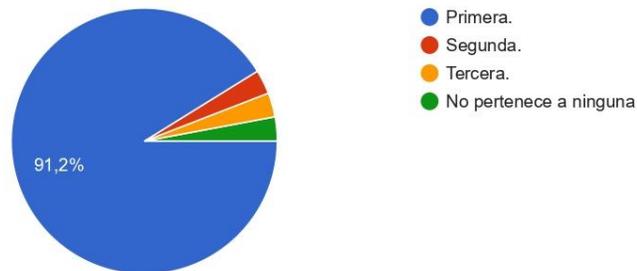
Una mutación es cualquier alteración que ocurre en el material genético de un organismo. Para que ocurra debe haber:

34 respuestas



los descendientes de esta generación serán todos iguales entre sí, fenotípicamente y genotípicamente, e iguales fenotípicamente a uno de los progenitores (de genotipo dominante), independientemente de la dirección del cruzamiento. ¿A qué ley de Mendel pertenece esta foto?

34 respuestas

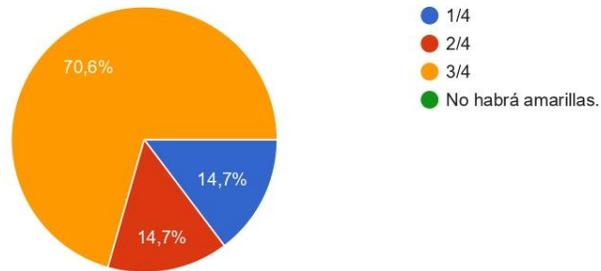


4/9/2021

EVALUACIÓN GENÉTICA MENDELIANA.

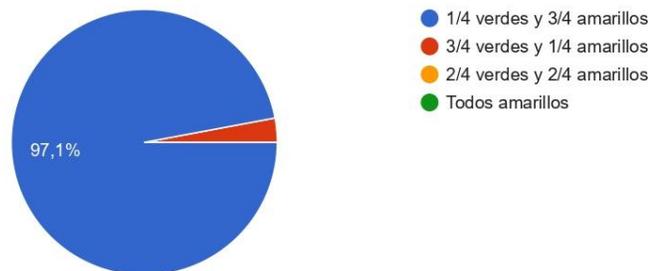
En ésta, se recupera el fenotipo del individuo recesivo (aa) de la primera generación. En este sentido, el carácter recesivo permanecerá oculto en una proporción de 1 a 4. ¿Cuál será la proporción de semillas amarillas? (2º ley de Mendel).

34 respuestas



Según la imagen la proporción fenotípica de los descendientes son:

34 respuestas

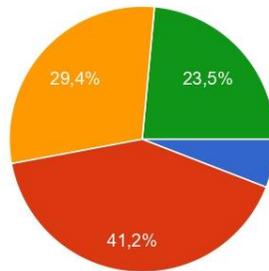


4/9/2021

EVALUACIÓN GENÉTICA MENDELIANA.

## Los genes ligados al sexo:

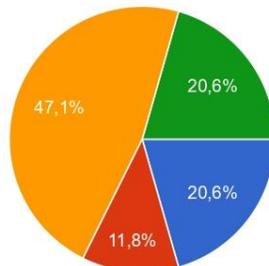
34 respuestas



- Determinan el sexo de la especie.
- Todas las respuestas son correctas
- Se encuentran en los cromosomas sexuales.
- Siempre codifican caracteres que sólo se presentan en un sexo.

## La constitución genética de un individuo se conoce por su:

34 respuestas



- Cariotipo
- Fenotipo
- Genotipo
- ADN

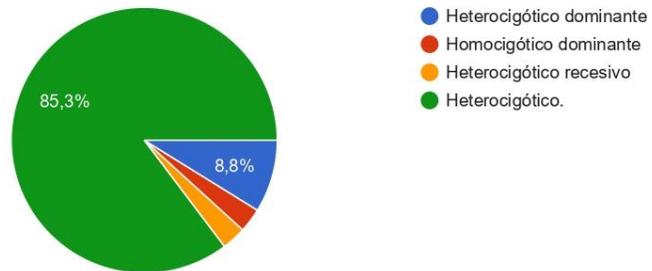


4/9/2021

EVALUACIÓN GENÉTICA MENDELIANA.

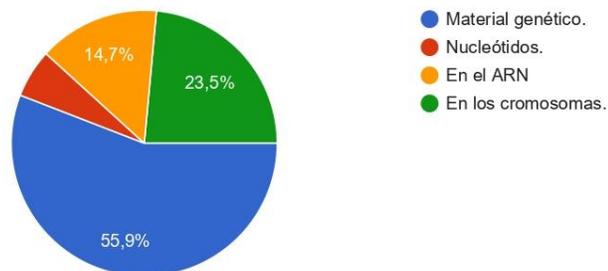
Un individuo tiene dos alelos diferentes de un mismo carácter, se dice que es:

34 respuestas



La información genética está contenida en:

34 respuestas



Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google. [Notificar uso inadecuado](#) - [Términos del Servicio](#) - [Política de Privacidad](#)

## 7. Bibliografía

- Abreu, O., Gallegos, M. C., Jácome, J. G., & Martínez, R. J. (2017). La Didáctica: Epistemología y definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador. *Formación Universitaria*, 10(3), 81–92. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300009>
- Ayuso, G. E., y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 133-157. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3983>
- Booth, T. (2000). *Index for inclusion: developing learning and participation in schools*. CSIE.
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244.
- Carboni, A. (2011). El trastorno por déficit de atención con hiperactividad. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 1(3), 95–131.
- Casanueva, M. & Méndez, D. (2008). Teoría y experimento en Genética Mendeliana: una exposición en imágenes. *Theoria*, 63, 285-306.

- Castrillón, E. y Román, M. (2005). Formación por competencias: una decisión para tomar dentro de posturas encontradas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 16, <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194220418015.pdf>
- Cerebriti. (2021, 8 de noviembre). *Juegos de Ciencias | Juego de Mi genética |*. <https://www.cerebriti.com/juegos-de-ciencias/mi-genetica>
- Díaz Barriga, Á. (1998). La investigación en el campo de la didáctica. Modelo históricos. *Perfiles Educativos*, 80. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13208002>
- Duarte, A. J. (2015). Historia de la histología. *Rev Med Hondur*, 83(Issue 2), 77-81. <http://www.bvs.hn/RMH/pdf/2015/pdf/Vol83-1-2-2015-18.pdf>
- Estévez Estévez, B. & León Guerrero, M. J. (2015). Inclusión educativa del alumnado con TDA/H: estrategias didácticas generales y organizativas de aula. *Revista de Educación Inclusiva*, 8(3), 89-106. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5446540>
- Ferreira González, L., Hennemann, T., & Schlüter, K. (2019). Teachers' Perception of an Integrated Approach to Biology and Emotional Learning. *Journal of Science Education for students with disabilities*, 22(Issue 1), 1-25. <https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1088&context=jsesd>
- Gajardo, G. (2009). Darwin, Genética y Biodiversidad. *Theoria*, 18(Issue 1), 9-17. <https://www.redalyc.org/pdf/299/29911857002.pdf>
- García, F. & Domínguez, M C. (2008). El conocimiento del genoma humano y la sociedad: un conflicto inevitable. *El Hombre y la Máquina*, 31, 24-39. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47803103>

- González Gómez, C., Navarro Soria, I., Grau Company, S., Galipienso Rico, A., & Fernández Carrasco, F. (2017). Estrategias de optimización de alumnado con trastorno por déficit de atención e hiperactividad TDA-H. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología*, 7(1), 85-94. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v7.779>
- Guevara Pardo, G. (2004). ADN: historia de un éxito científico. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 3(Issue 11), 9-40.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41401101>
- Hernández Martínez, M., Pastor Hernández, N., Pastor Durán, X., Boix Lluch, C., Sans Fitó, A. (2017). Calidad de vida en niños con trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad (TDAH). *Pediatría Atención Primaria*, 19(73), 31–39.  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322017000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Illana, J. C. (2014). Biología Molecular y Estructura del ADN. *Anales de Química*, 110(Issue 3), 234-240. [www.rseq.org](http://www.rseq.org)
- Jiménez, J. A., y Agudelo, J. J. (2016). *Los mapas mentales como una estrategia metacognitiva inmersa en la metodología ABP para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de pH*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59162>

- Kimenko, O., y Alvares, J. L. (2009). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategias metacognitivas. *Educación y Educadores*, 12(2), 11–28.  
<https://www.redalyc.org/pdf/834/83412219002.pdf>
- López Juan. (2020). *Modelos pedagógicos contemporáneos*. En A. Ortiz Ocaña. *Modelos pedagógicos y teorías del aprendizaje* (pp. 50-81). Ediciones de la U.
- Mardarás, M., Corbacho, V. V., Galotti, L. D. Y Maggi, A G. (2012). *Del Gen a la Proteína*. Ministerio de Educación.
- Marroquín, M., Trejo, H., Guerrero, L. A. y Valerde, O. (2016). *Modelo Pedagógico Universidad Mariana*. Colección Institucional Modelo Pedagógico. Unimar.
- Mgallardo, E. (2006). *Manual de recursos de la OMS sobre salud mental, derechos humanos y legislación: Sí a la atención, no a la exclusión*. Organización Mundial de la Salud.
- Mestre Gómez, U., Fuentes González, H. y Álvarez Valiente, I. (2004). Didáctica como ciencia: una necesidad de la educación superior en nuestros tiempos. *Praxis Educativa*, 8, 18–23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=153126089003>
- Millán, M. J. (2012). *Propuesta de metodología docente para alumnos con TDAH*. [Tesis de grado, Universidad Internacional de La Rioja].
- Ministerio de Salud. (2017). Boletín de salud mental: Salud mental en niños, niñas y adolescentes.
- Mojica Mejía. (2016). *Propuesta didáctica para la enseñanza de la genética mendeliana centrada en el aprendizaje basado en problemas es grado noveno a través de un ambiente virtual de aprendizaje*. [Tesis de grado, Universidad Pedagógica Nacional].

- Monarca, H. (2018). *Calidad de la Educación en Iberoamérica*. Dykinson.
- Monsanto, R. (2009). *Uso de mapas mentales en la construcción de un concepto actualizado de ciencia*. *Revista de Investigación*, 66, 95-118.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140381005>
- Muñoz Gonzales, J. M., Ontoria Peña, A., & Molina Rubio, A. (2011). El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3[6], 343-361. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281021734006>
- Muñoz, J. M., Sampedro, B., y Marín, V. (2014). Los mapas mentales, una técnica para potenciar las relaciones interpersonales. *Técnicas Pedagógicas*, 24, 401-414  
<https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/2114>
- Nilo Rodríguez, H. (2007). Fundamento teórico de los Mapas Conceptuales. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1(2).  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193915938003>
- Núñez Lira, L. A., Novoa Castillo, P. F., Majo Marrufo, H. R., & Salvatierra Melgar, A. (2019). Los mapas mentales como estrategia en el desarrollo de la inteligencia exitosa en estudiantes de secundaria. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 59.  
<https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.263>
- Ochoa, A., y Ochoa Cervantes, A. (2019). El tipo de participación que promueve la escuela, una limitante para la inclusión. *Alteridad*, 14(2), 184–194.  
<https://doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.03>

- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Manual de Recursos de la OMS sobre Salud Mental, Derechos Humanos y Legislación. Sí a la atención, no a la exclusión*. OMS.
- Ortega Torres, M. J., Torres Romero, J. C. y Ángel Osorio, J. (2018). *Fundamentos de citogenética humana y animal*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD.
- Pellegrini, P. A. (2013). Anomalies in the early stages of plant transgenesis: Interests and interpretations surrounding the first transgenic plants. *Historia, Ciencias, Saude - Manguinhos*, 20(4), 1453–1471. <https://doi.org/10.1590/S0104-59702013000500002>
- Ramberg, J., & Watkins, A. (2020). Exploring inclusive education across Europe: some insights from the European agency statistics on inclusive education. *FIRE: Forum for International Research in Education*, 6(1), 85-101. <https://doi.org/10.32865/fire202061172>
- Roig Zamora, J. y Araya Ramírez, J. (2013). El uso del mapa mental como herramienta didáctica en los procesos de investigación. *Revista de Ciencias de la Información*, 3(2), 1–22. <http://revistaebci.ucr.ac.cr/>
- Salomon, F. (3 de junio de 2016). *Cómo hacer mapas mentales* [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=OBYXSpZGVog&t=22s>
- Soutullo Esperón, C. y Díez Suárez, A. (2007). *Manual de diagnóstico y tratamiento del TDAH*. Ed. Médica Panamericana
- Think the Planet. (2021, 8 de noviembre). *Las Leyes de Mendel en 8 minutos* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cVI-86Sic-0>