



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Ingeniería didáctica como estrategia, para mejorar el nivel de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico en genética

Sandra Liliana González Chica

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

2016

Ingeniería didáctica como estrategia, para mejorar el nivel de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico en genética

Sandra Liliana González Chica

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Profesor Héctor Jairo Osorio Zuluaga

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2016

Dedicatoria

A mi hijo
Emmanuel Cañas González por su amor
incondicional.

Agradecimientos

Al profesor Héctor Jairo Osorio Zuluaga por su esmero, disposición, carisma y orientaciones en la realización de éste trabajo.

Al profesor Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez, por ser un ejemplo a seguir como docente y por mostrar el norte que este trabajo necesitaba.

A los docentes de la Maestría y a mis compañeros, especialmente los docentes del colegio Labouré, con quienes se estableció un buen equipo de trabajo.

A mi familia, por su apoyo y acompañamiento incondicional, en especial a Shirley Guiomar Buitrago González quien realizó importantes contribuciones desde el punto de vista gráfico.

Al Magister, Wilson Fabio Valencia Aguirre, por el tiempo dedicado para acompañarme en este proceso de estructuración del trabajo final.

A la Rectora de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, la Magister, Nancy Osorio Quintero por permitir y apoyar el estudio llevado a cabo en la institución.

A los estudiantes del grado noveno que participaron activamente de todas las actividades planteadas y son la razón de ser de nuestra labor educativa.

Resumen

El objetivo principal del trabajo final de maestría, es mejorar el nivel de la competencia *uso comprensivo del conocimiento científico*, a través de la ingeniería didáctica como estrategia metodológica, la cual se divide en 4 fases: análisis (preliminar, a priori, experimentación y a posteriori); durante la experimentación, se implementaron tres secuencias didácticas que utilizaron principalmente las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación), como herramienta didáctica.

Este trabajo tiene un enfoque cuantitativo, basado en la confrontación de los resultados entre el análisis a priori, y a posteriori; para ello, se diseñó un test de 15 preguntas de selección múltiple con única respuesta sobre: características de los ácidos nucleicos, síntesis de proteínas y leyes de Mendel, el cual se aplicó antes y después de implementar la estrategia didáctica, a 39 estudiantes de grado noveno, de la Institución Educativa Francisco José de Caldas; en un principio, permitió diagnosticar el estado de la competencia y después, se evaluaron los resultados de la implementación de la estrategia metodológica, a través de los cambios que se observan en las respuestas de los estudiantes. Los resultados, lograron demostrar la efectividad de la ingeniería didáctica como estrategia metodológica al elevarse considerablemente el desempeño de los estudiantes, medible por el porcentaje de acierto en las respuestas y los procesos de argumentación, mejoramiento en el uso de los conceptos y la efectividad en la solución de problemas, observables en los estudiantes durante la evaluación de cada una de las actividades de las secuencias didácticas.

Palabras clave: Ingeniería didáctica, secuencia didáctica, ácidos nucleicos, síntesis de proteínas, leyes de Mendel, uso comprensivo del conocimiento científico.

Abstract

Didactic engineering as strategic to improve the level of competence, comprehensive use of scientific knowledge in genetic

The main objective of the final master's work is to improve the level of competence comprehensive use of scientific knowledge, through didactic engineering as a methodological strategy, which is divided into 4 phases: analysis (preliminary, a priori, experimentation and posteriori); during the experimentation, three didactic sequences were implemented that mainly used the TIC (Information and communication technologies), as didactic tool

This work has a quantitative approach, based on the confrontation of the results between a priori analysis, and a posteriori; for this, a test of 15 multiple-choice questions was designed with a unique response on: nucleic acid characteristics, protein synthesis and Mendel's laws, which was applied before and after implementing the didactic strategy, to 39 students of ninth school grade, of the Educational Institution Francisco José de Caldas; at first, allowed to diagnose the state of the competence and then, the results of the implementation of the methodological strategy were evaluated, through the changes that are observed in the students' responses. The results were able to demonstrate the effectiveness of didactic engineering as a methodological strategy when it increased considerably student performance, measurable by the percentage of success in the answers and the processes of argumentation, improvement in the use of concepts and effectiveness in the solution of problems, observable in the students during the evaluation of each one of the activities of didactic sequences.

Keywords: Didactic engineering, didactic sequence, nucleic acids, protein synthesis, Mendel's laws, comprehensive use of scientific knowledge.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Lista de figuras	XIII
Lista de esquemas	XIV
Lista de tablas	XV
Lista de gráficos	XVI
Introducción	16
1. Planteamiento de la Propuesta	19
1.1 Planteamiento del problema	19
1.2 Justificación.....	23
1.3 Objetivos	24
1.3.1 Objetivo general	24
1.3.2 Objetivos específicos.....	24
2. Ingeniería Didáctica	25
3. Metodología	28
3.1 Contexto	28
3.2 Enfoque	29
3.3 Diseño	30
3.4 Fases.....	30
3.4.1 Fase preliminar:.....	30
3.4.1.1 Análisis epistemológico:	31
3.4.1.2 Análisis cognitivo:	43
3.4.1.3 análisis didáctico:	45
3.4.2 Fase de concepción y análisis a priori:	47
3.4.3 Fase de experimentación:	50
3.4.4 Fase de análisis a posteriori:	58
3.4.4.1 Estructura de los ácidos nucleicos.....	58
3.4.4.2 Síntesis de proteínas	64
3.4.4.3 Leyes de mendel	69
Conclusiones y Recomendaciones	75

XII Ingeniería didáctica como estrategia, para mejorar el nivel de la competencia,
uso comprensivo del conocimiento científico en genética

1.4	Conclusiones	75
1.5	Recomendaciones	77
Bibliografía		79
Anexo A: Secuencia didáctica estructura de los ácidos nucleicos.....		87
Anexo B: Secuencia didáctica síntesis de proteínas		98
Anexo C: secuencia didáctica leyes de Mendel.....		105
Anexo D: Autorización para el uso de preguntas		117

Lista de figuras

	Pág.
Figura 3- 1: Ubicación de las sedes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas	28
Figura 3- 2: Dibujo de Odile Speed Crick, esposa de Francis Crick.....	34
Figura 3- 3: Carta enviada por Francis Crick a su hijo Michael	34
Figura 3- 4: Experimento de pulso y caza con precursores radiactivos.	36
Figura 3- 5: Proceso de maduración del ARNm.....	39
Figura 3- 6: Etapas de la transcripción	39
Figura 3- 7: Caracteres observados por Mendel en <i>Pisum sativum</i>	40
Figura 3- 8: Ley de la Uniformidad y ley de la segregación	42
Figura 3- 9: Ley de la herencia independiente de los caracteres	42

Lista de esquemas

	Pág.
Esquema 2- 1: Mapa conceptual fases de la ingeniería didáctica	26
Esquema 3- 2: Propuesta inicial de Crick 1970 dogma central de la biología molecular.	37
Esquema 3- 3: Modificaciones posteriores al dogma central de la biología molecular....	38

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Estándar y desempeños en genética grado noveno componente entorno vivo	21
Tabla 1- 2: Derechos básicos de aprendizaje para el grado noveno en genética.....	21
Tabla 3- 3: Evolución de los conceptos en genética	31
Tabla 3- 4: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y posttest por pregunta, en la temática ácidos nucleicos.	62
Tabla 3- 5: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y posttest por pregunta, en la temática síntesis de proteínas.	67
Tabla 3- 6: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y posttest por pregunta, en la temática Leyes de Mendel	73

Gráfica 3- 11: Pregunta 11, primera Ley de Mendel, resultados pretest y postest	69
Gráfica 3- 12: Pregunta 12, segunda Ley de Mendel, resultados pretest y postest.....	70
Gráfica 3- 13: Pregunta 13, primera y segunda Ley de Mendel, resultados pretest y postest	71
Gráfica 3- 14: Pregunta 14, tercera Ley de Mendel, resultados pretest y postest	71
Gráfica 3- 15: Pregunta 15 tercera Ley de Mendel, resultados pretest y postest	72

Introducción

Nos enfrentamos a un mundo cambiante, cada vez más globalizado en el que se debe repensar el modelo de enseñanza y aprendizaje, los jóvenes de ahora requieren de una educación mucho más activa, que les ayude a formarse en competencias y habilidades para poderse desempeñar mejor en la sociedad, los adelantos científicos y tecnológicos día a día son publicados, por lo tanto el uso comprensivo de éste conocimiento científico, comienza a ser una necesidad.

El concepto de ingeniería didáctica surge cuando el docente realiza una labor comparable a la de un ingeniero, quien, para poner en práctica una metodología determinada, se basa en los conocimientos científicos de su dominio, en este caso la didáctica y las bases conceptuales de su área de formación y acepta someterse a un control de tipo científico, el objetivo de ésta estrategia, es conseguir la trasposición didáctica, que consiste en que un conocimiento específico, sea asimilado por los educandos de manera significativa.

El presente trabajo reviste una gran importancia ya que permitió demostrar que la ingeniería didáctica, muy utilizada en el campo de las matemáticas, también resulta ser muy efectiva cuando se siguen sus pasos y se pone a prueba en otras áreas del conocimiento en este caso, en las ciencias naturales. Se escogió para evaluar ésta estrategia, un grupo de 39 estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, de Santa Rosa de Cabal, cuyas edades están entre los 14 y 15 años, pertenecientes en su mayoría a estratos 1 y 2.

La ingeniería didáctica, contempla una serie de fases, que comienzan con el análisis preliminar, que consistió en aquella etapa de exploración sobre las dificultades y obstáculos en la enseñanza de la genética, en la que diferentes investigaciones revelan que es una temática de difícil comprensión por el estudiantado, seguido por la exploración de las ideas previas, ya que se trata de un proceso constructivista y también se hace

necesario analizar la evolución de los conceptos en esta área, para así, organizar de una forma lógica, la secuencia de enseñanza, además el docente debe tener una excelente fundamentación teórica para organizar la información, que luego será asimilada por el estudiante.

Dentro del análisis a priori, se decidió que el principal objetivo a conseguir, sería mejorar el nivel de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en genética a través de secuencias didácticas que involucran el uso de las TIC como herramienta. La variable a considerar, uso comprensivo del conocimiento científico, puede evaluarse mediante la observación de regularidades, en las respuestas de los estudiantes: Repetición, generalización y adaptación.

En el proceso de experimentación, se ejecutaron una serie de actividades organizadas en 3 secuencias didácticas de acuerdo con las temáticas centrales en la genética que son: Las características de los ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas y las leyes de Mendel, cada actividad contiene objetivos, tiempo estimado, recursos didácticos, que son socializados previamente con los estudiantes, la producción y evaluación brindan evidencias de la evolución del proceso y permiten una reflexión continua.

La inclusión de las TIC, en el planteamiento de las actividades ejecutadas coayudó a desarrollar en los jóvenes, algunas destrezas y competencias para la vida, no solo para potenciar el aprendizaje de las temáticas propuestas, si no, que les ofrece herramientas para que sean competentes, en cuanto al manejo y búsqueda de información, en la utilización de diferentes programas y en la comunicación y argumentación desde un punto de vista metacognitivo, donde el estudiante no solo piensa y reflexiona sobre sus aprendizajes, si no, que busca cómo comunicar a los demás lo aprendido.

Finalmente se realizó el análisis a posteriori a través del cual se evalúa la estrategia, mediante la comparación de los resultados del pretest y el posttest presentados por los estudiantes, con preguntas de selección múltiple con única respuesta (tipo I); las cuales se desarrollan en torno a una idea o un problema y constan de un enunciado y cuatro opciones de respuesta; enfocadas en la evaluación de la competencia y relacionadas con los contenidos en genética; éstas preguntas normalmente son utilizadas en las pruebas

nacionales estatales (saber noveno) e internacionales (PISA), para medir el desempeño de los jóvenes con edades, alrededor de los 15 años.

El presente proyecto reviste gran importancia, ya que evidencia los excelentes resultados que trae consigo la aplicación de ésta metodología, siempre y cuando se tengan en cuenta: los diferentes ritmos de aprendizaje, el planteamiento de actividades atractivas para los jóvenes, la elaboración y aplicación del contrato didáctico, que consiste en el establecimiento de acuerdos bilaterales, estudiante – docente y viceversa, además de los objetivos y aprendizajes que se buscan en el aula.

1. Planteamiento de la Propuesta

1.1 Planteamiento del problema

Los estudiantes colombianos son sometidos a diferentes tipos de pruebas; Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), de carácter internacional y pruebas saber realizadas a nivel nacional, cuyo objetivo es medir una serie de competencias básicas. Las pruebas PISA cuyo énfasis en el 2015 se realizó en el área de ciencias, arrojó el siguiente resultado: El rendimiento medio para los países pertenecientes a la OCDE fue de 493, Colombia obtuvo 416 puntos, siendo inferiores estos resultados a los de Chile con 447 y Uruguay 435. (PISA, 2015).

Gurría A (2015), Secretario General de la OCDE, en el informe sobre los resultados de las pruebas PISA, afirma:

En el contexto actual de enormes flujos de información y cambios rápidos, todo el mundo necesita ser capaz de «pensar como un científico» para sopesar datos y llegar a conclusiones válidas; o de entender que la «verdad» científica puede ir cambiando con el tiempo, conforme se realizan nuevos descubrimientos y los humanos desarrollamos una mayor comprensión de las leyes naturales y de las posibilidades y los límites de la tecnología. (PISA, 2015).

Aunque los estudiantes colombianos, mostraron un incremento de 26 puntos, con respecto al resultado del 2006, sigue estando por debajo del promedio. Este resultado muestra que la educación en ciencias requiere de grandes cambios en sus metodologías de enseñanza y aprendizaje, para que los jóvenes, logren los estándares que se esperan de ellos, a nivel internacional y también obtengan a través de la educación, habilidades relacionadas con el manejo del conocimiento científico en su vida cotidiana.

A nivel nacional es el ICFES, el responsable de realizar este diagnóstico a los estudiantes mediante las pruebas saber. En el área de Ciencias Naturales; se evalúan 3 competencias básicas que son: Indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo del conocimiento científico, esta última es de vital importancia para desarrollar las demás y presenta un porcentaje significativo de las preguntas que los estudiantes deben responder en dichas pruebas, además ésta competencia está íntimamente relacionada con la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas (MEN, 2014).

Nos centraremos en los resultados del grado noveno ya que son jóvenes cuyas edades están entre los 13 y 17 años, siendo la gran mayoría de 15 años; por lo tanto se puede realizar la comparación entre las pruebas nacionales e internacionales.

Hay que resaltar que la prueba saber de grado noveno en ciencias naturales, no se realiza en forma anual, por lo cual la Institución Educativa Francisco José de Caldas, solo tiene reporte de los resultados de los estudiantes de este nivel, en el año 2009 y el 2014; durante los cuales se han ubicado en su mayoría en los niveles mínimo y satisfactorio, según la base de datos del ICFES (<http://www2.icfesinteractivo.gov.co/>), esto indica que a nivel institucional se requiere una transformación en las prácticas de aula, la búsqueda y apropiación de nuevas metodologías y herramientas que conduzcan a la mayoría de estudiantes al nivel avanzado, y sobre todo, que los lleve, más que aprender de memoria teorías científicas, a participar en la sociedad cambiante en cuanto a sus avances científicos y tecnológicos, esto influirá en su vida de manera significativa, de allí radica la importancia del desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico.

Los estudiantes al finalizar el grado noveno, deben haber cumplido en el componente entorno vivo, un estándar básico de competencias, observable mediante algunos desempeños como se muestra en la tabla 1- 1.

Tabla 1-1: Estándar y desempeños en genética grado noveno componente entorno vivo.

Estándar	Desempeños	Temas
Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.	Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.	Estructura del ADN y el ARN Síntesis de Proteínas Leyes de Mendel

Tabla de elaboración propia a partir de estándares básicos de competencias, en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas MEN, (2006)

A finales del 2016 el Ministerio de Educación Nacional (MEN), publicó el documento Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en ciencias naturales, que complementan y guardan coherencia con los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias, explicitando los aprendizajes estructurales para el grado noveno; como se puede observar en la tabla 1- 2, son de gran importancia, los contenidos relacionados con la genética para evaluar las diferentes competencias del área de ciencias naturales.

Tabla 1- 2: Derechos básicos de aprendizaje para el grado noveno en genética.

APRENDIZAJES	EVIDENCIAS
Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.	Predice mediante la aplicación de diferentes mecanismos (probabilidades o punnet) las proporciones de las características heredadas por algunos organismos. Explica la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia. Diseña experiencias que puedan demostrar cada una de las leyes de Mendel y los resultados numéricos obtenidos.
Explica la forma como se expresa la información genética contenida en el ADN, relacionando su expresión con los fenotipos de los organismos y reconoce su capacidad de modificación a lo largo del tiempo (por mutaciones y otros cambios), como un factor determinante en la generación de diversidad del planeta y en la evolución de las especies.	Interpreta a partir de modelos la estructura del ADN y la forma como se expresa en los organismos, representando los pasos del proceso de traducción (es decir, de la síntesis de proteínas). Relaciona la producción de proteínas en el organismo con algunas características fenotípicas para explicar la relación entre genotipo y fenotipo. Explica los principales mecanismos de cambio en el ADN (mutación y otros) identificando variaciones en la estructura de las proteínas que dan lugar a cambios en el fenotipo de los organismos y la diversidad en las poblaciones.

Tabla de elaboración propia a partir de los derechos básicos de aprendizaje, MEN, (2016)

Teniendo en cuenta que muchos adelantos en la ciencia, se han logrado a partir de los conocimientos que se tienen sobre genética, rama de la biología que ha conducido a potenciales desarrollos a nivel tecnológico y científico, se ha tomado esta temática, pero debido a lo amplio de este conocimiento se desarrollarán como ejes las características de los ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas y las leyes de Mendel, ya que, no solo, se encuentran en los estándares básicos de competencias, y los derechos básicos de aprendizaje, sino, que ayudarán al estudiante a comprender muchos temas de actualidad relacionados con los avances de la ciencia.

En vista de que las dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje revisten gran complejidad, es necesario seguir un proceso riguroso de recolección de información, no solo frente al componente epistemológico, sino también contextual, que conduzcan a superar los diferentes obstáculos; la ingeniería didáctica, presenta características que traen ventajas a la hora de buscar aprendizajes significativos en los estudiantes, por este argumento y los anteriormente presentados, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿La ingeniería didáctica es una estrategia metodológica apropiada, para que los estudiantes, mejoren sus niveles, en la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en genética?

1.2 Justificación

La formación en ciencias es indispensable, para que el ser humano, pueda entender los fenómenos que ocurren a diario, la importancia del avance científico y tecnológico sobre todo en genética, nos hace ciudadanos conscientes de las transformaciones que sufre nuestro mundo; como docentes debemos buscar que los jóvenes de hoy estén preparados, no, para que repitan de memoria los términos técnicos ni sus definiciones, sino que los comprendan y apliquen en la resolución de problemas, teniendo en cuenta que para el manejo adecuado, de la mayoría de conceptos en ciencias, se deben entender los principios científicos de los cuales se originan, y así se pueda lograr su respectivo aprendizaje significativo.

La estrategia metodológica para la ejecución del trabajo final de maestría y el correspondiente logro de los objetivos propuestos, es la ingeniería didáctica, la cual surge del encuentro entre las situaciones didácticas de Brousseau, (1986) y la transposición didáctica de Chevallard (1982), con el fin de consolidar una metodología de investigación específica, en la didáctica de las matemáticas.

Representa un desafío innovador aplicar la ingeniería didáctica, en ciencias naturales, este proceso permite realizar mayor observación en el aula destacando el análisis y registro de las secuencias de enseñanza y aprendizaje, basados en la confrontación entre el estado inicial de competencia, obtenido a través de un diagnóstico, en el análisis a priori y los respectivos resultados después de la aplicación de la estrategia metodológica, lo que corresponde al análisis a posteriori.

El trabajo apunta a formar en los estudiantes del grado noveno la capacidad de argumentar, relacionar conceptos, solucionar problemas y saber seleccionar de una serie de opciones, la mejor explicación, frente a una problemática o cuestión en particular, utilizando como base las teorías científicas que giran alrededor de las temáticas ácidos nucleicos, síntesis de proteínas y leyes de Mendel porque éstas, fueron las bases para el desarrollo de la genética como ciencia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Mejorar el nivel de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico en genética, a través de la ingeniería didáctica como estrategia metodológica y el uso de las TIC como herramienta didáctica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el estado de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico, en estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Francisco José de Caldas.
- Llevar a cabo los pasos contemplados por la ingeniería didáctica, para el desarrollo de temas en genética, cuyo proceso de experimentación se realizará mediante el uso de las TIC.
- Evaluar el nivel de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico en genética, durante y después de la implementación de la estrategia metodológica, en estudiantes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas.

2. Ingeniería Didáctica

Este concepto surgió en la didáctica de las matemáticas a comienzos de los años ochenta. Se denominó con este término a una labor equiparable con el trabajo del ingeniero quien, para realizar un proyecto determinado, se basa en los conocimientos científicos de su dominio y acepta someterse a un control de tipo científico (Artigue, et al 1995).

La importancia de ésta metodología se evidencia con los trabajos sobre la didáctica de las matemáticas hechos a partir de la década de los ochenta por Ive Chevallard, con la transposición didáctica, Régine Douady y Guy Brousseau sobre las situaciones didácticas. Algunas reflexiones sobre la ingeniería didáctica manifestadas por los autores se presentan a continuación:

“Definir el problema de la ingeniería didáctica es definir, en su relación con el desarrollo actual y el porvenir de la didáctica de las matemáticas, el problema de la acción y de los medios para la acción, sobre el sistema de enseñanza” (Chevallard, 1982).

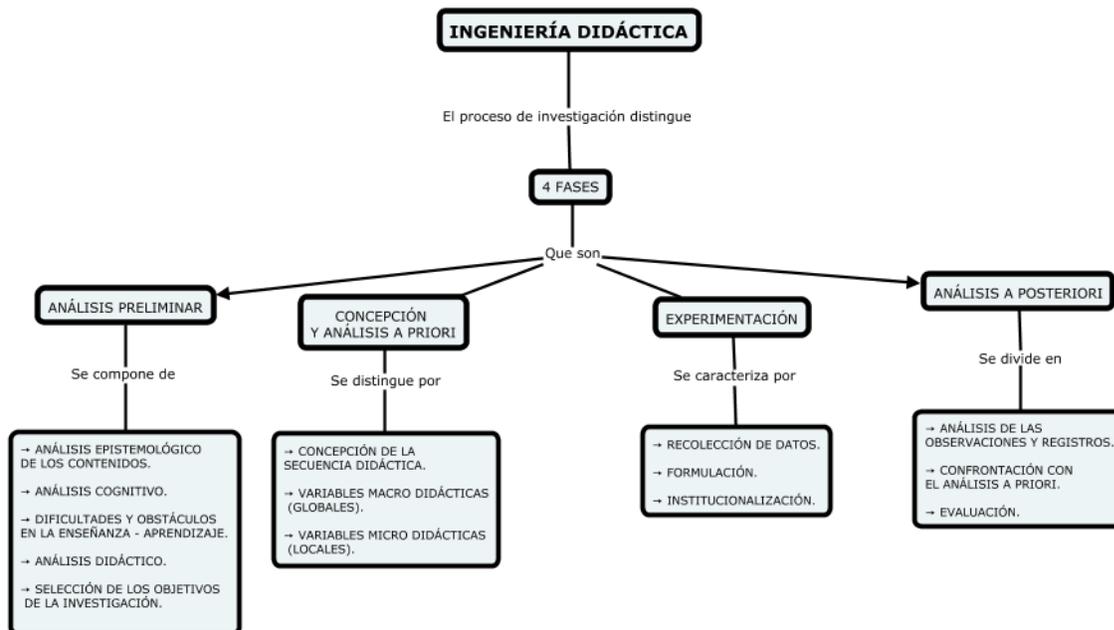
Douady, en su conferencia “La ingeniería didáctica y la evolución de su relación con el conocimiento”, expone, que el término ingeniería didáctica designa un conjunto de secuencias de clase concebidas, organizadas y articuladas en el tiempo de manera coherente por un *profesor-ingeniero*, con el fin de realizar un proyecto de aprendizaje para una población determinada de alumnos (Douady, 1995).

Brousseau (1986) explica que la institucionalización, cae bajo la responsabilidad del maestro y la función de este proceso, es la de establecer y dar un estatus oficial al conocimiento referido en una actividad didáctica; particularmente "...define las relaciones que pueden tener los comportamientos o las producciones 'libres' del alumno con el saber cultural o científico y con el proyecto didáctico: da una lectura de esas actividades y les da un estatuto" (Brousseau, 1986) citado por Castañeda y colaboradores (2012). En otras

palabras, es el maestro quien debe descubrir cómo fue el proceso que llevó a la solución de un problema y a la obtención de un nuevo conocimiento, el estudiante no es consciente de ello.

Aunque esta metodología surgió en el ámbito de la didáctica de las matemáticas y como necesidad de que las investigaciones educativas fueran significativas para la enseñanza y el aprendizaje, puede extenderse a otras áreas, Delia Lerner (2001) ha realizado consideraciones para el caso de la didáctica de la lengua. En el presente trabajo se pone a prueba la ingeniería didáctica, en el área de las ciencias naturales, debido a que presenta un esquema organizado frente a la metodología de estudio, es riguroso en la recolección de los datos y además permite realizar una reflexión continua durante la implementación de la estrategia didáctica, tiene en cuenta cómo ha evolucionado históricamente no solo la temática que se abordará si no también su didáctica, obstáculos o fortalezas para su enseñanza, el esquema 2.1 resume la teoría de Michel Artigue, sobre las fases de la ingeniería didáctica.

Esquema 2- 1: Mapa conceptual fases de la ingeniería didáctica



Adaptado de la teoría de Michel Artigue 1995. Elaboración propia

Aunque la ingeniería didáctica contempla el componente macro estructural, que analiza los requerimientos curriculares y didácticos básicos como por ejemplo, requerimientos comunicativos, epistemológicos, cognitivos y socioculturales (Calderón y León 2001) y el componente micro estructural se refiere a la fase de experimentación, la interacción del conocimiento con los interlocutores del aula, como lo afirma (Calderón 2005), el trabajo no será dividido en estos dos niveles, si no, en las 4 fases que están contempladas por la estrategia metodológica.

El proceso de la ingeniería didáctica, no pretende crear recetas para la enseñanza de un determinado contenido, si no, por el contrario que el docente a partir de su contexto y el análisis de los obstáculos que se les han presentado a otros docentes, expuestos en investigaciones frente a la enseñanza de los contenidos, ofrezcan una luz, que permita hacer más ágiles los procedimientos en el aula, para que se logren aprendizajes más significativos y los estudiantes comprendan los conceptos.

En las matemáticas que es de donde surge ésta metodología, es necesario el desarrollo de la lógica, la argumentación, la ejecución de tareas, la resolución de problemas; pero éstas son habilidades fundamentales que no solo se requieren en ésta área, en las ciencias naturales también son indispensables para lograr la comprensión de los contenidos, además se busca que los estudiantes sean competentes en cuanto al dominio del conocimiento científico.

En el siguiente capítulo, que comprende la metodología, se describirán las 4 fases ejecutadas de la ingeniería didáctica, y los hallazgos en cada uno de los componentes contemplados por cada una de ellas.

3. Metodología

3.1 Contexto

El trabajo fue desarrollado en la Institución Educativa Francisco José de Caldas, la cual brinda educación a la población desde febrero de 1947, según acuerdo No. 71 de diciembre de 1946, con licencia de funcionamiento del DANE No. 166682001279 alcanzando hoy una tradición de 69 años, mediante resolución No.2463 del 14 de noviembre de 2002, emitida por la Secretaría de Educación y Cultura Departamental, se constituye el colegio completo, con 4 sedes, Simón Bolívar, Atanasio Girardot, San Luis Gonzaga que ofrece educación básica primaria y la cede centro Francisco José de Caldas básica secundaria, media técnica, y académica, la figura 3- 1, muestra la ubicación de cada una de las sedes en el municipio.

Figura 3- 1: Ubicación de las sedes de la institución Educativa Francisco José de Caldas



Construcción propia a partir de Google maps

La Institución Educativa, se encuentra ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal, departamento de Risaralda. La ciudad de las Araucarias como es conocida, tiene una superficie de 564 Km² y está localizada en la zona Andina colombiana.

La sede Centro, se halla localizada en la carrera 12 con calle 7 esquina, zona urbana; es oficial, las labores se desempeñan en la jornada de la mañana, calendario A, es de carácter mixto y atiende a estudiantes en su mayoría pertenecientes a los estratos 1 y 2. El trabajo final de Maestría, se desarrolló dentro del área de ciencias naturales, en la clase de biología, que tiene una intensidad de 3 horas semanales, con 39 estudiantes del grado noveno, conformado por 10 mujeres y 29 hombres, que tienen edades entre los 13 y 17 años, siendo 15 la edad predominante.

3.2 Enfoque

El enfoque del trabajo es cuantitativo, se caracteriza por... “la recolección de datos para contestar preguntas de investigación, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (Sampieri, et al 2003), aunque no presenta un manejo extenso de la estadística, se empleó la tabulación y análisis de los resultados pretest versus posttest, utilizando las mismas preguntas, tipo pruebas saber; selección múltiple con única respuesta.

Las preguntas ya se encuentran validadas, algunas fueron tomadas del material elaborado por Helmer Pardo y cuentan con autorización de uso por la empresa, como consta en el anexo D y las demás se extrajeron de la plataforma Galyleo usada por el Ministerio de Educación para el concurso supérate con el saber, con ellas se evalúa, la efectividad de la ingeniería didáctica como estrategia metodológica, enfocada a mejorar la competencia uso comprensivo del conocimiento científico que fue la variable a observar.

El test consiste en 15 preguntas presentadas en un formulario de google drive, las cuales fueron contestadas por los estudiantes on line, aprovechando el punto vive digital existente en las instalaciones del colegio, esta herramienta, facilita la sistematización de la información al crearse unas tablas de Excel con las respuestas dadas por los estudiantes.

3.3 Diseño

Parafraseando lo indicado por (Artigue, 1995). La ingeniería didáctica, presenta una validación interna, que se basa en la confrontación entre el análisis a priori y a posteriori, no requiere de la comparación entre los resultados de un grupo experimental y uno control, si no, que se basa en el avance del mismo grupo de estudiantes, durante y después, de la aplicación de la estrategia metodológica, por esta razón se tomó el grado noveno cuatro de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, la escogencia del grupo obedeció a la asignación horaria, (tres horas de clase de biología), ya que se contaba con un bloque de 2 horas efectivas de clase, más otra hora, distribuidas a lo largo de la semana, lo que favorecía la realización de las actividades contempladas en las secuencias didácticas.

Para el presente trabajo se decidió tomar como eje principal la genética ya que éste ha sido el pilar de los principales avances en la biología, es una temática de difícil comprensión por los estudiantes, además está definido en los estándares básicos de competencias para el grado noveno y en los derechos básicos de aprendizaje. (Stewart y Kirk, 1990; Garvin y Stefani, 1993) resaltan que la genética es uno de los temas más tratados en la didáctica de la biología debido a su importancia ya que es un área de rápida expansión con importantes implicaciones económicas, éticas y sociales en general.

3.4 Fases

El proceso de la ingeniería didáctica distingue cuatro fases (Artigue y colaboradores 1995), preliminar, concepción y análisis a priori, experimentación y análisis a posteriori, las cuales se exponen a continuación.

3.4.1 Fase preliminar:

Busca profundizar sobre el análisis epistemológico de los contenidos contemplados en la enseñanza; el análisis de la enseñanza tradicional y sus efectos, el análisis de las concepciones, las dificultades y los obstáculos que determinan su evaluación y finalmente las restricciones donde se va a situar la acción didáctica (Michael Artigue 1995).

Brousseau, (1986), propone realizar un “estudio epistemológico” del concepto, además de sus condiciones históricas, culturales y el análisis didáctico de cómo ha sido su enseñanza, lo cual es muy importante para que el docente pueda realizar la trasposición de éste conocimiento y pueda acercarlo de una forma más fácil a los estudiantes por medio de la ejecución de las actividades encaminadas a lograr el aprendizaje de los educandos.

3.4.1.1 Análisis epistemológico:

Para iniciar la preparación de la enseñanza de cualquier contenido, primero se debe emprender una revisión teórica frente a la evolución de los principales conceptos necesarios para el desarrollo del mismo, este es el caso de la genética y para su enseñanza es clave tener en cuenta, las leyes de Mendel, las características de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas. La tabla 3-3 presenta un resumen de la revisión frente al análisis epistemológico de la evolución de éstos conceptos en orden cronológico.

Tabla 3- 3: Evolución de los conceptos en genética

Autores – año	Hitos en la genética
Gregor Mendel (1865)	Presentó ante la Sociedad para el Estudio de las Ciencias Naturales, de Brünn, los resultados de sus estudios en Guisantes.
Friederich Miescher (1869)	Aisó por primera vez del núcleo celular de las células de pus una sustancia de carácter ácido, al que denominó nucleína.
Walter Flemming (1879)	Identificó en el núcleo de la célula unas estructuras filamentosas que se teñían durante el proceso de división celular a las que denominó cromatina; después de 1888, estos fragmentos pasaron a denominarse cromosomas.
Hugo De Vries, Carl Correns y Erich Tchermak Von Seysenegg (1900).	Redescubren las Leyes de Mendel y le dan el crédito correspondiente
Theodor Boveri y Walter Sutton(1902)	Exponen de manera independientemente la teoría cromosómica de la herencia. La cual enuncia que los alelos mendelianos están localizados en los cromosomas. Boveri dio una descripción moderna del aparato mitótico, pues fue el primero en identificar los centrosomas y definir el papel del huso mitótico en la distribución de los cromosomas en los polos opuestos de la célula madre, que darán lugar a las células hijas.

Autores – año	Hitos en la genética
Correns (1909).	Insinúa una teoría de la herencia que pudiera ser vista como una forma embrionaria de la llamada "genética mendeliana". Fue el primero en proponer explícitamente una unidad hereditaria para cada carácter, pretendió dar cuenta del fenómeno de la dominancia y explicar lo que sucedía durante la formación de los gametos.
Wilhelm Johannsen (1909)	Presentó la palabra genes para designar a los factores hereditarios, nombre dado por Mendel, en el mismo año el autor introdujo el concepto "fenotipo" como una propiedad de cada célula que depende de la interacción dinámica genotipo-ambiente.
Phoebus Aaron Levene (1909)	Demostró la existencia de la ribosa.
Thomas Hunt Morgan (1915)	Consigue que la teoría cromosómica fuera universalmente aceptada después de sus estudios realizados en <i>Drosophila melanogaster</i> .
Frederick Griffith (1928)	Demostró por primera vez que el ADN es el material de la herencia. Hasta entonces, los biólogos pensaban que los genes, que son las unidades de la herencia, provenían de proteínas.
Levene (1929)	Consideraba para el ADN, la hipótesis que contempla al ácido nucleico como una cadena molecular formada por la repetición de subunidades (pirimidina – purina – purina – pirimidina) unidas a un azúcar (desoxirribosa, descubierta por él) y entrelazadas por un grupo fosfato formando una unidad denominada nucleótido.
Erwin Chargaff (1949)	Analizó las bases nitrogenadas del ADN en diferentes formas de vida, concluyendo que, la cantidad de purinas no siempre se encontraban en proporciones iguales a las de las pirimidinas (contrariamente a lo propuesto por Levene), la proporción era igual en todas las células de los individuos de una especie dada, pero variaba de una especie a otra.
Alfred Hershey y Martha Chase (1952)	Realizaron un experimento utilizando átomos radiactivos de fósforo ^{32}P y azufre ^{35}S para marcar selectivamente el ADN y la proteína del virus, este experimento demostró de manera irrefutable que el ADN era la molécula portadora de la información genética, la base material de la herencia, con esto se reconfirmaba lo expuesto por Avery y colaboradores años antes.
Rosalind Franklin y Maurice Wilkins (1952)	Fotografiaron el ADN mediante la técnica de difracción de rayos X

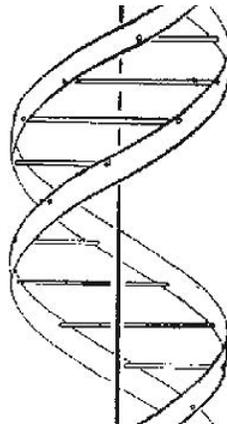
Autores – año	Hitos en la genética
Matthew Messelson y Franklin Stahl (1958)	Demostraron la naturaleza semiconservativa de la replicación del ADN.
Severo Ochoa y Arthur Kornberg (1959)	Recibieron el premio Nobel por su descubrimiento de los mecanismos en la síntesis biológica de los ácidos ribonucleico y desoxirribonucleico

Construcción propia, a partir de Guevara, (2004) y Griffiths (2008)

Hay que resaltar que a pesar de que desde 1869 el médico suizo Friederich Miescher aisló por primera vez el ADN, nunca la relacionó con los procesos de herencia y fecundación, puesto que, los científicos de la época preferían relacionarlos con las proteínas debido a su complejidad, y por esta razón la ciencia paso más de medio siglo, con esta concepción errónea; a veces tienen más fuerza los conceptos ya aceptados por la comunidad académica que los revolucionarios nuevos descubrimientos y esto se debe recalcar a los estudiantes con el fin de motivar en ellos actitudes críticas frente al conocimiento.

A continuación se profundizará un poco en las investigaciones que marcaron la historia de la genética, aunque cronológicamente no se hallen en orden, comenzando por el trabajo realizado por James Watson y Francis Crick, ya que es crucial, entender primero la estructura de los ácidos nucleicos y luego la teoría relacionada con la síntesis de proteínas antes de considerar las leyes de Mendel.

La figura 3- 2 fue publicada el 25 de abril de 1953, en la revista *Nature* número 4356 para ilustrar el célebre artículo de su marido Francis Crick y James Watson en el que dieron a conocer la composición de la molécula de ADN, allí se observa el modelo de la doble hélice formado por una serie de escalones que representan las bases nitrogenadas (Watson, J & Crick, F 1953).

Figura 3- 2: Dibujo de Odile Speed Crick, esposa de Francis Crick.

El aporte que hicieron Watson y Crick a la humanidad, produjo un salto gigante en el avance de la genética y se dio una mirada desde el punto de vista molecular, fundamental para entender muchos procesos a nivel celular.

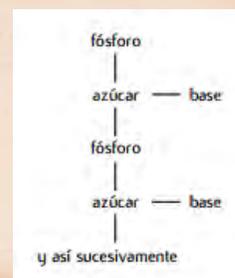
En la figura 3- 3, se presenta la carta fechada en Cambridge el 19 de marzo de 1953 y enviada por Francis Crick a su hijo Michael, que entonces tenía doce años, le relata en términos muy sencillos su importante trabajo, es muy pertinente en esta parte de la presentación teórica ya que resume sin recurrir a la terminología química propia de su campo de acción, la esencia de este gran aporte para la ciencia (Kornblihtt, 2013).

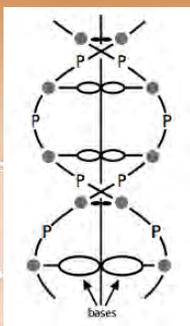
Figura 3- 3: Carta enviada por Francis Crick a su hijo Michael

Portugal Place, Cambridge, 19 de marzo de 1953

Querido Michael,

Jim Watson y yo probablemente hemos hecho un descubrimiento muy importante. Hemos construido un modelo para la estructura del ácido desoxirribonucleico, llamado en forma abreviada ADN. Quizá recuerdes que los genes de los cromosomas –que llevan los factores hereditarios– están hechos de proteínas y de ADN. Nuestra estructura es muy bella. El ADN puede ser imaginado groseramente como una cadena muy larga con pedacitos chatos que sobresalen. Los pedacitos chatos se llaman las "bases". La fórmula es más o menos así:



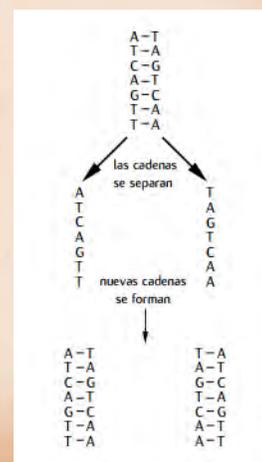


Ahora bien, tenemos dos de estas cadenas enroscándose entre ellas –cada una es una hélice–. La cadena hecha de azúcar y fósforo está en la parte externa, y las bases están todas en la parte interna. No lo puedo dibujar muy bien, pero se parece a esto:

El modelo es mucho más lindo que esto. Ahora, lo interesante es que mientras hay cuatro bases diferentes, encontramos que solo podemos armar determinados pares con ellas. Las bases tienen nombres. Ellos son adenina, guanina, timina y citosina. Las llamaré A, G, T y C. Encontramos que los pares que podemos armar –los cuales tienen una base de una cadena unida a una base de la otra– son solamente: A con T y C con G. Ahora, hasta donde podemos ver, en una cadena uno puede tener las bases en cualquier orden pero, si su orden está fijo, entonces el orden en la otra cadena queda también fijo. Por ejemplo, supongamos que la primera cadena es la de la izquierda, entonces la segunda cadena debe ser la de la derecha, así:

Es como un código. Si te dan un conjunto de letras, podrás escribir las otras. Nosotros creemos que el ADN es un código. Esto es, el orden de bases (las letras) hace a un gen diferente de otro gen (así como una página impresa es diferente de otra). Podrás ahora ver cómo la naturaleza hace copias de los genes. Porque si las dos cadenas se desenroscan en dos cadenas separadas, y si cada cadena hace entonces que otra cadena se le quite, entonces porque A siempre va con T, y G con C, tendremos dos copias donde antes teníamos una.

En otras palabras, pensamos que hemos encontrado el mecanismo básico de copiado por el cual la vida proviene de la vida. La belleza de nuestro modelo es que su forma es tal que solo esos pares pueden ir juntos, aunque podrían aparearse de otras formas si estuvieran flotando libremente. Podrás entender que estamos muy entusiasmados. Tenemos que mandar una carta a Nature en uno o dos días. Lee esta con cuidado para entenderla. Cuando vengas a casa te mostraremos el modelo.



Muchísimos cariños Papi.

Este es un claro ejemplo de como el saber sabio puede expresarse en términos muy sencillos a un nivel comprensible para un preadolescente y esa es la tarea del docente, sin tergiversar el conocimiento científico, acercarlo al estudiante.

Es claro que los descubrimientos de Watson y Crick, se convirtieron en un impulso para los genetistas ya que el modelo de la doble hélice del ADN permitía entender con más exactitud la organización de ésta molécula fundamental para la vida, poco a poco se inició entonces la discusión sobre la pertinencia de la inclusión de éstas temáticas en las clases de biología, además como lo expone (Justi, 2006), los alumnos deben comprender

adecuadamente la naturaleza de los modelos y ser capaces de evaluar el papel de los mismos en el desarrollo y difusión de los resultados de la indagación científica.

Es indudable que el ADN es la molécula portadora de la información genética, ahora bien ¿Cómo hace ésta para expresarse? ¿Cómo se logra pasar del genotipo al fenotipo? La síntesis de proteínas es otro tema crucial en los contenidos relacionados con la genética, es necesario que el estudiante comprenda como son éstos procesos a nivel celular y ojalá también desde el punto de vista molecular, aunque no se puede perder el horizonte, al saber que el trabajo se realiza con estudiantes de noveno grado, cuyas bases en química no son aún suficientes.

En 1957, Elliot Volkin y Lawrence Astrachan hicieron una observación significativa. Encontraron uno de los cambios moleculares más sorprendentes, cuando E. coli se infecta con el fago T2 aumenta la síntesis de ARN y este ARN inducido por la infección de T2 tiene una vida media muy corta. Finalmente, cuando se comparan los contenidos de nucleótidos de E. coli y el ADN T2 con el contenido de nucleótidos del ARN inducido por fagos, se encuentra que el ARN es muy similar al ADN del fago. (Griffiths et al, 2000).

La figura 3- 4 representa un experimento realizado de (pulso y caza), en el que se emplea un medio que contenía uridina tritiada, base nitrogenada específica del ARN, demostrando que éste se sintetiza en el núcleo y luego se transporta al citoplasma.

Figura 3- 4: Experimento de pulso y caza con precursores radiactivos.

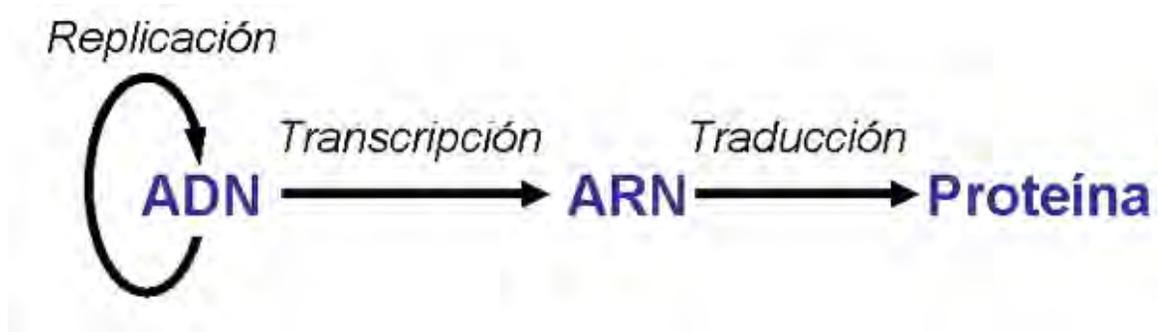


Francis Crick en 1961, expuso argumentos matemáticos y biológicos en favor de un código triple, en el cual, se relaciona un aminoácido por cada tres nucleótidos, este código es universal, ya que los codones del ADN y el ARN, especifican el mismo aminoácido en todos los organismos que se han estudiado (Villegas, 1988).

La hebra de ARN fabricada a partir de la secuencia de ADN, es llamada ARN mensajero, sale del núcleo de la célula pasando a la sopa química que está alrededor y que constituye el principal volumen de la célula, donde una estructura llamada ribosoma se pone en marcha. El ribosoma se desplaza a lo largo de la hebra del ARN mensajero, leyéndolo. Es el ribosoma el que interpreta cada palabra de tres letras del mensaje codificado en forma de aminoácido y reúne a los aminoácidos en el orden correcto para fabricar la proteína específica. Luego, el ARN mensajero se rompe de tal forma que sus componentes pueden reutilizarse en otra ocasión. (Gribbin, 2001).

El dogma central de la biología molecular, fue propuesto por Francis Crick en 1958 por primera vez, como se muestra en el esquema 3- 2, el cual representa, que sólo el ADN puede duplicarse. El ADN es transcrito a ARN mensajero y éste es traducido a proteína, elemento que finalmente realiza la acción celular.

Esquema 3- 2: Propuesta inicial de Crick 1970 dogma central de la biología molecular.



Tomado

de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/genetica/grupod/Transcripcion/Transcripcion.htm#Dogma>

Este dogma central fue modificado en 1970 por el mismo Crick, por lo que fue muy criticado al emplear desde un principio la palabra "Dogma" como se muestra en el esquema 3- 3, ya que en algunos virus que tienen como material genético ARN, la información se

mantiene mediante replicación de éste ácido nucléico, también se comprobó que la información no va siempre del ADN hacia el ARN, en algunos casos la información puede fluir del ARN hacia el ADN, teniendo lugar el fenómeno de la *transcripción inversa*. Renato Dulbecco, David Baltimore y Howard M Temin, recibieron el Premio Nobel en 1975 por sus descubrimientos en relación con la interacción entre los virus tumorales y el material genético en la célula, (Lacadena, 2000).

Esquema 3- 3: Modificaciones posteriores al dogma central de la biología molecular.



Tomado de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/genetica/grupod/Transcripcion/dogma2.htm>

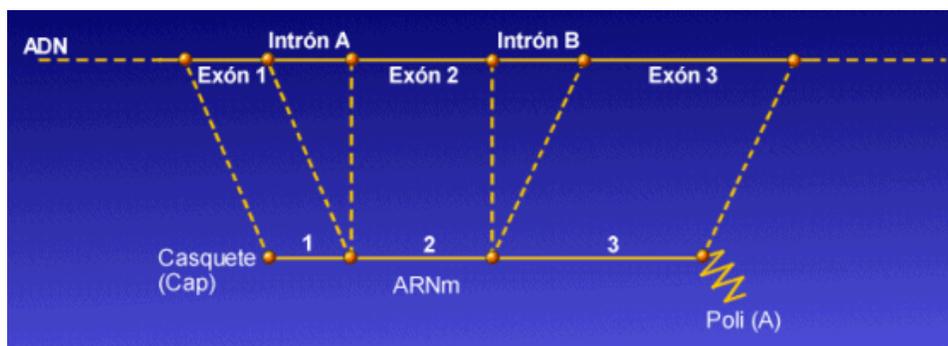
La similitud del ARN con el ADN sugiere que la transcripción puede basarse en la complementariedad de las bases, que es también la clave para la replicación del ADN. La enzima ARN polimerasa, lleva a cabo la transcripción a partir de una hebra de ADN que sirve como de plantilla. En el proceso de transcripción se reconocen varias etapas descritas por (Griffiths et al 2000 y Alberts, et al 2002): que se explican a continuación y se representan en la figura 3- 5 y 3- 6:

a. Iniciación: La enzima ARN-polimerasa, se une a una zona denominada promotor, para regular la expresión del gen que se encuentra en el ADN, seguidamente se corta la cadena de ADN y la doble hélice se separa, se inicia el copiado de la molécula en la que no se requiere cebador. Se añaden ribonucleótidos en el sentido 5'-3'.

b. Elongación: Existe una secuencia que le indica a la ARN polimerasa, que ha llegado al final de la zona a transcribir, en el extremo 3' se une un nucleótido modificado que es la 7-metil guanosina, formando lo que se denomina la "caperuza", o extremo "Cap", luego se procede a la maduración de los productos de la transcripción, este proceso se da en el núcleo de eucariotas y lo realiza la enzima ribonucleoproteína pequeña nuclear (RNPpn),

la cual, elimina los intrones del ARN y permite que los exones queden libres para ser unidos por una ARN-ligasa como se observa en la figura 2- 9. Tras estos procesos se habrá formado un ARN, mensajero maduro que ya puede realizar su acción.

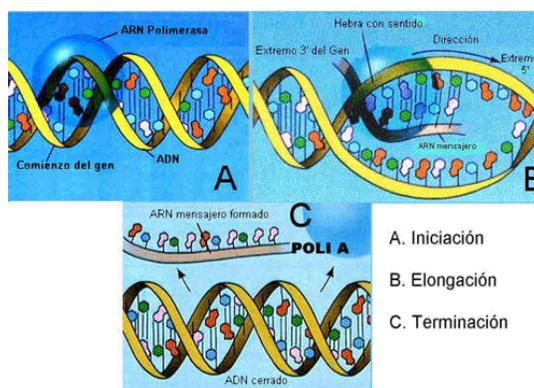
Figura 3- 5: Proceso de maduración del ARNm



Tomado de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/genetica/contenido8.htm>

c.Terminación: Al ARN formado se le añade una cola de poli-A, formada por aproximadamente 200 nucleótidos de adenina, esto sirve de señal para que ésta molécula no sea destruida por las nucleasas celulares y facilita su salida del núcleo.

Figura 3- 6: Etapas de la transcripción



Tomado de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/genetica/imagenes/sintarn.gif>

La traducción es el proceso a través del cual, el ARNm, es llevado a los ribosomas, en los que se unen los aminoácidos para formar enzimas u otras proteínas; éstos aminoácidos

son agregados por el ARN de transferencia (ARNt), que contiene una serie de tres nucleótidos denominados anticodón, el proceso, inicia en el codón AUG más próximo al extremo 5', con la incorporación del correspondiente ARNt-met, que sirve de señal de inicio, pero debe aclararse, que la proteína también tiene metioninas internas, la traducción se realiza en dirección 5' a 3', finaliza cuando se encuentra con alguno de éstos tres codones: UAA, UAG y UGA; terminando con la formación del extremo carboxilo terminal de la proteína (Villem, 1988).

Hasta aquí pudimos describir cómo se pasa del genotipo al fenotipo, Mendel por el contrario debido al desconocimiento que había en la época sobre todos estos procesos moleculares y bioquímicos anteriormente descritos en este trabajo, realizó su proceso de experimentación desde el fenotipo, que era directamente observable, a través de experimentos aleatorios controlados y pudo determinar la probabilidad del genotipo tanto de parentales como de sus descendientes.

Monaghan & A. Corcos (1990), expresan que Mendel, muestra un patrón de desarrollo estrechamente relacionado con las etapas de la investigación empírica, comenzando por el nivel de la descripción cualitativa empleando un lenguaje común que posteriormente se eleva al nivel de ley, adicional a lo anteriormente presentado, Mendel escogió una serie de características a observar en sus diferentes cruces, éstas, se presentan en la figura 3-7, las características incluyen color y forma del guisante y la legumbre, además de la longitud del tallo, el color y la posición de las flores.

Figura 3- 7: Caracteres observados por Mendel en *Pisum sativum*

Color y forma del guisante	Color y forma de la legumbre	Color de las flores	Posición de las flores	Longitud del tallo
 <i>Verde</i> <i>recesiva</i>	 <i>Verde</i> <i>dominante</i>	 <i>Púrpura</i>	 <i>Axial</i>	 <i>Normal (largo)</i>
 <i>Amarillo</i> <i>dominante</i>	 <i>Amarillo</i> <i>recesiva</i>	 <i>Blanco</i>	 <i>Terminal</i>	 <i>Enana (corto)</i>
 <i>Liso</i> <i>dominante</i>	 <i>Lisa</i> <i>dominante</i>	 <i>Blanco</i>	 <i>Terminal</i>	 <i>Enana (corto)</i>
 <i>Rugoso</i> <i>recesiva</i>	 <i>Hendida</i> <i>recesiva</i>	 <i>Blanco</i>	 <i>Terminal</i>	 <i>Enana (corto)</i>

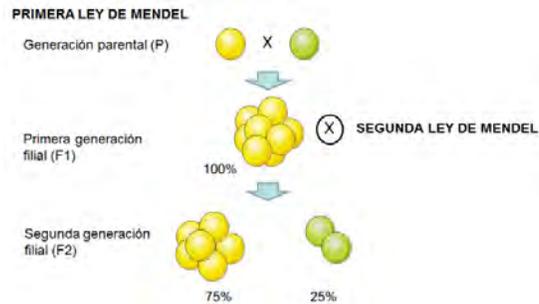
Tomado de http://biogeo.260mb.net/BG4ESO/4eso_htm_files/16337.jpg

De Vries (1900). En el artículo “*Sur la loi de disjonction des hybrides*” en las *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*. Eleva a la categoría de ley la relación 3:1, enuncia la ecuación $(d + r) (d + r) = d^2 + 2 dr + r^2$ en donde d representa las células germinales con el carácter dominante y r las células germinales con el carácter recesivo y afirma la validez de la ley de la segregación para los dihíbridos y los polihíbridos.

- **1ª Ley de Mendel o Ley de la Uniformidad:** En este experimento Mendel obtuvo 58 semillas amarillas (Y/y) y 52 verdes (y/y); valores que se acercan mucho a la proporción 1:1 predicha, confirmando la segregación igualitaria de Y e y en el individuo de la F₁. Los dos miembros (alelos) de un par génico se distribuyen separadamente (segregan) entre los gametos; así la mitad de los gametos contiene un miembro del par y la otra mitad contiene el otro miembro (Griffiths, 2008).

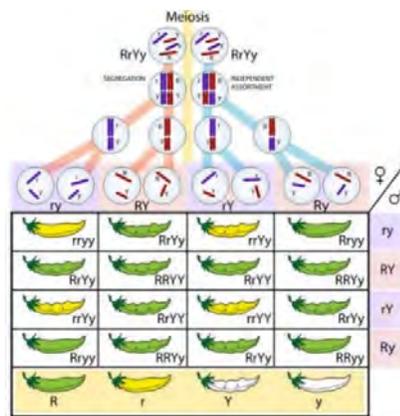
En otras palabras, se obtienen plantas híbridas o heterocigotos (Y/y) al cruzar dos líneas puras que difieren en un solo carácter, todas tienen la misma apariencia externa (fenotipo) y se parecen a uno de los dos parentales, como se evidencia en la figura 3- 8. Al carácter que se manifiesta en las plantas de la F₁ (híbridos Y/y) se le denomina Dominante y al carácter que no se manifiesta se le denomina Recesivo.

- **2ª Ley de Mendel o Ley de la segregación de los caracteres en la 2ª generación:** El desdoblamiento de cada par de genes durante la formación de los gametos es independiente del desdoblamiento de otros pares de genes, de modo que los miembros de cada par se asocian al azar en el gameto resultante (Villegas, 1988), en otras palabras la figura 2- 2 muestra que, entre los individuos de la F₂, aparecían 3/4 de carácter dominante y 1/4 de carácter recesivo, esta proporción se evidencia con un 75% que manifiestan el carácter dominante y un 25% el carácter recesivo.

Figura 3- 8: Ley de la Uniformidad y ley de la segregación

Tomado de <http://3.bp.blogspot.com/-bM-soyu45MA/VijLUmv8YLI/AAAAAAAAACVI/seZ4xTpTXUc/s1600/DOSLEYES.png>

- **3ª ley de Mendel o ley de la herencia independiente de los caracteres:** Cuando Mendel comenzó a trabajar con dos características, presumió la existencia de dos pares de genes; cada par estaría relacionado con la herencia de una de las dos características, contrastantes por ejemplo (lisa, arrugada y amarillo, verde), como se representa en la figura 3- 9. Los miembros de cada uno de éstos pares también se segregan durante la gametogénesis, por lo tanto en la segunda generación se genera una proporción de 9:3:3:1, nueve para ambos caracteres dominantes, tres para la combinación de un carácter dominante y uno recesivo, tres para el recesivo en combinación con el dominante y uno para la manifestación de ambos caracteres recesivos (Baker y Allen 1970).

Figura 3- 9: Ley de la herencia independiente de los caracteres

Tomado de http://biogeo.260mb.net/BG4ESO/4eso_hm_files/16333.jpg

3.4.1.2 Análisis cognitivo:

Es importante, no solo saber que contenido se va a enseñar y cuál ha sido el desarrollo histórico de éste, si no también, e incluso más importante conocer las características de los sujetos a quienes se va a enseñar, a la luz de las diferentes teorías sobre su desarrollo cognitivo y el análisis de los contextos a los que pertenecen estos individuos. A continuación se presentan algunas de las teorías clásicas planteadas al respecto.

El estudio sistemático de la inteligencia y el razonamiento de los adolescentes arranca con la publicación del libro “De la lógica del niño a la lógica del adolescente” (Inhelder y Piaget; 1955) quienes expresan que el adolescente logra una meseta de equilibrio entre los 14 y 15 años, las estructuras formales pueden estar dadas por procesos de maduración cerebral que inician en la pubertad, o bien tener relación con las enseñanzas escolares impuestas por el grupo social o familiar. Hay que tener en cuenta que los jóvenes del grado noveno, se encuentran en este grupo de edades y además de un proceso de desarrollo biológico y mental, están inmersos en una sociedad y en una familia que influye en sus procesos de pensamiento, por lo tanto en su ritmo de aprendizaje.

Lo expuesto anteriormente es una evidencia de la importancia de la influencia social, el propio sistema educativo, la interacción entre pares, que puede obstaculizar o catapultar las capacidades de los adolescentes, por esto aunque los diferentes niveles de la educación se organicen con estudiantes que oscilan entre las mismas edades el ritmo de aprendizaje en cada uno de ellos es diferente, mientras algunos asimilan los problemas abstractos que ofrece la ciencia, sin ninguna dificultad, otros por el contrario se encuentran con callejones sin salida.

En el Congreso Internacional sobre el desarrollo humano de la adolescencia y la madurez, (Piaget, 1970), contempla la posibilidad de que existan velocidades diferentes en el desarrollo, estas velocidades diferentes dependerían de la cualidad o de la frecuencia de las incitaciones intelectuales debidas a los adultos. Esta afirmación puede entenderse como la responsabilidad que tiene el docente, que es el adulto en el aula de clase, de incentivar mediante diferentes actividades el desarrollo de capacidades en el joven y el papel que juega la sociedad y el entorno para contribuir a que las acciones cotidianas le

impongan nuevos retos que estimulen su capacidad intelectual y de ésta manera, alcancen el nivel de operaciones formales.

(Carretero, 1985), frente a las operaciones formales expone que para tener éxito en alcanzarlas, es fundamental tener en cuenta, la familiaridad con la tarea a resolver, las concepciones previas equivocadas, la influencia de los estilos cognitivos del sujeto, el papel preponderante del lenguaje y el nivel de dificultad de la tarea.

Limón y Carretero, (1995) sintetizan cuatro tipos de habilidades a desarrollar en los adolescentes durante la secundaria, para llegar al pensamiento hipotético deductivo, previo al alcance del pensamiento formal:

- a) Habilidades de razonamiento: razonamiento inductivo, deductivo y analógico, junto con la capacidad de argumentación.
- b) Habilidades de resolución de problemas: selección de información relevante, identificación de objetivos, planificación y elección de la estrategia óptima, toma de decisiones, ejecución de la estrategia y evaluación.
- c) Estrategias de aprendizaje: técnicas y hábitos de estudio y aspectos estratégicos implicados.
- d) Habilidades metacognitivas: implican procesos de planificación, evaluación, organización, monitorización y autorregulación.

Es así como la epistemología genética teoría propuesta por (Piaget, 1970) afirma la existencia de las invariantes funcionales en el desarrollo cognoscitivo: para que se lleve a cabo un proceso de adaptación al medio, dos subprocesos actuarán en forma dialéctica, la asimilación incorporando información externa a la estructura cognitiva y esta última acomodándose para incorporar la información.

Para (Vigotsky, 1931). El problema de los intereses es la clave para entender el desarrollo psicológico del adolescente... Esas fuerzas, que motorizan el comportamiento, varían en cada etapa de la vida y hacen variar la conducta... el mismo autor, considera que el aspecto fundamental para el sujeto de ésta edad, es el proceso de formación de conceptos; es así como debemos entender que el estudiante debe estar motivado para que su

actividad intelectual permita, el uso funcional de las palabras y con esto, la formación de conceptos que son clave en la enseñanza de las ciencias.

3.4.1.3 análisis didáctico:

Mediante la revisión teórica y análisis epistemológico de la enseñanza de la genética, en particular, las características de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas se destacan algunas publicaciones realizadas, que se presentan aquí, en las que se encontraron los siguientes obstáculos para la enseñanza de éstos contenidos:

(Bachelard, 2000), sostiene, “en la formación de un espíritu científico, el primer obstáculo es la experiencia básica, es la experiencia colocada por delante y por encima de la crítica, que, ésta sí, es necesariamente un elemento integrante del espíritu científico”. La mayoría de los temas en genética, no son tangibles para los estudiantes, ya que responden a procesos bioquímicos, moleculares o celulares.

El uso de terminología y las relaciones entre los términos: En los libros de texto se usan de forma incorrecta y ambigua ciertos conceptos genéticos, por ejemplo, gen y alelo se emplean indistintamente, sin establecer su significado correcto (Cho et al., 1985) citado por (Bugallo, 1995). El mismo autor y su grupo de colaboradores, plantea que las relaciones entre conceptos son otro obstáculo en la enseñanza ya que no se establecen relaciones importantes como: Separación cromosómica - replicación de ADN; par alélico - expresión del rasgo; separación cromosómica - transmisión del rasgo.

Diversos estudios han demostrado que la genética y su relación con la síntesis de proteínas es un tema considerado de difícil aprendizaje (Wood-Robinson *et al.*, 2000). Se puede enseñar síntesis de proteínas desde modelos (Justi y Gilbert, 2002a). En el que hay:

- Modelos a nivel molecular, como las características estructurales de ADN y del ARN y el código genético.
- Modelos a nivel celular, que integran al anterior con mensajeros y otras macromoléculas, vinculando procesos de los diferentes compartimentos de la célula.

El uso de modelos para mejorar el aprendizaje de éstos temas garantiza un mejor aprendizaje, que cuando se usan solo textos; pero se debe tener en cuenta: La relación adecuada de la información, “objetivo”, con las partes del modelo, “análogo”, es fundamental para que la nueva información sea correctamente comprendida y así el modelo tenga actuación efectiva en el proceso de aprendizaje (Ferraz y Terrazan, 2003).

Cuando los estudiantes se enfrentan a preguntas que no entienden, o hay muchas ideas previas pero sin relación alguna entre ellas, se presenta la generalización excesiva, también es otro obstáculo fundamental, opuesto a la experiencia básica. Éste tipo de obstáculo tiende a generalizar todo sin ningún análisis, propio de una forma apresurada y facilista (Bachelard, 2000).

Nieda y Macedo (1997), afirman... el aprendizaje científico es un acto consciente, si el alumno no es capaz de detectar la existencia del conflicto no parece posible que exista aprendizaje.... Para que se produzca una reestructuración es fundamental disponer de una teoría alternativa que entre en conflicto con la existente. Los estudiantes del grado noveno, no están en la capacidad de realizar por ellos mismos este proceso, es función del docente realizar el análisis de las ideas previas y mediante las actividades realizadas, que deben ser contextualizadas, llevarlo a ser consciente de ellas, es así como se realiza la transformación de un contenido de saber preciso en una versión didáctica de éste objeto de saber, lo que se denomina transposición didáctica (Chevallard, 1991).

Con el fin de lograr mejores aprendizajes deben variarse las herramientas utilizadas en el aula de clase, como sostiene (Soares et al, 2005). Es difícil para el profesor identificar posibles errores conceptuales a partir de la evaluación de textos o esquemas en los que el alumno repite lo que leyó. Él puede repetir correctamente, pero haber estructurado cognitivamente los conceptos de forma inadecuada.

Con respecto a la utilización de libros de texto en la enseñanza de los contenidos en genética, (Martínez, 2003) expresa que estos pueden llegar a generar algunas ideas erróneas, por ejemplo que sólo existen dos alelos para cada gen, que cada carácter está determinado por un solo gen, o que la influencia del ambiente se limita a los caracteres

cuantitativos. Este problema, podría explicarse por la necesidad de simplificar la complejidad de los fenómenos genéticos.

Banet, & Ayuso (2000), advierten que antes de enseñar genética los maestros deben procurar que los estudiantes conozcan las relaciones entre la información hereditaria y las funciones celulares, los resultados demuestran que muchos estudiantes a quienes se les enseña de esta manera, reestructuran mejor el conocimiento sobre la ubicación de la información hereditaria y adquieren un conocimiento más acorde con los principios científicamente aceptados.

Íñiguez, & Puigcerverel (2013), a partir de su estudio sobre la enseñanza de la genética en educación secundaria, recomiendan que se utilicen referentes cercanos a los estudiantes para formular las actividades a realizar, como casos en animales domésticos o aspectos relacionados con la herencia humana. Sin embargo, existen algunos factores que pueden condicionar e influir en las concepciones de los estudiantes sobre la herencia biológica como lo son: los medios de comunicación mediante la información que presentan sobre la ingeniería genética, la clonación, las películas de ciencia ficción, el ambiente familiar con la observación de los parecidos existentes entre los familiares y la variedad de plantas y animales que existen, más algunos contenidos relacionados con el componente celular, organismo y ecosistémico, esta combinación puede producir una inadecuada formación conceptual (Ayuso y Banet, 2002).

Teniendo en cuenta los obstáculos en el aprendizaje de la genética, la evolución de los diferentes conceptos en esta área, el diagnóstico y características de la población estudiantil, y selección de competencia a reforzar; se identificaron las necesidades a nivel teórico para su enseñanza y los requerimientos didácticos para el desarrollo de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico y así continuar con la siguiente fase de la ingeniería didáctica.

3.4.2 Fase de concepción y análisis a priori:

Comienzo este apartado con la siguiente frase “Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad”, escrita por Albert Einstein. Para obtener buenos resultados en los procesos educativos, solo hacen falta voluntades; del

docente para querer innovar e involucrarse en la investigación en el aula y de los estudiantes para participar y dar todo de sí, demostrando las grandes capacidades que tienen.

Esta fase se caracteriza por la identificación de las variables relacionadas con el estudio y el tipo de actividad propuesta a los estudiantes. El análisis a priori se convierte en un análisis de control de significado “comprende la fase descriptiva y predictiva” centradas en las características de la situación diseñada y que se pretende presentar en la clase a los estudiantes (Michael Artigue, 1995).

Nieda (2001), hace un análisis del currículum científico que está vigente desde 1991, para los alumnos de 12 a 16 años y señala, que aunque las transformaciones sociales han sido muy profundas, la enseñanza de las ciencias, requiere de cambios a nivel curricular, ya que los estudiantes son diferentes y la sociedad también. La enseñanza tradicional se enfoca básicamente en lo disciplinar o conceptual, pero se debe tener en cuenta que los currículos de ciencias de distintos países ya presentan la inclusión de ciencia y tecnología para todas las personas, la importancia del contexto sociocultural y cotidiano además de la inclusión de las TIC como contenidos y como herramientas de aprendizaje, (Vázquez et al, 2005).

Es por esta razón que se debe buscar una enseñanza más desde el punto de vista constructivista en lugar de continuar insistiendo en el modelo tradicional que deja de un lado la participación del estudiante, cuando éste debería ser el actor principal de su propia educación. La formación en ciencias es indispensable, pero entendida, no, como la repetición sin sentido de los conceptos que la rodean en este caso la genética, si no como la comprensión de éstos conceptos para participar en debates y tomar decisiones al respecto.

Tomando algunas de las ideas expresadas por algunos autores (Reid y Hodson 1993, Furió y Vilches, 1999, Acevedo, 2005 y Furió et al, 2001), se requiere de una alfabetización científica, que consista en la inclusión de contenidos científicos, conceptuales, procedimentales y afectivos, en el currículum, teniendo en cuenta diferentes contextos culturales, para que las personas puedan desenvolverse en un mundo cada vez más

impregnado por el desarrollo científico y tecnológico, para que los ciudadanos logren razonar frente a los aspectos positivos, negativos de este desarrollo y resolver mejor los problemas de la vida cotidiana; lastimosamente, la enseñanza de las ciencias aún sigue alejada de éstos ideales, se ha demostrado que cuando el currículo se centra en el entorno inmediato del estudiante, hay mayor éxito en el aprendizaje, además los contenidos científicos deben ser más accesibles, interesantes y significativos para ellos.

La genética es un contenido que representa los argumentos presentados anteriormente, está incluida en el currículo, ha sido eje del desarrollo tecnológico de la biología, es posible relacionar algunos de sus componentes con la cotidianidad del estudiante, pero requiere de un proceso de evaluación a través del cual se pueda verificar; la evaluación por competencias, puede ser un método efectivo. El uso del término *competencia* podría ser consecuencia de la necesidad de superar una enseñanza que, en la mayoría de los casos, se ha reducido al aprendizaje memorístico de conocimientos, hecho que conlleva la dificultad para que estos puedan ser aplicados en la vida real (Zabala y Arnau, 2007).

En el caso específico de las ciencias naturales, la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, es la ideal para evaluar la efectividad de los aprendizajes en los estudiantes ya que, se define como: *“la capacidad para comprender y usar conceptos, teorías y modelos en la solución de problemas”*, a partir del conocimiento adquirido. Esta competencia está íntimamente relacionada con el conocimiento disciplinar de las ciencias naturales, pero no se trata de que el estudiante repita de memoria los términos técnicos ni las definiciones de conceptos de las ciencias, sino que comprenda los conceptos y teorías y los aplique en la resolución de problemas. Las preguntas buscan que el estudiante relacione conceptos y conocimientos adquiridos con fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición a un uso comprensivo de estos MEN (2014).

La competencia se evaluará mediante el análisis de los resultados pretest y posttest que se evidencia mediante esquemas explicativos, (Marín, 1994) concebidos como regularidades en las respuestas de los estudiantes, cuando se dan las siguientes circunstancias:

1. **Repetición:** Las respuestas de los estudiantes permanecen inalterables, utilizando solo elementos perceptivos, describe lo que ve, o establece analogías inadecuadas a pesar de las modificaciones de las situaciones físicas introducidas tras la aplicación de la estrategia didáctica (Marin y Jimenez, 1996)
2. **Generalización:** En la que se observan respuestas análogas ante las distintas situaciones físicas obtenidas tras la aplicación de las estrategias de variación contextual.
3. **Adaptación:** El estudiante cambia sus respuestas debido a la aplicación de la estrategia.

3.4.3 Fase de experimentación:

Según De Faria, (2006), la fase de la experimentación de la ingeniería didáctica debe contener:

- La explicitación de los objetivos y condiciones de realización de la estrategia a los estudiantes que participarán de la experimentación.
- El establecimiento del contrato didáctico.
- El registro de observaciones realizadas durante la experimentación.

Teniendo en cuenta que la institucionalización es parte del proceso de experimentación, y es responsabilidad del docente, es importante considerar lo expresado por (Galagovsky, 2004). Sobre la diferencia entre información y conocimiento, resaltando la importancia de la mediación del lenguaje empleado que puede ser muy diverso (verbal, visual, gráfico, simbólico, gestual, matemático...) y recae bajo la responsabilidad del docente, para lograr aprendizajes significativos en los estudiantes, mediante el adecuado proceso cognitivo.

De acuerdo con lo anterior se diseñó y ejecutó una serie de actividades a través de secuencias didácticas, integrando el análisis didáctico, cognitivo y epistemológico que se realiza en la fase preliminar de la ingeniería didáctica, teniendo en cuenta que es la mejor manera de recolectar información sobre el proceso, se describirán las bases teóricas a través de las cuales se basó su elaboración.

La secuencia didáctica es una propuesta metodológica que se deriva del “trabajo por tareas”, el cual es un enfoque basado sobre el método por proyectos, esto permite la programación sistematizada de contenidos conceptuales y procedimentales, tal como lo señala Vilá i Santasusana, et al (2005).

A continuación se esbozan las características más importantes de una secuencia didáctica, planteadas por (Martín, 2009):

- Ciclo de enseñanza y aprendizaje orientado a una finalidad y articulado en forma de secuencia temporal.
- Los objetivos son concretos, limitados y compartidos con el alumnado.
- Los procedimientos se centran en la reflexión sobre el uso y la aplicabilidad de los contenidos.
- Incorpora las cuatro habilidades lingüísticas (hablar, escuchar, leer y escribir).
- Integra los distintos tipos de evaluación: inicial, formativa y sumativa.
- Tiene una duración de 6 a 10 horas de clase.

Vilá i Santasusana, et al (2005), describen la secuencia didáctica en tres etapas básicas, la preparación, la producción y la evaluación, las tres secuencias didácticas diseñadas responden a éstas etapas y se encuentran en los anexo A, B y C cuya descripción se realiza a continuación:

- **La preparación**, Contempla el diseño de los objetivos que responden a las dificultades diagnosticadas en cuanto a los contenidos y requerimientos didácticos, se establecen los recursos y el tiempo necesario para la realización de la actividad.
- **La producción**, permite la integración de la teoría y la práctica, se diseñan actividades para desarrollar el contenido temático, buscar información y organizarla.
- **La evaluación**, permite la sistematización y organización de los progresos en el aprendizaje, esta fase es sumamente valiosa, ya que permite determinar las debilidades y fortalezas suscitadas en todo el proceso de aprendizaje y adicionalmente permite hacer cambios durante la ejecución de las mismas.

La aplicación de la primera secuencia didáctica “Estructura de los Ácidos Nucléicos” (Anexo A), busca que el estudiante, reconozca la importancia del modelo de la doble hélice

para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario, además de esto también desarrolla sus competencias ciudadanas al usar la libertad de expresión y respetar las opiniones ajenas, cumplir su función cuando trabaja en grupo y respetar las funciones de las demás personas. La secuencia didáctica sobre la estructura de los ácidos nucleicos, se dividió en diagnóstico, experimentación y modelado, con el fin de atacar las falencias observadas en el pretest.

El diagnóstico inició con el establecimiento del contrato didáctico, definido por Przesmycki (2000), como la búsqueda de aprendizajes cognitivos y metodológicos específicos en una asignatura con objetivos idénticos para toda una clase especificados por el docente, y acordados en forma individual con cada estudiante, con él se logró comprometer a los estudiantes con su propio proceso de aprendizaje, además permitió una escucha activa de las normas que ellos planteaban y se estableció un proceso de negociación y pensamiento crítico frente a lo que se requiere por parte de los jóvenes y del docente para que el proceso de enseñanza y aprendizaje funcione adecuadamente; siguiendo los cuatro principios planteados por García y Fortea (2006):

1. **El mutuo consentimiento:** porque es un acuerdo de voluntades para que se inicie el proceso.
2. **Aceptación positiva** del estudiante.
3. **Negociación** de los distintos elementos.
4. **Compromiso** por parte del docente y del estudiante para cumplirlo

Esta actividad involucró de manera muy positiva a los estudiantes haciéndoles partícipes del proceso, en el cual ellos mismos establecieron acuerdos de convivencia como:

- Puntualidad y asistencia a clase.
- Participación activa.
- Efectividad en el trabajo de grupo, ejecutando juego de roles y trabajo colaborativo.
- Responsabilidad en el porte de los materiales necesarios para la clase.
- Respeto y actitud de escucha entre todos los integrantes del aula, incluyendo el docente.
- Entrega oportuna de informes u otros materiales que dan cuenta del trabajo realizado.

El conocimiento en genética no ha evolucionado de manera secuencial, de hecho, primero Mendel hizo sus descubrimientos, antes de que se pudiera dilucidar la estructura del ADN; el docente debe realizar el proceso de institucionalización, que consiste precisamente en convertir el saber sabio, en un saber de fácil comprensión por el estudiantado y con el fin de lograr esta comprensión sobre la ubicación de los ácidos nucleicos a nivel celular, se realizó una práctica de laboratorio de aislamiento del ADN de hojas de espinaca con materiales caseros, por medio de una serie de preguntas orientadoras y el conocimiento de la función que cumplía cada material en el proceso práctico.

Parafraseando uno de los postulados de Piaget analizado por Camejo, A (2006), la interacción con el medio ambiente hace que las personas se desarrollen y adquieran estructuras de pensamiento cada vez más sofisticadas. La manipulación de los materiales y la observación de los resultados, trajo consigo mejores procesos de argumentación y raciocinio en la sustentación de las respuestas a las preguntas contenidas en el proceso de evaluación.

Con el objetivo de que los jóvenes reconocieran las diferentes partes que componen la estructura de los ácidos nucleicos y sus características, se realizó una actividad de modelado, rescatando lo que indican Limón y Carretero, (1995) sobre las habilidades de razonamiento que deben desarrollar los adolescentes; la actividad se realizó a partir de una parte de la secuencia del gen normal de la hemoglobina y del gen mutado causante de la anemia falciforme, se llevó a realizar un razonamiento inductivo, deductivo y analógico sobre las diferencias estructurales entre el ADN y el ARN, junto con la capacidad de argumentación, para explicar las diferencias entre la cadena normal y la mutada del gen y sus consecuencias.

Diversos estudios han demostrado que la genética y su relación con la síntesis de proteínas es un tema considerado de difícil aprendizaje (Wood-Robinson et al, 2000). La segunda secuencia didáctica "Síntesis de Proteínas", (Anexo B); plantea actividades para conseguir que los estudiantes establezcan relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares, conociendo de antemano que son temas de difícil aprendizaje.

La experiencia básica, es un obstáculo de carácter fundamental, la persona se basa sólo en lo que pueda percibir a través de sus sentidos de una forma muy subjetiva porque su

mirada está puesta en lo que más cause impacto a sus sentidos (Bachelard, 2000). Con el fin de que la percepción que los jóvenes toman a través de sus sentidos pase de ser una debilidad a convertirse en una fortaleza, se han planteado varias actividades a través de las cuales el estudiante puede relacionar las representaciones a nivel molecular de todos los factores que intervienen en la síntesis de proteínas con los resultados a nivel macroscópico como lo es la expresión de una enfermedad como la anemia falciforme.

La primera actividad denominada “Conceptualización”, realiza la fundamentación básica de los conceptos, que giran en torno a la síntesis de proteínas, tema que resulta ser muy complejo y abstracto; para ello se recurrió al uso de las nuevas tecnologías, ya que es fundamental involucrarlas, en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la actualidad, sobre todo si se persigue el desarrollo de competencias como el uso comprensivo del conocimiento científico.

Con el fin de usar los recursos a nivel institucional, se recurre a la utilización del programa Cloud Labs Ciencias Naturales instalado con licencia por la Secretaría de Educación de Risaralda, durante el 2015, en 20 computadores portátiles, de allí se aplicó la actividad número 2 de la unidad 13, en la cual realiza la explicación de muchos de conceptos empleando imágenes, video y audio, haciendo atractivo para los estudiantes el aprendizaje de éstos conceptos, los que no estaban en la actividad del programa, se les propusieron como consulta para involucrarlos más con su proceso de aprendizaje.

Es necesaria la intervención del docente para dar sentido y orden lógico a los conceptos vistos, por lo tanto mediante una presentación en Power Point se entrelazan, se asocian con imágenes y sirven a su vez para darles significado.

Como afirma Area (2003), las redes telemáticas deberían ser “un factor que ayude a construir y desarrollar un modelo de enseñanza más flexible, donde prime más la actividad y la construcción del conocimiento por parte del alumnado a través de una gama variada de recursos. Lo anterior se aplica con uso de las TIC, a través de la consulta de algunas páginas web, el uso de procesadores de texto, herramientas ofimáticas como Power Point, el programa Cloud Lab y la observación de algunos videos de YouTube, desarrollando el tema desde la relación de las estructuras celulares que intervienen en la síntesis de

proteínas y sus funciones en el proceso, (modelo Justi & Gilbert); desde el genotipo hasta la expresión del fenotipo.

La segunda actividad denominada “Aplicación” se realiza a partir de unos cartones con representaciones gráficas de 6 conceptos, los estudiantes, deben elaborar un escrito a través del cual se observará la capacidad de asociación y comprensión de los mismos, luego hay una serie de preguntas que relacionan el esquema del dogma central de la biología molecular y el nombre de los procesos involucrados que son la duplicación del ADN, la transcripción y traducción, y la comparación de las secuencias de aminoácidos del gen normal de la hemoglobina y el gen mutado, con esto el estudiante comprenderá la magnitud de los cambios a nivel genético, cómo la sustitución de un solo nucleótido, cambia la proteína y de ésta manera se expresa una enfermedad como la anemia falciforme.

La tercera actividad denominada “lúdica” pretende repasar en forma dinámica los diferentes términos utilizados para la síntesis de proteínas, de ésta manera los estudiantes ejecutarán asociaciones lógicas que podrán recordar más fácilmente y se aprovechará el material previamente construido por ellos, lo cual incrementa su motivación y los procesos metacognitivos, ya que los jóvenes se convierten en los principales actores en el desarrollo de la secuencia didáctica.

Pontes, (2005) hace diferentes observaciones sobre el uso de las TIC en la clase de ciencias o en el laboratorio, enfatizando en que permiten trabajar sobre objetivos educativos concretos y que son de gran interés en la educación científica por las posibilidades que ofrece el ordenador desde el punto de vista de la comunicación, la interactividad, el tratamiento de imágenes, la simulación de fenómenos y experimentos, la construcción de modelos, la resolución de problemas, el acceso a la información y el manejo de todo tipo de datos.

La tercera secuencia didáctica titulada “Leyes de Mendel” (Anexo C) tiene como propósito que los estudiantes logren predecir mediante la aplicación de diferentes mecanismos, las proporciones de las características heredadas por algunos organismos, al igual que explicar la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las

causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia, para ello se dividió en cinco actividades, las cuales se describen a continuación:

Probabilidad, esta primera actividad busca superar uno de los obstáculos hallados en la enseñanza de las leyes de Mendel, relacionada con el manejo matemático de sus resultados,..."la enseñanza de la genética requiere un nivel mayor de matemáticas y de capacidad analítica, sobre todo para la resolución de problemas" (Radford & Bird-Stewart, 1982). Como actividad inicial de ésta secuencia didáctica se planteó un ejercicio, utilizando un par de dados, con el fin de que los estudiantes, al aproximarse al concepto de probabilidad, comprendan con mayor facilidad el trabajo de Mendel que consistió en el manejo de experimentos aleatorios.

La segunda actividad denominada "Conceptualización", busca desarrollar en el estudiante la capacidad de establecer relaciones entre los diferentes conceptos aprendidos sobre las leyes de Mendel, crear otras nuevas a través del uso correcto de conectores y de relaciones entre los conceptos.

Advirtiendo lo planteado sobre (Stewart, 1983), quien explica que los estudiantes pueden llegar a resolver con éxito los problemas, pero sin encajar el algoritmo en el contexto del proceso genético; para lograr superar este obstáculo, se recurre al programa Cmap tools portable, utilizado para construir mapas conceptuales, se capacita a los estudiantes en el manejo del programa y luego se les pide que construyan un mapa conceptual en cual presenten la información más relevante sobre las leyes de Mendel.

La tercera actividad llamada "Problematización". Tiene por objetivo que el estudiante comprenda y aplique las leyes de Mendel, relacionándolas con las características genotípicas y fenotípicas, para su ejecución se adaptó una situación problemática presentada por el Cloud Lab en la unidad 13, actividad 3, a través de la cual los estudiantes debían seleccionar el mejor cruce a realizar para potenciar la producción de leche en calidad y cantidad.

Una fuente adicional de dificultades viene derivada del trabajo práctico en genética. Los experimentos clásicos necesitan semanas o meses para realizarse, lo que resulta

incompatible con el ritmo escolar (Beals, 1995). La cuarta actividad titulada “Laboratorio virtual”, pretende que el estudiante relacione de una manera práctica el tema de la genética Mendeliana con los procedimientos para la realización de los cruces y comprenda sus características más representativas, ahorrando tiempo y materiales en su ejecución.

El informe sobre la reunión de expertos en laboratorios virtuales, los definió como “un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2000). En otras palabras el laboratorio virtual, simula una situación de aprendizaje propia del laboratorio tradicional.

Marqués, (2000) Menciona, dentro de las funcionalidades de las TIC, como “Uso didáctico para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje... además de su uso como instrumento cognitivo y para la integración y colaboración grupal”, cuando se realiza el laboratorio virtual estableciendo equipos de trabajo se pueden extrapolar estas funcionalidades al trabajo realizado en el aula. Los laboratorios virtuales se convirtieron en una excelente herramienta, para llevar a cabo prácticas en genética, que de otra manera requerirían mucho más tiempo, seguimiento y materiales.

Árbol genealógico fue la quinta actividad realizada a través de la cual se pretende que los estudiantes descubran su propio genotipo para el grupo sanguíneo y Rh mediante la investigación de los fenotipos de los miembros de su familia, aunque se planteó el mismo problema para todos, las estrategias de solución y respuestas eran diferentes.

Para lograr el objetivo el estudiante debe ponerse en contacto con la mayor cantidad de parientes que le sea posible, ésta puede ser una forma de acercar la familia mediante una actividad académica; lo que permite contextualizar el problema y a la vez, aclarar que existen principios genéticos post- mendelianos. (Galagovsky 2004), establece: si el contenido a enseñar está relacionado con los intereses de los alumnos, éstos estarán motivados y el aprendizaje será significativo.

3.4.4 Fase de análisis a posteriori:

Esta fase se identifica por la comparación a nivel teórico de los resultados que se esperan en los estudiantes con los obtenidos durante y después del trabajo final de maestría. Se Ejecutó un pretest, planteado con el fin de identificar el nivel de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico en genética. Posteriormente y a partir de las dificultades diagnosticadas en el, se diseñaron y ejecutaron tres secuencias didácticas, divididas en ejes temáticos de la genética: ácidos nucleicos, síntesis de proteínas y Leyes de Mendel, se evaluó la efectividad de la estrategia metodológica a través del postest que contenía las mismas preguntas para determinar la evolución del aprendizaje de los estudiantes.

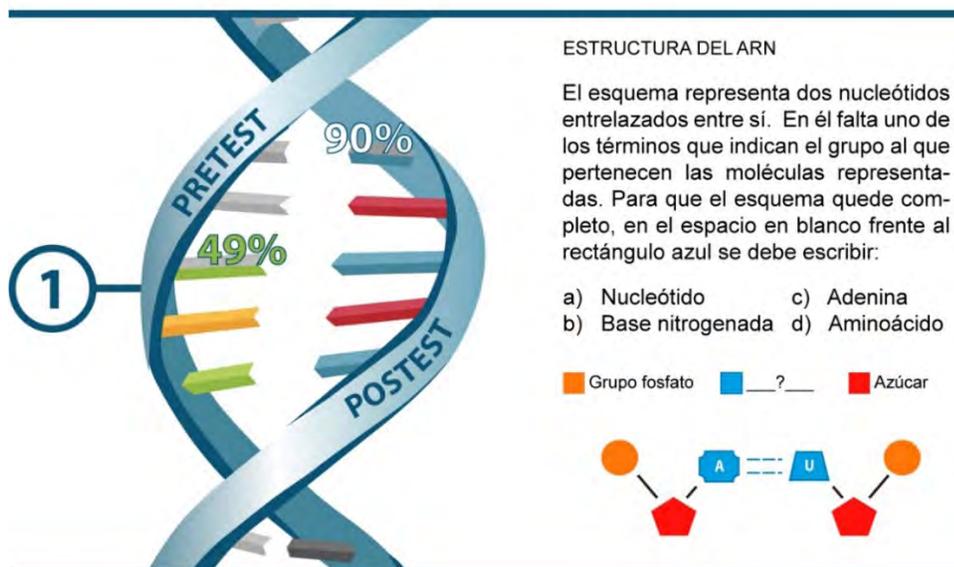
Es de resaltar que los ejes temáticos aquí trabajados fueron desarrollados por los estudiantes en el grado octavo, bajo un modelo de enseñanza tradicional, por lo tanto las falencias observadas en la solución del pretest, no se deben a que sea un tema nuevo para ellos.

A continuación se muestran las preguntas y los resultados del pretest, versus los resultados del postest, y su correspondiente interpretación, desde un punto de vista cuantitativo, de acuerdo al porcentaje de acierto en cada respuesta y se realiza además una descripción de los resultados observados, durante la ejecución de cada secuencia didáctica; la primera la estructura de los ácidos nucleicos, la segunda síntesis de proteínas y la tercera leyes de Mendel.

3.4.4.1 Estructura de los ácidos nucleicos

Esta sección muestra los resultados en el desarrollo de 5 preguntas relacionadas con la estructura de los ácidos nucleicos, destacando sus diferencias a nivel estructural y funcional.

Gráfica 3. 1: Pregunta 1 estructura de los ácidos nucleicos, resultados pretest y postest

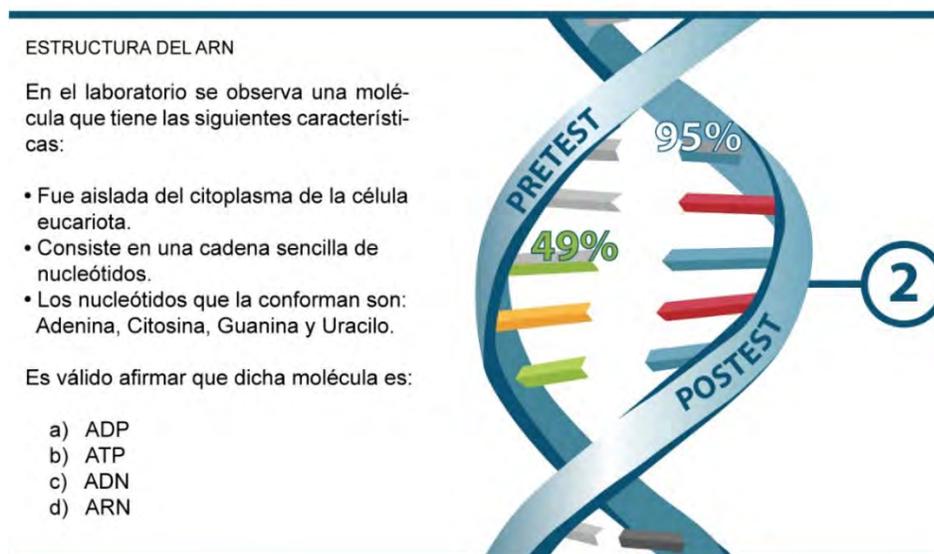


ESTRUCTURA DEL ARN

Pregunta tomada de	www.cieing.superate.galyleo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190
Respuesta correcta	B

Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe tener un conocimiento previo sobre la estructura de los nucleótidos, que se encuentran formados por un grupo fosfato, un azúcar y una base nitrogenada.

Gráfica 3. 2: Pregunta 2 estructura del ARN, resultados pretest y postest



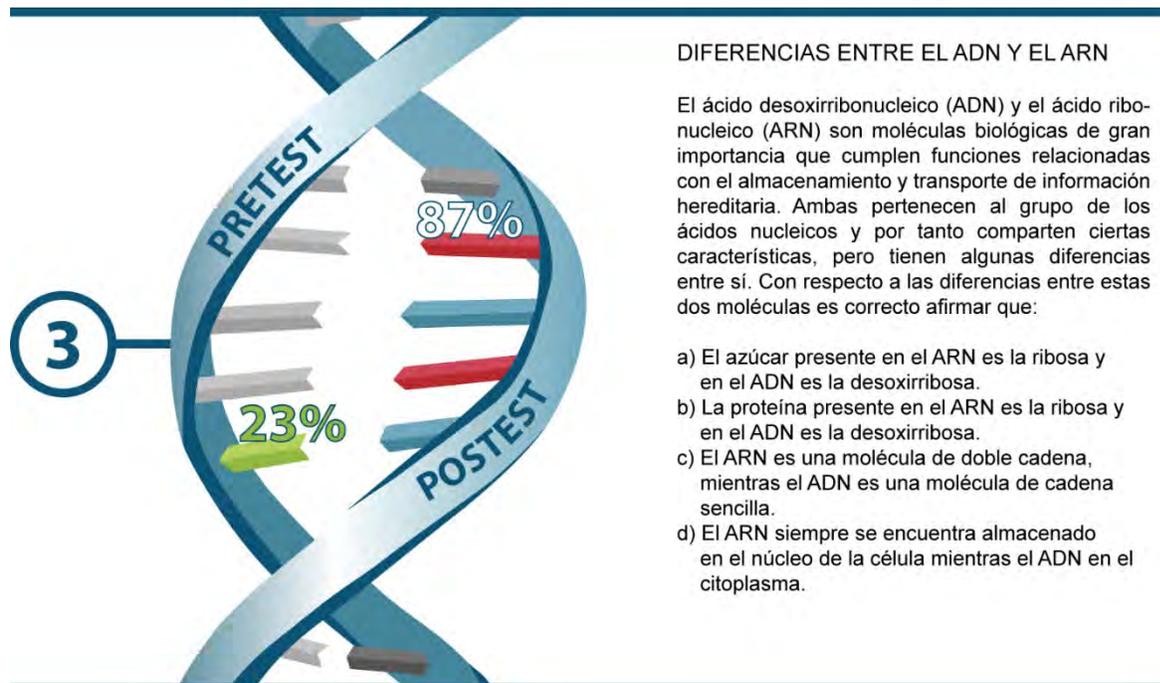
CARACTERÍSTICAS DEL ARN

Pregunta tomada de www.cieing.superate.galyleo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190

Respuesta correcta D

Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe reconocer las características que identifican a la molécula de ARN, frente a otras moléculas biológicas.

Gráfica 3. 3: Pregunta 3, diferencias entre el ADN y el ARN, resultados pretest y postest



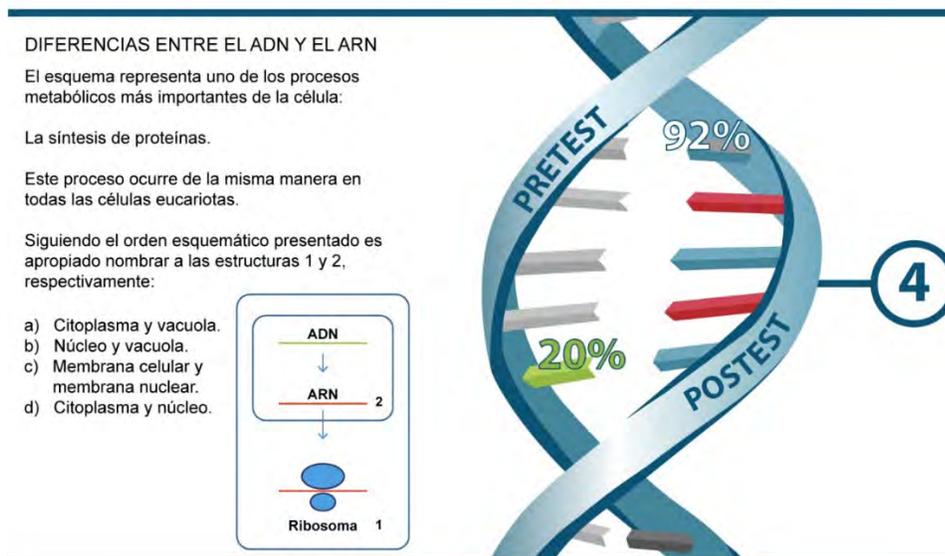
DIFERENCIAS ENTRE EL ADN Y EL ARN

Pregunta tomada de www.cieing.superate.galyleo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190

Respuesta correcta A

Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe tener un conocimiento previo sobre las diferencias entre el ADN y el ARN, especialmente el azúcar que forma a cada uno de éstos ácidos nucleicos.

Gráfica 3. 4: Pregunta 4, diferencias entre el ADN y el ARN, resultados pretest y postest



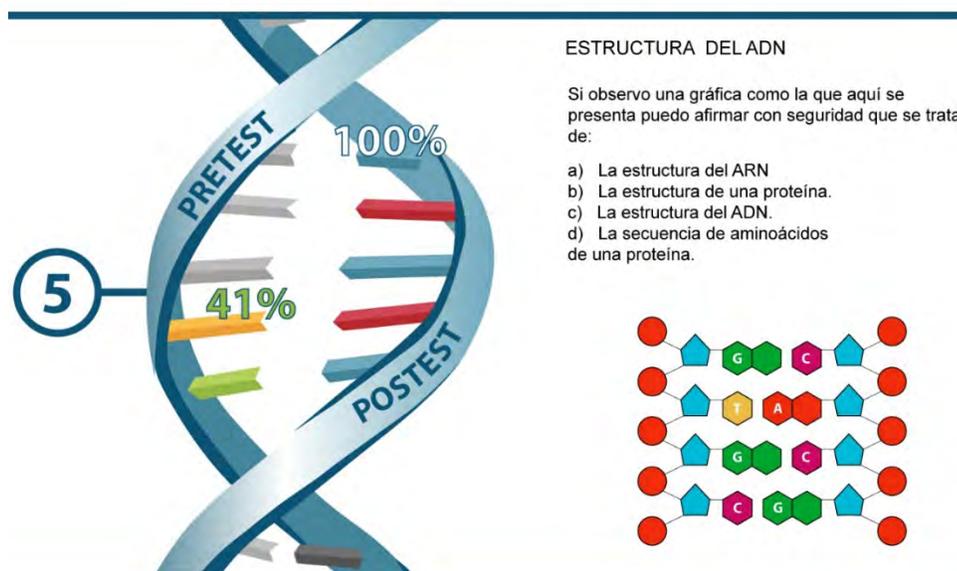
DIFERENCIAS ENTRE EL ADN Y EL ARN

Pregunta tomada de www.cieing.superate.galyleo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190

Respuesta correcta D

Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe tener claridad sobre las zonas de la célula donde se ubica el ADN, el ARNm, el ARNr y el ARNt.

Gráfica 3. 5: Pregunta 5, estructura del ADN, resultados pretest y postest



DIFERENCIAS ENTRE EL ADN Y EL ARN

Pregunta tomada de	www.cieing.superate.galileo.net/mod/quiz/attempt.php?attempt=1223190
Respuesta correcta	C
Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe observando el esquema reconocer las bases nitrogenadas que están presentes en el ADN.	

La tabla 3- 4 muestra las respuestas de los estudiantes en el pretest y en el postest, notándose diferencias significativas en éstos resultados con la aplicación de la secuencia didáctica referente a los ácidos nucleicos.

Tabla 3- 4: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y postest por pregunta, en la temática ácidos nucleicos.

PREGUNTAS TEST		1		2		3		4		5	
		PRE	POS								
RESPUESTAS	A	6	4	1	0	9	34	9	0	10	0
	B	19	35	6	2	13	5	12	0	5	0
	C	9	0	13	0	9	0	10	3	16	39
	D	5	0	19	37	8	0	8	36	8	0
CORRECTAS		49%	90%	49%	95%	23%	87%	20%	92%	41%	100%
INCORRECTAS		51%	10%	51%	5%	77%	13%	80%	18%	59%	0%

Interpretación

El pretest arrojó que aproximadamente la mitad de los estudiantes estaban en la capacidad de interpretar literalmente esquemas y relacionarlos con sus conocimientos previos sobre las características principales de los ácidos nucleicos (estructura, localización a nivel celular y composición química), el resto de los estudiantes no tienen claros conceptos como: nucleótido, base nitrogenada, aminoácido, proteína, ATP, ADP.

Por ser un tema anteriormente desarrollado, los estudiantes en la presentación del pretest, recurren a la memoria pero les falta realizar mayor relación entre los conceptos; la terminología no es de fácil manejo para ellos, por lo tanto, se opta por diseñar para la enseñanza de éstos contenidos una metodología que permita que se den esas asociaciones mentales por parte de los jóvenes y así mejorar sus niveles de comprensión, lo que se evidencia con el cambio de las respuestas en el postest.

La formación de la competencia uso comprensivo del conocimiento científico, se aplica de tal manera que el estudiante pasa de la simple interpretación de los gráficos mostrados en las preguntas 1, 4 y 5, a contrastar el conocimiento que adquirió a través de las actividades planteadas en la secuencia didáctica, por ejemplo, con el laboratorio de aislamiento del ADN los estudiantes lograron comprender la ubicación de éstos ácidos nucleicos en la célula eucariota y con la elaboración del modelo de la secuencia del gen de la hemoglobina, dilucidaron con más claridad la estructura química del ADN, permitiéndole hacer comparaciones con la estructura del ARN.

Al final de éste proceso y con la solución del postest, se pasó a un nivel de eficiencia en las respuestas de las preguntas entre un 87% y 100%, los cuales son resultados significativos teniendo en cuenta que inicialmente las respuestas estaban muy dispersas y el nivel de acierto llegó máximo al 49%. Estos resultados, ayudan a reforzar la teoría de (Ferraz y Terrazan, 2003) sobre la eficiencia del uso de modelos y analogías para mejorar el aprendizaje frente a la utilización de solo textos, también se potencian las habilidades que involucran la motricidad fina y gruesa de los jóvenes.

Aunque el porcentaje de respuestas incorrectas disminuyó considerablemente, debe analizarse este fenómeno ya que solo la respuesta a la pregunta número 5 obtuvo el 100% de aciertos, en la pregunta número 1 el 10% de los estudiantes contestaron que la respuesta correcta era nucleótido (unión de fosfato, azúcar y base nitrogenada), debido a que si bien el concepto es correcto, interpretaron que se le estaba preguntando por la unidad completa y no por una de sus partes que era la base nitrogenada.

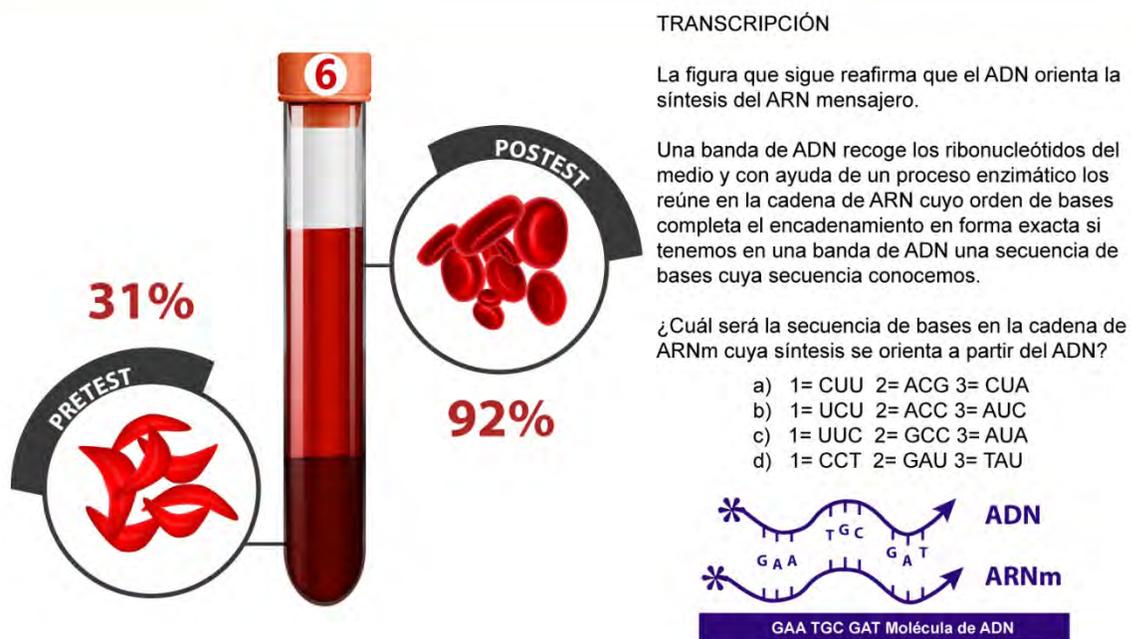
La segunda pregunta el 5%, representado por 2 estudiantes aún confunden algunos términos y asocian la respuesta ATP, por su ubicación en el citoplasma, más no por su estructura y función, confundiéndola así con la molécula del ARN que daba la respuesta

correcta, la pregunta número 3 es la que presenta un porcentaje de acierto del 87%, lo cual es inferior a los resultados de las demás preguntas, en ella 5 estudiantes (13%) responden asociando la ribosa y la desoxirribosa como proteínas y no como azúcares, cómo si lo hicieron sus demás compañeros, esto demuestra que se debe profundizar más en el concepto, composición y estructura de la proteína para que no se dé lugar a la confusión.

3.4.4.2 Síntesis de proteínas

Aquí se muestran los resultados en el desarrollo de 5 preguntas relacionadas con los procesos de transcripción y traducción, las estructuras celulares involucradas, el dogma central de la biología molecular y la relación entre fenotipo y genotipo.

Gráfica 3- 6: Pregunta 6, la transcripción, resultados pretest y postest



SÍNTESIS DE PROTEÍNAS (TRANSCRIPCIÓN)

Pregunta adaptada de Ismael Galindo González. Manual de Biología, Grupo Educativo Helmer Pardo

Respuesta correcta A

Para responder acertadamente la pregunta el estudiante debe tener el concepto claro sobre los nucleótidos complementarios que forman el ARNm a partir de la molécula de ADN.

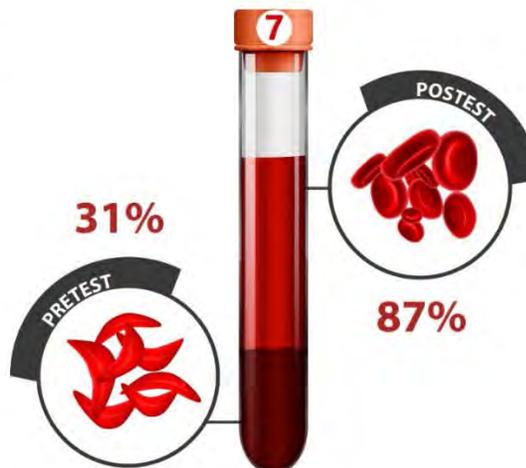
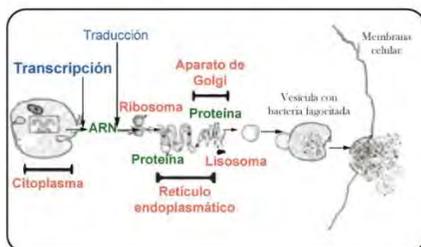
Gráfica 3- 7: Pregunta 7, estructuras intervinientes en la síntesis de proteínas, resultados pretest y postest.

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

En una célula animal las siguientes son las estructuras implicadas en la producción de una proteína de secreción (que sale al exterior):

1. Reticulo endoplasmático rugoso.
2. Ribosoma.
3. Aparato de Golgi
4. Membrana celular.
5. ARN
6. ADN

- a) 6, 5, 2, 3, 1, 4 c) 6, 5, 2, 1, 3, 4
b) 5, 6, 1, 2, 3, 4 d) 6, 5, 3, 2, 1, 4

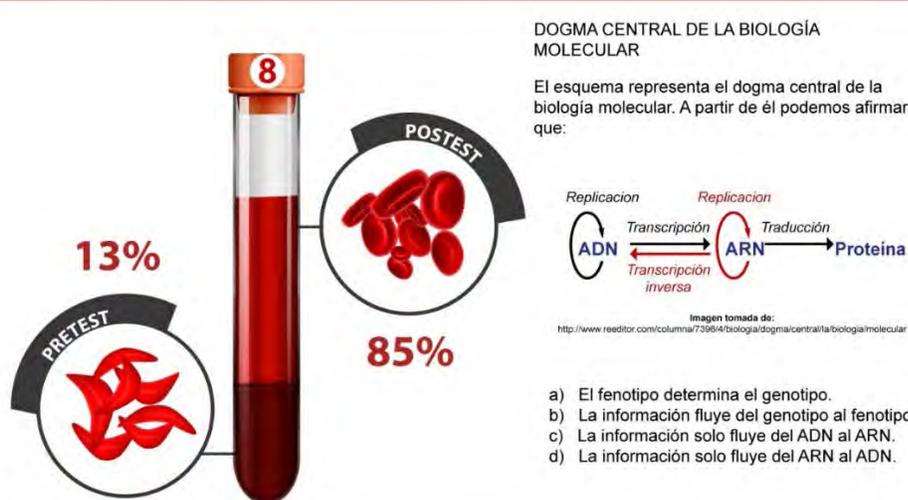


SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Pregunta adaptada de	Ismael Galindo González. Manual de Biología, Grupo Educativo Helmer Pardo
Respuesta correcta	C

Para responder correctamente la pregunta el estudiante debe asociar la teoría sobre el proceso de síntesis de proteínas con los lugares de la célula y las moléculas que allí intervienen.

Gráfica 3- 8: Pregunta 8, dogma central de la biología molecular, resultados pretest y postest.



DOGMA DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR

Pregunta adaptada de	Ismael Galindo González. Manual de Biología, Grupo Educativo Helmer Pardo
Respuesta correcta	B

Para responder correctamente la pregunta el estudiante debe asociar la teoría sobre el proceso de síntesis de proteínas con la definición del genotipo que está definido por el ADN y el fenotipo que está dado por las proteínas.

Gráfica 3- 9: Pregunta 9, traducción, resultados pretest y postest

TRADUCCIÓN

En la figura se muestra la localización del gen que produce una proteína en humanos. Cuando este gen muta (figura derecha). Produce una proteína diferente de la proteína normal.

Lo que determina la proteína que produce el gen es:

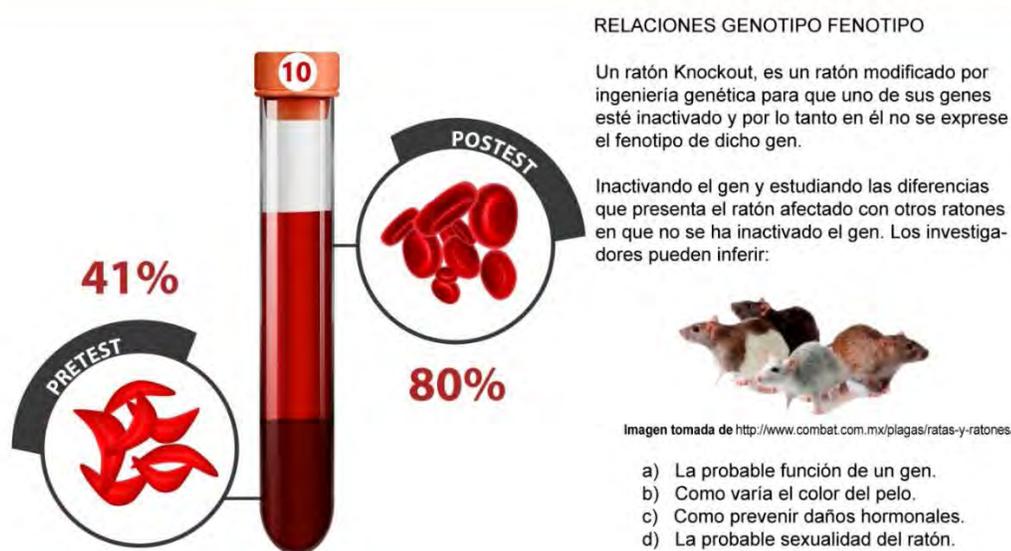
- La secuencia de nucleótidos que posee.
- La localización dentro del cromosoma.
- La configuración helicoidal del ADN.
- El cromosoma al que pertenece el gen.

**TRADUCCIÓN**

Pregunta adaptada de	www.cieing.superate.galileo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190
Respuesta correcta	A

El estudiante debe tener claridad frente al concepto nucleótido para identificar que ésta secuencia es la que determina la estructura de la proteína cuando se realiza el proceso de transcripción y traducción.

Gráfica 3- 10: Pregunta 10, relaciones genotipo, fenotipo, resultados pretest y postest

**RELACIONES GENOTIPO FENOTIPO**

Pregunta adaptada de	Competencia & Éxito, Grupo Educativo Helmer Pardo
Respuesta correcta	A
El estudiante para responder de manera correcta la pregunta debe analizar la información relacionada con el componente ciencia tecnología y sociedad, en la que relacione adecuadamente los conceptos fenotipo genotipo, sin dejarse confundir por la imagen.	

La tabla 3- 5 contiene los resultados obtenidos por los estudiantes del grado noveno antes y después de la intervención de la ingeniería didáctica.

Tabla 3- 5: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y postest por pregunta, en la temática síntesis de proteínas.

PREGUNTAS		6		7		8		9		10	
		PRE	POS								
RESPUESTAS	A	12	36	15	2	5	3	4	22	16	31
	B	10	3	8	1	5	33	8	7	8	7
	C	13	0	12	34	24	0	14	2	7	0
	D	4	0	4	2	5	3	13	8	8	1
CORRECTAS		31%	92%	31%	87%	13%	85%	10%	56%	41%	80%
INCORRECTAS		69%	8%	69%	13%	87%	15%	90%	44%	59%	20%

Interpretación

Con la elaboración del pretest, se observó que anteriormente presentaban dificultades en la interpretación de esquemas y en la agrupación de ésta información con sus conocimientos en el tema, las respuestas se basan en la simple observación de la información que da la misma pregunta, pero no están en la capacidad de inferir más allá, esto quiere decir que dan explicaciones científicas obvias y parten de evidencia explícita.

Diversos autores ya expuestos en el análisis didáctico, han demostrado que la genética y su relación con la síntesis de proteínas es un tema de difícil aprendizaje, debido a que los estudiantes no siempre consiguen establecer asociaciones coherentes entre los diferentes conceptos, ya que es algo no tangible para ellos, debido a la naturaleza celular, molecular y bioquímica del tema.

Los resultados que arrojó el pretest demuestran inicialmente mucha confusión entre los diferentes conceptos, las respuestas se hallan muy dispersas, los estudiantes presentan muchas ideas previas pero sin una conexión fuerte y bien estructurada. En cuanto a los aspectos relacionados con la transcripción se pasó de un porcentaje de acierto 31% en el pretest a un 92% en el postest, la asociación en las estructuras celulares que intervienen en el proceso, de 31% en el pretest a un 87% en el postest, esto evidencia que han logrado establecer relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares en forma eficiente.

En cuanto a los conceptos que se deben manejar para la comprensión del dogma central de la biología molecular, pregunta número 8, se pasó del 13% al 85%, presentándose, un incremento en el porcentaje de acierto, esta pregunta es de un nivel de complejidad mayor ya que el estudiante no se puede basar en la simple observación del esquema, si no que por el contrario debe recurrir al uso comprensivo de sus conocimientos sobre la síntesis de proteínas y el asocio de los mismos con el genotipo y el fenotipo.

Se observa en términos generales que el tema de la síntesis de proteínas es mucho más complejo de asimilar por los estudiantes y aunque los resultados acertados son muy buenos, son inferiores a los obtenidos en la temática de ácidos nucleicos, además es importante analizar porqué existió dispersión en las respuestas como por ejemplo la

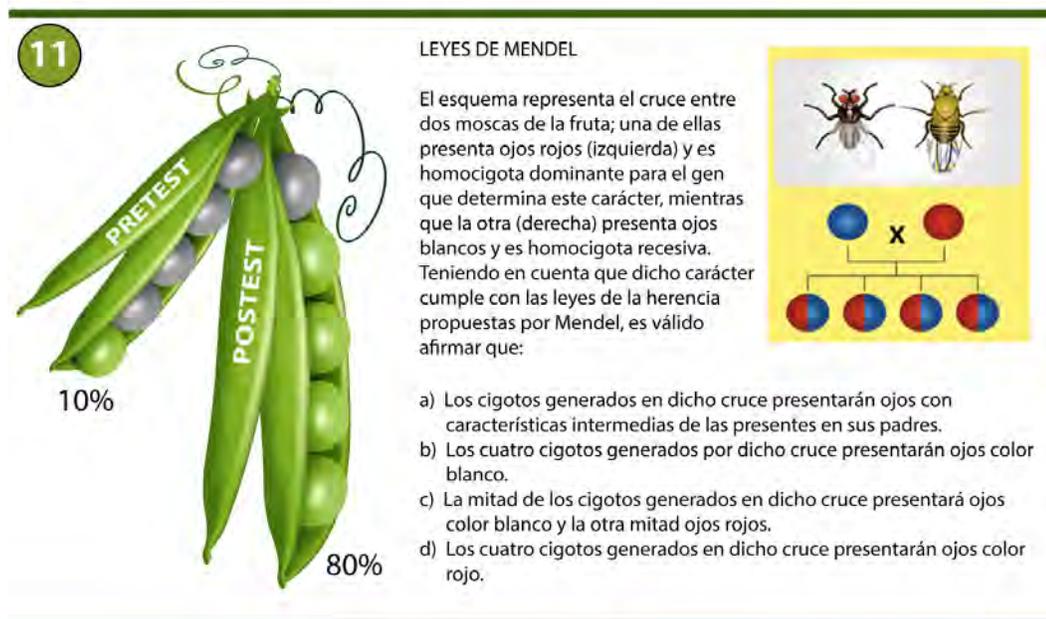
número 9, la cual muestra que el estudiante se confunde cuando se cambia la forma de representación comenzando con el cromosoma, seguido del modelo de la doble hélice, hasta encontrar la proteína.

3.4.4.3 Leyes de Mendel

Aquí se presentan los resultados de los estudiantes en la última temática abordada, relacionada con la genética, los jóvenes en este punto antes de haberse desarrollado la tercera secuencia didáctica, (Anexo C), ya están en la capacidad de diferenciar conceptos como fenotipo – genotipo, gen – alelo, homocigoto – heterocigoto, la estructura del ADN y el ARN, además de las partes que conforman éstos ácidos nucleicos y las interacciones de éstos a nivel celular y de ésta manera el estudiante, comprende con mayor facilidad cada una de las leyes de Mendel, además reconoce la importancia del trabajo realizado por el padre de la genética.

A continuación se presentan 5 preguntas utilizadas para evaluar la temática de las leyes de Mendel y los resultados del pretest versus el postest, estas constan de situaciones sobre cruces a realizar y la aplicación de cada una de las leyes de Mendel para su correspondiente solución.

Gráfica 3- 11: Pregunta 11, primera Ley de Mendel, resultados pretest y postest



LEYES DE MENDEL (LEY DE LA UNIFORMIDAD)

Pregunta adaptada de	www.cieing.superate.galileo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190
-----------------------------	---

Respuesta correcta	D
---------------------------	---

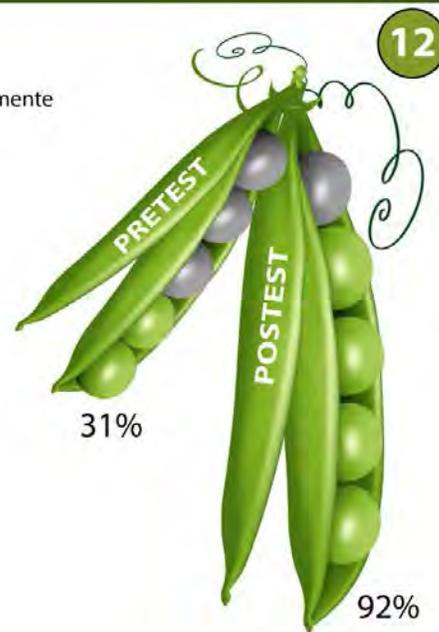
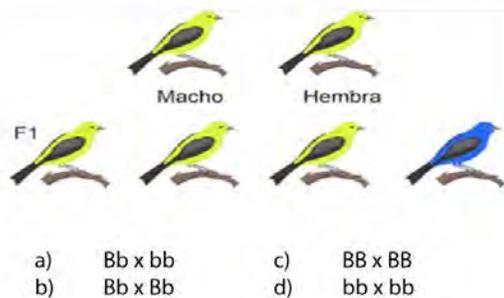
El estudiante para acertar en la respuesta, deberá tener claro el concepto fenotipo, genotipo, dominante y recesivo, además aplicar sus conocimientos sobre primera ley de Mendel.

Gráfica 3- 12: Pregunta 12, segunda Ley de Mendel, resultados pretest y postest

LEYES DE MENDEL

En la figura se muestran 4 aves descendientes de padres fenotípicamente iguales.

¿Cuál es el genotipo de los padres?



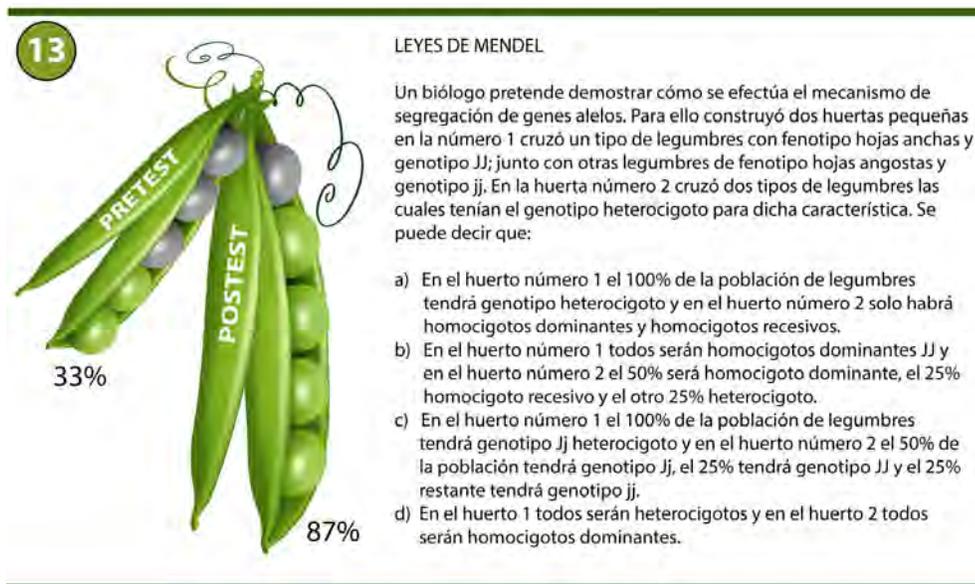
LEYES DE MENDEL (LEY DE LA SEGREGACIÓN)

Pregunta adaptada de	www.cieing.superate.galileo.net/mod/quiz/attemp.php?attempt=1223190
-----------------------------	---

Respuesta correcta	B
---------------------------	---

El estudiante debe asociar correctamente la representación de los parentales que son heterocigotos.

Gráfica 3- 13: Pregunta 13, primera y segunda Ley de Mendel, resultados pretest y postest



LEYES DE MENDEL

Pregunta adaptada de	Ismael Galindo González. Manual de Biología, Grupo Educativo Helmer Pardo.
Respuesta correcta	C

El estudiante para responder correctamente, deberá reconocer la aplicación de la primera y segunda ley de Mendel y su respectiva representación en cuanto al genotipo.

Gráfica 3- 14: Pregunta 14, tercera Ley de Mendel, resultados pretest y postest



La tabla 3- 6 muestra las respuestas de los estudiantes tanto en el pretest como en el postest, observándose que ellos pasan de un nivel bajo o básico, en el cual la información que ofrece la pregunta y captan sus sentidos son la fuente principal para su solución, a un nivel superior en las respuestas, donde el conocimiento adquirido sobre el tema es tan fuerte que aunque no sea tangible en la misma pregunta, ellos lo manejan con propiedad, para darle sentido y de esta manera contextualizarla y responder con mayor facilidad los cuestionamientos.

Tabla 3- 6: Resultados de cada opción de respuesta en el pretest y postest por pregunta, en la temática Leyes de Mendel.

PREGUNTAS		11		12		13		14		15	
		PRE	POS								
RESPUESTAS	A	15	3	9	1	6	1	11	6	5	38
	B	8	1	12	36	12	4	11	1	10	0
	C	12	4	9	1	13	34	12	0	10	1
	D	4	31	9	1	8	0	5	32	14	0
CORRECTAS		10%	80%	31%	92%	33%	87%	13%	82%	13%	97%
INCORRECTAS		90%	20%	69%	8%	67%	13%	87%	18%	87%	3%

Interpretación

Con la elaboración del pretest, se evidenció que los estudiantes presentaban muchos vacíos conceptuales relacionados con la distinción del fenotipo, genotipo, la representación del heterocigoto, la diferenciación de las Leyes de Mendel y la aplicabilidad de cada una de éstas. Aunque se esté diciendo lo mismo pero se realice un cambio en el lenguaje matemático de la probabilidad a las proporciones, los estudiantes se confunden ya que no tienen una buena fundamentación en matemáticas.

Es importante que el estudiante interprete y entienda que es lo que se le está preguntando, para que la misma redacción de la pregunta no se convierta en la primera barrera que encuentra, en el caso de la aplicación de las leyes de Mendel, es necesario plantear cruces que el estudiante no ha realizado antes, pero si conoce la fundamentación de la ley, la forma de realizar los cruces y la simbología empleada para representarlos, podrá encontrar con mayor facilidad la respuesta con la realización de un procedimiento adecuado.

Los resultados del pretest, pregunta 11, muestran mucha dispersión en las respuestas, pero hay una especial concentración en las opciones A (15 estudiantes) y C (12 estudiantes), en donde se demuestra que ellos, se guían por la información gráfica, pero no hacen uso del conocimiento comprensivo de la ley de Mendel, requerida para la solución del problema planteado, con el posttest, se pasó de 10% a un porcentaje de acierto del 80%, pero aun así siguen marcando las opciones A (3 estudiantes) y C (4 estudiantes), representando el 18% de las respuestas incorrectas, lo que indica que continúan presentando falencias en la comprensión de la ley de la uniformidad.

En el caso de la ley de la segregación, pregunta 12, hay mucho más dominio de ésta, alcanzándose un 92% de acierto en el posttest, además de la comprensión de la representación del genotipo y el resultado de las proporciones cuando los parentales son heterocigotos, los estudiantes comprenden que algunos alelos quedan ocultos (recesivos) y pueden manifestarse en una generación posterior.

La pregunta número 13, reúne la aplicación de la ley de la uniformidad y la ley de la segregación, el contenido de la pregunta es mucho más extensa que la 11 y 12, además no presenta gráficos, por lo tanto es más abstracta, los resultados en el pretest fueron de 33% y en el posttest 87% de acierto, se nota que en ambas aplicaciones de la prueba hay concentración de la respuesta B, aunque ya en menor porcentaje, esto puede explicarse con los argumentos planteados por (Deadman y Kelly, 1978), citado por (Bugallo, 1995). Estos investigadores indican que la inapropiada comprensión de la probabilidad y la ausencia de un concepto simplificado de la herencia mendeliana pueden actuar como inclusores y son algunos de los mayores obstáculos para el desarrollo de conceptos más elaborados.

Las preguntas 14 y 15, apuntan a evaluar la comprensión de la ley de la segregación independiente de caracteres, en el pretest, ambas preguntas obtuvieron igual cantidad de respuestas correctas lo que corresponde al 13%, sin embargo en el posttest, estas respuestas obtuvieron el 82% y 97% de acierto respectivamente, esto es un avance considerable ya que la tercera ley de Mendel presenta mayor dificultad para su comprensión.

Conclusiones y Recomendaciones

1.4 Conclusiones

El diagnóstico sobre el estado de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico, realizado a los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, sirvió de punto de partida para conocer sus ideas previas, evaluar los conceptos clave necesarios para el desarrollo del tema y de ésta manera poder contextualizar las actividades a desarrollar

Se comprobó que la ingeniería didáctica es una excelente estrategia metodológica para aplicar en el aula, debido a que tiene 4 fases muy claras para establecer un derrotero de trabajo, además, se puede reflexionar continuamente sobre el proceso de enseñanza aprendizaje, permite realizar ajustes a lo largo de su implementación y con ello lograr mejores resultados, para conseguir superar los obstáculos hallados desde el contexto y la teoría, en cuanto a la enseñanza de la genética.

Con los hallazgos en la fase de análisis preliminar y a priori, se diseñaron e implementaron tres secuencias didácticas, aplicadas como parte de la experimentación, las cuales involucran en su mayoría actividades que requieren el uso TIC, se observó que los estudiantes se motivan más cuando utilizan las nuevas tecnologías, como por ejemplo el programa Cmap tools para elaborar mapas conceptuales y el Cloud Lab para la realización de laboratorios virtuales, utilizados para mejorar la comprensión de las leyes de Mendel.

Durante la experimentación y la fase de análisis a posteriori, se evaluó el nivel de la competencia, uso comprensivo del conocimiento científico en genética, a los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, con la presentación del postest, diseñado con 15 preguntas de selección múltiple con única respuesta, en

donde todas las preguntas apuntan a la competencia uso comprensivo del conocimiento científico y basándonos en los argumentos de (Marín, 1994), los estudiantes han superado la repetición, ya que un porcentaje muy bajo de las respuestas permanecen inalterables con respecto al pretest, con las actividades introducidas tras la aplicación de la estrategia metodológica y la mayoría logró llegar a la fase de adaptación o diferenciación de los conceptos.

En conclusión, además de los exitosos resultados arrojados por la aplicación de la ingeniería didáctica como estrategia metodológica, y toda la fundamentación ya presentada, que sirve como base para posteriores análisis metodológicos, se crearon tres secuencias didácticas que sirven como material curricular innovador, que puede ser utilizado en otros contextos estudiantiles, con el fin de superar las barreras que existen a nivel epistemológico con respecto a la formación en genética, que responde a un modelo constructivista, dejando de un lado las clases que se ejecutan mediante el modelo tradicional.

En los estudiantes se observaron actitudes favorables frente al estudio de los diferentes contenidos de la genética, permitiéndoles solucionar problemas, comprender la información de tipo científico, mejorar sus procesos de argumentación y comunicación de la información, los cuales se evidenciaron en la elaboración de informes de laboratorio, mapas conceptuales, respuestas a preguntas de análisis y las explicaciones dadas por ellos en forma oral; con la ejecución de las secuencias didácticas se evaluaron continuamente sus aprendizajes y los estudiantes reflexionaron sobre ellos, propiciando procesos de metacognición.

Los jóvenes necesitan que les impongan retos, por lo tanto se deben buscar métodos de enseñanza más eficientes que los modelos tradicionales y el constructivismo es una opción, ya que con la elaboración de las secuencias didácticas el estudiante participa activamente, desde el establecimiento del contrato didáctico hasta la realización de las actividades en las cuales conocían de antemano los objetivos que se pretendían alcanzar; el uso de las TIC además los motiva ya que son herramientas que no solo les van a ser de utilidad en el aprendizaje de una sola área, si no que les ayuda a adquirir competencias para la vida y el adecuado uso de la información.

1.5 Recomendaciones

Es prudente realizar otras investigaciones en donde se aplique la ingeniería didáctica como estrategia metodológica en el aula, desde otros temas y áreas diferentes del conocimiento con el fin de evaluar su pertinencia, efectividad y de esta manera también se vuelva más popular la aplicación de estrategias de investigación en el aula, muy necesarias para lograr mejorar cada vez los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los docentes debemos innovar en nuestras prácticas de aula, más que una recomendación, es una invitación a los docentes, sobre todo del área de ciencias naturales, para que implementen la ingeniería didáctica, ya que presenta una metodología organizada que tiene en cuenta los diferentes aspectos que influyen en el aula, las secuencias didácticas permiten realizar un diseño de las actividades de acuerdo a las necesidades reales del contexto y de ésta manera el aprendizaje es más efectivo.

Bibliografía

Acevedo, J.A. (2005b). Proyecto ROSE: relevancia de la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. España, 2(3), pp 440-447.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K, & Walter, P (2002). *Molecular Biology of the Cell*, 4th edition. New York: Garland Science; capítulo 6.

Area, M. (2003). *Guía didáctica: creación y uso de webs para docencia universitaria*. EDULLAB: Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de La Laguna. Recuperado de <http://www.edullab.org/index.htm>.

Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. En M. Artigue, R., Douady, L., Moreno y Gómez, P. *Ingeniería didáctica en la educación Matemática*. "Una empresa docente". México: Grupo Editorial Iberoamérica S.A, pp 33-59.

Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (1995). *Ingeniería didáctica en educación matemática. Un esquema para la investigación y la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas una empresa docente*. México: Grupo Editorial Iberoamérica, p. 33.

Ayuso, E., y Banet, E. (2002) alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias*. España 20 (1), pp 133-157.

Bachelard, G (2000). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Siglo XXI editores. México, D.F, p 27.

Baker, J., & Allen, G. (1970). *Biología e investigación científica*. Fondo educativo interamericano, S.A, pp 353 – 369.

Banet, E & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science education*. Vol 84,(3), pp 313–351.

Beals, J.K. (1995). Creative genetics. A lab for all seasons. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 24 (3), pp. 183-185.

Brousseau, G. (1986). *La theorisation des phenomenes d`enseignement des Mathematiques*, tesis, Burdeos.

Bugallo, A. (1995). *La didáctica de la genética revisión bibliográfica enseñanza de las ciencias*. Departamento de Didáctica das Ciencias. Universidad de Santiago de Compostela. *EU Magisterio* 13 (3), pp 379-385.

Calderón, D. I. (2005). *Dimensión cognitiva y comunicativa de la argumentación en matemáticas*. [Tesis doctoral]. Cali: Universidad del Valle.

Calderón D. I y León O. L. (2001); *La ingeniería didáctica como metodología de investigación del discurso en el aula*. Capítulo 3 pp 71 - 103.

Calderón, D. I., y León, O. L. (2001). *Requerimientos didácticos y competencias argumentativas en matemáticas*. Bogotá: IDEP-Colciencias.

Camejo, A (2006); “La epistemología constructivista en el contexto de la post-modernidad”.

Carretero, M. (1985). El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: Las operaciones formales. En Carretero, M., Palacios, J. & Marchesi, A. (comps.), *Psicología Evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud*. Madrid: Alianza, pp. 37-94.

Castañeda A., Rosas, A., y Molina, J. (2012). La institucionalización del conocimiento en la clase de matemáticas: Un estudio sobre el discurso del aula. *Perfiles educativos*, 34(135), pp. 26-40.

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique grupo editor S.A. Argentina primera edición, p 46.

Chevallard, Y. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique. *La notion de distance, Recherches en didactique des mathématiques*, 3, (2), pp. 157–289.

Deadman, J. y Kelly, P., (1978), What secondary boys understand about evolution, and heredity before they are taught the topics. *J. Biol. Education*, 12. pp 7-15.

De Faria, (2006). *Ingeniería didáctica. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. Recuperado de: www.cimm.ucr.ac.cr/edefaria.

De Vries, H. (1900). Sur la loi de disjonction des Hybrides. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, pp. 845-847.

Douady R., (1995). La ingeniería didáctica y la evolución de su relación con el conocimiento. En M. Artigue, R. Douady, L. Moreno y P. Gómez. *Ingeniería didáctica en la educación Matemática. "Una empresa docente"*. México: Grupo Editorial Iberoamérica, p. 61.

Ferraz, D.F., y Terrazan, E.A. (2003). Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: Que relação? *Ciência e Educação*, 9, pp. 213-227.

Furió, C., y Vilches, A. (1999). *Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI*. I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias". Cuba. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/salactsi/ctseduccion.htm>.

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, A.J., y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 365-376.

Galindo, I (2006). 3 Manual de biología. Serie PREICFES. Helmer Pardo Grupo Educativo. Colombia, pp38 – 43.

Garcia, B., y Fortea, B. (2006).Ficha metodológica coordinada por Universitat Jaume.

Galagovsky, L.R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: el modelo teórico. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), pp. 229-240.

Garvin, W., & Stefani, L., (1993). Genetics-genetic disorder and diagnosis: a role-play exercise. *Journal of Biological Education*, Vol. 27 (1), pp. 51-57.

Gribbin, J. (2001). Introducción a la ciencia una guía para todos (o casi). Yale Nota Bene, p 119.

Griffiths, A. (2008). Genética. Mc Graw – Hill. Interamericana de España. (p 68).

Griffiths, A, Miller, J, Suzuki, D, Lewontin, R; and Gelbart W. (2000). *An Introduction to Genetic Analysis*, 7th edition, New York: W. H. Freeman.

Guevara, G. (2004). ADN: Historia de un éxito científico. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*. Bogotá: Universidad El Bosque, Vol 3, pp. 9-40.

Inhelder, B., y Piaget, J. (1955). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires: Paidós.

Íñiguez, F., y Puigcerverel, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. España. 10(3), pp. 307-327.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Brasil Enseñanza de las ciencias*, 24(2).

Justi, R., & Gilbert, J.K. (2002a). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), pp. 369-387.

Kornblihtt, A (2013). El descubrimiento de la estructura del ADN relatado por Francis Crick a su hijo Michael, Instituto de Fisiología, Biología Molecular y Neurociencias, UBA-Conicet Vol 22 (132), pp. 56, 57.

Lacadena, J. (2000). Conmemorando un Siglo de Genética (1900-2000). *Anal. Real Acad. Farm.* Vol. 66, (4).

Lerner, D. (2001). Leer y escribir en la escuela, lo real, lo posible y lo necesario. Argentina. Secretaría de Educación Pública. Fondo de Cultura Económica, p.9.

Limón, M., y Carretero, M. (1995). Aspectos evolutivos y cognitivos. Monográfico sobre la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Cuadernos de Pedagogía*, 238, pp. 39-41.

Marín, N. (1994). Evolución de los esquemas explicativos en situaciones de equilibrio mecánico. Tesis doctoral. Universidad de Granada.

Marin, N & Jimenez, E (1996). ¿Cuándo un contenido académico tiene significado para el alumno? Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*. España. 14 (3), pp. 323-330.

Marqués, G. (2000). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. DIM (Didáctica y Multimedia). Recuperado de <http://dewey.uab.es/pmarques/dim/>

Martín Vegas, R. (2009). Manual de Didáctica de la Lengua y literatura. Madrid: Síntesis, p.120.

Martínez, M (2003). Análisis del contenido de genética en textos de educación no universitaria. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, Universidad de Zaragoza. España. Vol. 17, (1), pp. 207-208.

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Colombia, p. 138.

MEN (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje. Colombia, p. 31-33.

MEN (2014). Pruebas saber 3°, 5° y 9° lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2014. Colombia, p. 100.

Monaghan, F & Corcos, A (1990). The real objective of Mendel's paper. Biology and Philosophy, p. 280. DOI. [10.1007/BF00165254](https://doi.org/10.1007/BF00165254).

Nieda, J. (2001). Las ciencias en la ESO: una mirada particular. Alambique, España. Vol 27, pp. 9-18.

Nieda, J. y Macedo, B. (1997). Un currículo científico para los estudiantes de 11 a 14 años. Santiago de Chile: OEI. UNESCO, p 9.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2000). Informe de la reunión de expertos sobre laboratorios virtuales. París, p. 3.

Piaget, J. (1970). La evolución intelectual entre la adolescencia y la edad adulta. Lecturas de Psicología del niño. Madrid: Alianza, pp. 208-213.

PISA (2015). Resultados clave. OCDE. Mejores políticas para una vida mejor, p.5. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa>.

Pontes P, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Vol 2 (1), pp. 2-18.

Przesmycki, H. (2000): La pedagogía del contrato. Barcelona: Editorial Graó.

Radford, A. & Bird-Stewart, J.A. (1982). Teaching genetics in schools. Journal of Biological Education, Vol. 16 (3), pp. 177-180.

Reid, D.J. y Hodson, D. (1993). Ciencia para todos en secundaria. Madrid: Narcea S.A ediciones. España, pp 24 – 34.

Sampieri, R., Collado, C., Lucio, P. (2003), Metodología de investigación McGraw-Hill interamericana México, D.F.

Soares, K.C,. Pinto, M.C,. y Rocha, M.O. (2005). Genética na sala de aula: Estratégias de Ensino e Aprendizagem.

Stewart, J.H. y Van Kirk, J., (1990). Understanding and problem-solving in classical genetics, International Journal of Science Education. Vol 12(5), pp. 575-588.

Stewart, J. (1983). Student problem solving in high school genetics. Science Education, Vol. 67, pp. 523-540.

Tiessen A, y Palacios, N (2007). “Las aventuras de la pandilla ADN”, experimentando con biotecnología. Fundación ciencia activa. Mexico, pp.18-20.

Vázquez, A., Acevedo, J.A., y Massanero, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 4(2).

Vilá i Santasusana, M., Ballesteros, C., Castellá, M., Cros, A., Grau, M., y Palou J. (2005). El discurso oral formal. Barcelona: GRAÓ, p.122.

Villee, C. (1988). *Biología séptima edición*. Mc Graw Hill. Mexico, pp.12-14.

Vygotski, L. S. (1931). *Psicología del adolescente en Vygotski, L.S. Obras escogidas IV*. Madrid: Aprendizaje. Visor, p. 11.

Watson, J & Crick, F (1953). Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid, *Nature* 171, pp. 737-738. DOI: 10.1038/171737a0.

Wood-Robinson C., Lewis J., & Leach J. (2000). Young people's understanding of the nature of genetic information in the cells of an organism. *J. Biol. Educ.* Vol 35 (1), pp. 29–36.

Zabala, A., y Arnau, L. (2007). *Cómo aprender y enseñar competencias 11 ideas clave*. Barcelona, Editorial Graó, pp. 13.

Anexo A: Secuencia didáctica estructura de los ácidos nucleicos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Institución Educativa Francisco José de Caldas

ANEXO A

- 1 DIAGNÓSTICO
- 2 EXPERIMENTACIÓN
- 3 MODELADO

Descripción general:

Las actividades de ésta secuencia didáctica fueron diseñadas con el fin de que los estudiantes reconozcan las principales características de la estructura de los ácidos nucleicos, las competencias que él desarrollará le permitirá asociar elementos utilizados en la vida cotidiana con las bases teóricas sobre la estructura de las células vegetales eucariotas y la importancia de los ácidos nucleicos para los seres vivos.

Aprendizajes esperados:

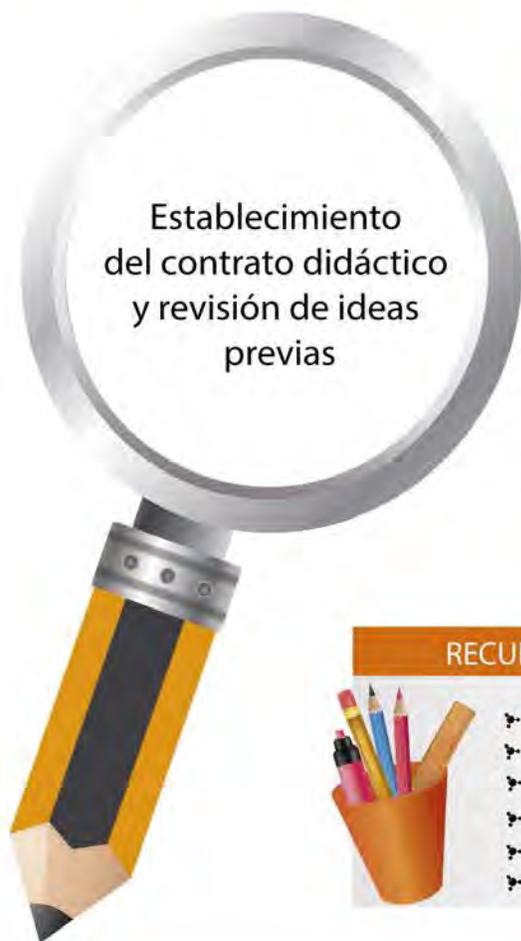
Reconocer la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario.

Usar la libertad de expresión y respetar las opiniones ajenas, cumplir su función cuando trabaja en grupo y respetar las funciones de las demás personas.

ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS NUCLÉICOS

1

DIAGNÓSTICO



OBJETIVO



- Presentar la temática y establecer el contrato didáctico.
- Explorar los conocimientos que los estudiantes tienen con relación a las características de los ácidos nucleicos.

TIEMPO SUGERIDO

2 horas



RECURSOS DIDÁCTICOS



- Pliegos de papel bond
- Marcadores
- Cintilla
- Pretest en formulario de google drive
- Computadores
- Red internet

PRODUCCIÓN

Se realiza una descripción general del tema, se establecen las reglas generales de seguridad, el papel que cumplirá el docente y los aprendizajes esperados con el fin de que se cumplan los 4 principios planteados por García y Fortea (2006), sobre el contrato didáctico:



1 DIAGNÓSTICO

PRODUCCIÓN

- ① El mutuo consentimiento: porque es un acuerdo de voluntades para que se inicie el proceso.
 - ② Aceptación positiva del estudiante.
 - ③ Negociación de los distintos elementos.
 - ④ Compromiso por parte del docente y del estudiante para cumplirlo.
- En un pliego de papel bond se escriben los principales acuerdos del contrato didáctico establecido entre el docente y los estudiantes.
 - Se ingresa a la siguiente dirección electrónica: <https://goo.gl/forms/IQKGM4kzIV1iZus62>, allí se encontrarán preguntas relacionadas con el tema a desarrollar.
 - Se deben completar todos los datos que pide el formulario.
 - Al final dar Click en enviar.



PRE - TEST SOBRE GENÉTICA

Las preguntas que aparecen a continuación son de selección múltiple con única respuesta. Elija la respuesta que considere correcta y al final de cada ítem haga clic en el botón enviar.

NOMBRE COMPLETO *

GRADO *

EDAD *

Establecimiento
del contrato didáctico
y revisión de ideas
previas

EVALUACIÓN



A través de los resultados obtenidos en el pretest y determinando las fortalezas y debilidades de los estudiantes en el tema tratado, se plantean las actividades de la secuencia didáctica. El docente explicará a los estudiantes las estadísticas obtenidas, sin socializar con ellos las respuestas.

2 EXPERIMENTACIÓN

OBJETIVO



- Aislar el ADN de un vegetal y observarlo.
- Comprender donde está ubicado el ADN a nivel celular.

TIEMPO SUGERIDO

2 horas 30 minutos



RECURSOS DIDÁCTICOS

- 4 Hojas de espinaca.
- 1 Cuchillo
- 1 Tabla para picar verduras.
- 1 Licuadora
- Sal
- Polvo ablandador de carne.
- Filtro para café de tela o papel
- Jabón lava platos
- 2 Vasitos transparentes
- Cuchara plástica
- 3 Palillos por estudiante
- Alcohol antiséptico
- Trapito para limpiar.



2 EXPERIMENTACIÓN



PRODUCCIÓN



PROCEDIMIENTO A (EN CASA): 30 MIN

Consejos de seguridad: Es mejor que un adulto te acompañe y te ayude, maneja cuidadosamente el cuchillo cuando vas a cortar el material vegetal, nunca metas las manos dentro de la licuadora, asegúrate que la conexión de la licuadora esté lejos de cualquier fuente de agua, pues puede ocurrir un corto circuito si el enchufe está mojado.

¿Qué hacer?

- Parte las hojas de espinaca en pedazos, usando para ello el cuchillo y la tabla para picar verduras.
- Añade los trozos a la licuadora y agrega una cucharadita de sal y 1 vaso con agua; licúa la mezcla hasta observar una masa un poco espesa.
- Pasa por el filtro el filtrado anterior hasta asegurarse de que no queden residuos sólidos.
- Envasa el jugo de espinaca en una botella para traerlo al colegio.



PROCEDIMIENTO B (EN EL COLEGIO): 1H

Consejos de seguridad: Recuerda que el alcohol antiséptico es una sustancia inflamable por lo tanto no debe estar cerca de una llama, además es una sustancia que no bebe ingerirse y evitar el contacto con los ojos.

Adaptada de la cartilla
"Las aventuras de la pandilla ADN", experimentando con biotecnología.
Axel Tiessen Favier, Natalia Palacios Rojas, pags 18-20.

2 EXPERIMENTACIÓN



PRODUCCIÓN



MANOS A LA OBRA

- Agrega en uno de los vasitos, jugo de espinaca aproximadamente hasta la mitad.
- En otro vasito añade 2 cucharadas de agua y un poquito de jabón lava platos en barra, revuelve hasta disolver completamente el jabón y luego agrega media cucharadita de ablanda carne, revuelve durante 1 minuto, también puede usarse jabón líquido, agregar 2 cucharaditas.
- Vierte al vaso 1 (el que tiene el jugo de espinaca), la mezcla anteriormente obtenida y con los 3 palillos revuelve vigorosamente durante 10 minutos la nueva mezcla.
- Añade al vaso 2 cucharadas de alcohol y deja reposar durante 2 minutos, en el transcurso de este tiempo observa lo que sucede y toma apuntes.

¿QUÉ VAS A VER?

Una sola molécula es muy pequeña para verla sin un microscopio. Pero si tienes muchas moléculas de ADN juntas se forman filamentos blancos. El alcohol flota arriba de tu mezcla de espinaca y después de unos minutos unas burbujitas y unos filamentos pegajosos se van a formar. Con un palillo trata de separar unos fragmentos gelatinosos que se observan flotando en el alcohol; trata de tocarlos, este es el ADN.

PREGUNTAS ORIENTADORAS:

Recuerda elaborar el informe de laboratorio y entregarlo en la siguiente sesión de clase con las respuestas a las siguientes preguntas, es importante registrar las páginas de internet o libros consultados y reportarlos en las referencias bibliográficas o webgrafía.



2 EXPERIMENTACIÓN

PRODUCCIÓN

- ¿Qué tipo de microscopio se debe emplear para observar la molécula de ADN?
- ¿Por qué se deben triturar las hojas de la espinaca con la licuadora?
- ¿Qué es el ablanda carne y qué función cumple en este procedimiento de laboratorio?
- ¿Qué función cumple el jabón lava platos en este procedimiento?
- ¿Para qué se utiliza el alcohol en este procedimiento?
- Consulta que otros procedimientos se realizan a nivel científico para lograr el aislamiento del ADN.
- Bajo qué circunstancias se debe realizar el aislamiento de ADN
- Averigua para que sirve determinar el orden de las bases nitrogenadas en el ADN. Ayúdate consultando sobre el genoma.
- ¿Qué procedimientos pueden realizarse para aislar el ARN?
Realiza un pequeño recuento histórico sobre la genética.



PRODUCCIÓN 1H

El docente dará la instrucción de que los estudiantes se organicen en mesa redonda para la socialización de las respuestas a las preguntas orientadoras, se elegirá un moderador el cual tiene la función de regular los tiempos de intervención, asignar la palabra cuando sea necesario y un secretario que registrará las conclusiones de la actividad y el vocero hará lectura de ellas al final.

EVALUACIÓN



Los equipos de laboratorio deberán entregar sus informes éstos se revisarán y se les realizarán las observaciones correspondientes de tal manera que puedan realizar las correcciones y así la evaluación será formativa.



3

MODELADO



Modelado del gen de la Hemoglobina normal y el gen mutado.

OBJETIVO



Reconocer las diferentes partes que componen la estructura de los ácidos nucleicos y sus características.

TIEMPO SUGERIDO



2 horas

RECURSOS DIDÁCTICOS

- ✦ Cartulina
- ✦ Papel de colores
- ✦ Tijeras
- ✦ Marcadores
- ✦ Pegante



PRODUCCIÓN



Busca un compañero para la realización de éste trabajo, cada uno con sus materiales, se pondrán de acuerdo a quien le corresponderá representar la cadena normal y a quien la cadena mutada del gen de la hemoglobina.



3

MODELADO



PRODUCCIÓN

Lee con atención el siguiente enunciado:

El diccionario de la Real Academia Española define a la hemoglobina como: Proteína de la sangre, de color rojo característico, que transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta los tejidos.



Una representación de su estructura proteica es como aparece a continuación:

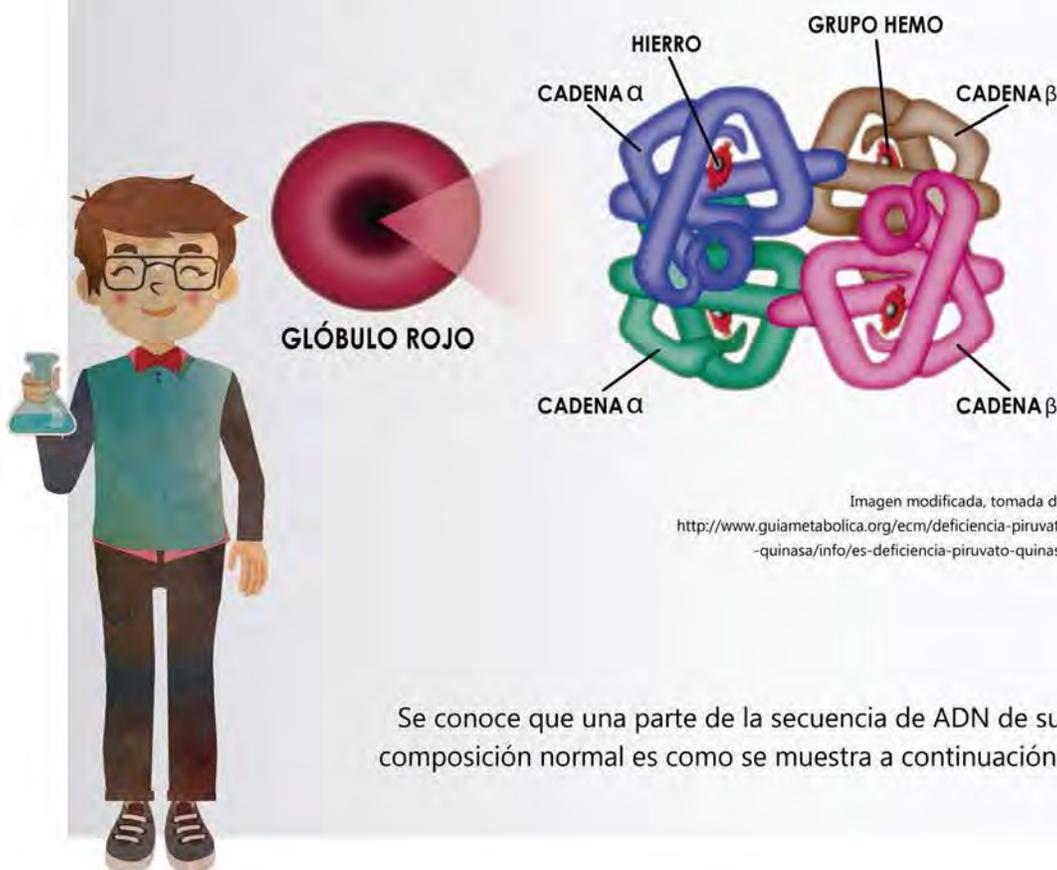


Imagen modificada, tomada de:
<http://www.guiametabolica.org/ecm/deficiencia-piruvato-quinasa/info/es-deficiencia-piruvato-quinasa>

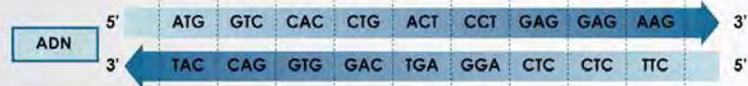
Se conoce que una parte de la secuencia de ADN de su composición normal es como se muestra a continuación:

3

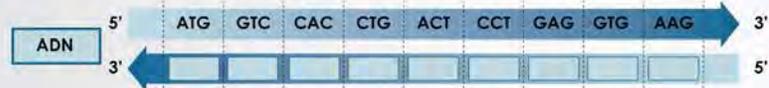
MODELADO



PRODUCCIÓN

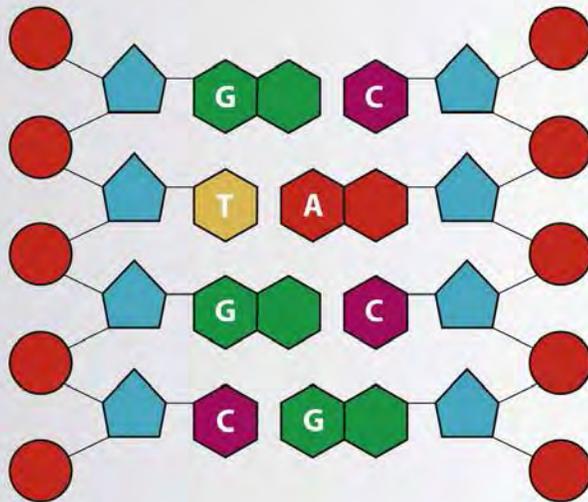


Se encontró una estructura anormal que causa una enfermedad conocida con el nombre de anemia falciforme, esta estructura es como se ilustra a continuación:



MANOS A LA OBRA

Ayudándote de la información que aparece en la siguiente imagen sobre la estructura de los ácidos nucleicos



3

MODELADO



PRODUCCIÓN

Realizar en papel de diferentes colores círculos que representen los fosfatos, pentágonos que representen la desoxirribosa y la estructura de las purinas y las pirimidinas para mostrar las bases nitrogenadas que conforman el ADN, realizar la cadena principal y la complementaria.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

- Cuales son las principales características en la estructura química que diferencian la molécula del ADN de la del ARN.
- En que parte de la célula Eucariota esta ubicada la molécula del ADN y la del ARN.
- Qué diferencias encuentre entre la cadena normal y la mutada.
- Consulta un poco más sobre la anemia falsiforme.



EVALUACIÓN

Cada respuesta se valorará con un máximo de una unidad, teniendo en cuenta los procesos de argumentación de los estudiantes y durante la socialización se incentivará la participación con la unidad restante.

Anexo B: Secuencia didáctica síntesis de proteínas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Institución Educativa Francisco José de Caldas

ANEXO B

- 1 CONCEPTUALIZACIÓN
- 2 APLICACIÓN
- 3 LÚDICA

Descripción general

Es necesaria la fundamentación básica de los conceptos para la comprensión de la temática y para lograrlo se recurre al uso de las Tic, para desarrollar el tema desde la relación de las estructuras celulares que intervienen en la síntesis de proteínas y sus funciones en el proceso desde el genotipo hasta la expresión del fenotipo.

Aprendizajes esperados

Establece relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.

SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

1 CONCEPTUALIZACIÓN



OBJETIVO

Relacionar en forma lógica los conceptos que están en torno al tema síntesis de proteínas.

TIEMPO SUGERIDO

2 horas



RECURSOS DIDÁCTICOS



- Computadores con conexión a internet
- Memoria USB

PRODUCCIÓN

Definir cada uno de los siguientes términos:

GENÉTICA **GEN** cromosoma homólogo **ADN** NUCLEÓTIDO ALELO
 CROMOSOMA HEBRAS PARALELAS TRANSCRIPCIÓN **TRADUCCIÓN**
HOMOCIGOTO HETEROCIGOTO DOMINANTE **RECESIVO** GENOMA
 AMINOÁCIDO ARN **RIBOSA** DESOXIRIBOSA RIBOSOMA
NÚCLEO PROTEÍNA ARNM ARNR **ARNT** RIBONUCLEÓTIDO FENOTIPO
 RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO APARATO DE GOLGI GENOTIPO



1

CONCEPTUALIZACIÓN



PRODUCCIÓN

Consultar su significado en la red, empleando las siguientes direcciones electrónicas:

- ✦ <http://www.diccionario.babylon-software.com/>
- ✦ <http://www.miapic.com/a-diccionario-de-ciencias>
- ✦ <http://www.wordreference.com/>
- ✦ <http://www.rae.es/>



Entregar en Word un documento con el resultado del trabajo realizado. La docente selecciona imágenes que representen cada término y de la lista de significados consultados por los estudiantes los más precisos y concisos, de ésta manera se realiza un trabajo de construcción colectiva y se organizan en una presentación de power point para luego ser socializada.

Con el fin de relacionar los términos y darle sentido a su significado, se presentan dos videos sobre síntesis de proteínas. Realizar un informe sobre los videos.

- ✦ <https://www.youtube.com/watch?v=pdMD6ohp1fM>
- ✦ https://www.youtube.com/watch?v=VgZS_jhtF14

EVALUACIÓN

Se valora el trabajo del estudiante mediante los siguientes aspectos, cada uno tendrá una calificación máxima de una unidad.

Aspectos a valorar

- ✦ Participación efectiva en la consulta de términos relacionados.
- ✦ Coherencia en el resumen del video.
- ✦ Redacción.
- ✦ Utilización de términos vistos en clase.
- ✦ Estética del trabajo (ortografía, distribución de espacios).



2

APLICACIÓN

OBJETIVO



Aplicar los conceptos relacionados con la temática síntesis de proteínas correlacionándolos, con la comprensión del conocimiento científico que gira en torno a este tema.

TIEMPO SUGERIDO

2 horas



RECURSOS DIDÁCTICOS



Fichas



PRODUCCIÓN



El docente elabora unas fichas con imágenes que representan cada término clave de la síntesis de proteínas.

Responder las siguientes preguntas teniendo en cuenta los contenidos desarrollados:

Elaborar un escrito correlacionando los términos que aparecen en la ficha que le haya correspondido.

Terminología genética

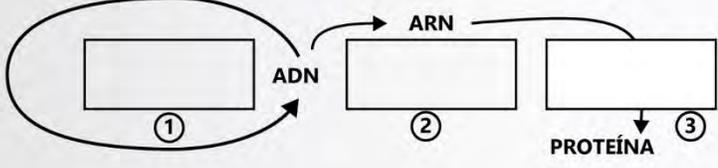
 ADN	 ARN transferencia (tARN)
 NUCLEÓTIDO	 RIBOSOMA
 ARN	 GEN DOMINANTE

2 APLICACIÓN

PRODUCCIÓN



• Completar el siguiente esquema.



A partir del anterior esquema responder:

- Qué sucedería si se presenta un error en el proceso 1.
- Cuál es la relación entre el proceso 1 y 2.

• Completar el siguiente esquema que presenta una parte de la secuencia de ADN de la cadena normal del gen de la hemoglobina con su correspondiente ARNm y la secuencia de aminoácidos que resultan a partir de ella, utilizando el cuadro del código genético.

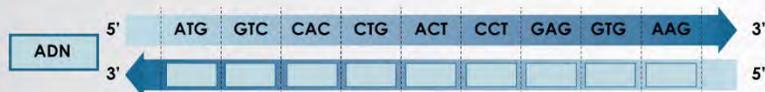
ADN	5'	ATG	GTC	CAC	CTG	ACT	CCT	GAG	GAG	AAG	3'
	3'										5'
ARNm	5'										3'

• En el siguiente esquema se halla parte de la secuencia del gen mutado de la hemoglobina, causante de la anemia falciforme, escribir el ARNm respectivo al igual que la secuencia de aminoácidos.

2 APLICACIÓN



PRODUCCIÓN



- Qué diferencias encuentras entre las secuencias, de ADN, ARNm y aminoácidos del gen normal y el gen mutado de la hemoglobina, que conclusiones puedes sacar a partir de esta comparación.



EVALUACIÓN



La actividad se corrige en el salón de tal manera que permite a los estudiantes identificar sus errores y corregirlos.

3

LÚDICA



OBJETIVO

Repasar en forma lúdica los principales conceptos relacionados con los ácidos nucleicos, la síntesis de proteínas y las leyes de la herencia.

TIEMPO SUGERIDO

2 horas



RECURSOS DIDÁCTICOS



Fichas



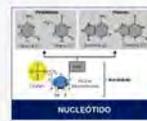
PRODUCCIÓN



El docente elabora unas fichas con imágenes que representan cada término clave de la síntesis de proteínas. Responder las siguientes preguntas teniendo en cuenta los contenidos desarrollados:

Elaborar un escrito correlacionando los términos que aparecen en la ficha que le haya correspondido.

Terminología genética



Anexo C: secuencia didáctica leyes de Mendel

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Institución Educativa Francisco José de Caldas

ANEXO C

- 1 PROBABILIDAD
- 2 CONCEPTUALIZACIÓN
- 3 PROBLEMATIZACIÓN
- 4 LABORATORIO VIRTUAL
- 5 ÁRBOL GENEALÓGICO

Descripción general:

La presente secuencia didáctica fue diseñada, con el propósito de que los estudiantes logren predecir mediante la aplicación de diferentes mecanismos, las proporciones de las características heredadas por algunos organismos, al igual que explicar la forma como se transmite la información de padres a hijos, identificando las causas de la variabilidad entre organismos de una misma familia, a través de la construcción de su propio árbol genealógico.

Aprendizajes esperados:

Comprende la forma en que los principios genéticos mendelianos y post-mendelianos explican la herencia y el mejoramiento de las especies existentes.

LEYES DE MENDEL

1

PROBABILIDAD



OBJETIVO

Aproximarse al conocimiento del concepto probabilidad para entender con mayor facilidad los experimentos realizados por Mendel y sus leyes.

RECURSOS DIDÁCTICOS



- 1 par de dados de diferentes colores
- Hojas de block cuadrículadas
- Lápiz
- Regla

TIEMPO SUGERIDO

1 hora



PRODUCCIÓN



El trabajo de Mendel estuvo fuertemente influenciado por las matemáticas, los ejercicios resueltos aplicando sus leyes, son el resultado de experimentos aleatorios. Un experimento aleatorio es un ensayo o acción que se ejecuta, en la cual no se conoce el resultado final hasta que no se haya realizado, sin embargo es posible determinar los resultados que se esperan antes de ejecutar el ensayo.

Reúnete con 3 de tus compañeros y empleando los dados, resuelve las siguientes preguntas:

1 PROBABILIDAD

PRODUCCIÓN

- ① Al lanzar un solo dado cual es la probabilidad que tiene cada número de salir.
- ② Que probabilidad existe de que al lanzar un dado salga un número par.
Argumenta tu respuesta.
- ③ La probabilidad de que al lanzar un dado salga un número par o uno impar es igual, sí o no y por qué.
- ④ Escribir como cambia la probabilidad si en vez de lanzar un dado se lanzan dos.
- ⑤ Al tener 2 dados, escribir la probabilidad para cada número. Cuáles son los números con mayor probabilidad de salir y por qué.
- ⑥ Entre los integrantes del grupo realizar 50 lanzamientos de un par de dados, con los resultados realizar una gráfica donde se represente cada valor obtenido y el porcentaje de acierto de cada uno.
- ⑦ Comparar las respuestas de las preguntas 5 y 6, que diferencias encuentras entre la probabilidad y el resultado de la experiencia.
- ⑧ Argumentar por qué el trabajo de Mendel se puede relacionar con el concepto de probabilidad o experimento aleatorio.
- ⑨ Cuando Mendel realizaba un cruce en el que buscaba observar un solo carácter, cómo cambia la probabilidad si el cruce se realiza teniendo en cuenta dos caracteres.
- ⑩ Consulta en qué consistió el trabajo de Mendel y cada una de sus leyes.



EVALUACIÓN



Se valorará la forma en que el estudiante argumenta cada una de sus respuestas, dando un puntaje máximo de 0,5 a cada una de ellas, durante la ejecución del ejercicio, se asesorará a cada equipo de trabajo realizando las recomendaciones respectivas para conseguir el objetivo planteado.

2

CONCEPTUALIZACIÓN



OBJETIVO

Desarrollar la capacidad de establecer relaciones entre los diferentes conceptos aprendidos en el tema de las Leyes de Mendel, crear otras nuevas a través del uso correcto de conectores y de relaciones entre los conceptos.

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Cmap tools portable
- Computador portátil
- Memoria USB



TIEMPO SUGERIDO

1 hora



PRODUCCIÓN



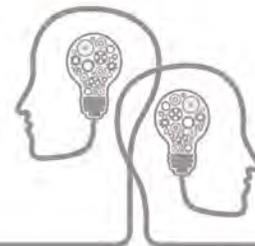
Los estudiantes son capacitados en el manejo del programa Cmap Tools Portable, para que lo trabajen desde el computador del colegio, una vez termina la actividad se guarda en la memoria USB de los estudiantes y queda a su disposición para posteriormente desarrollarlo en su casa.

A partir de la información consultada en la clase anterior sobre el trabajo de Mendel y sus leyes, el estudiante deberá construir un mapa conceptual que resuma el tema.

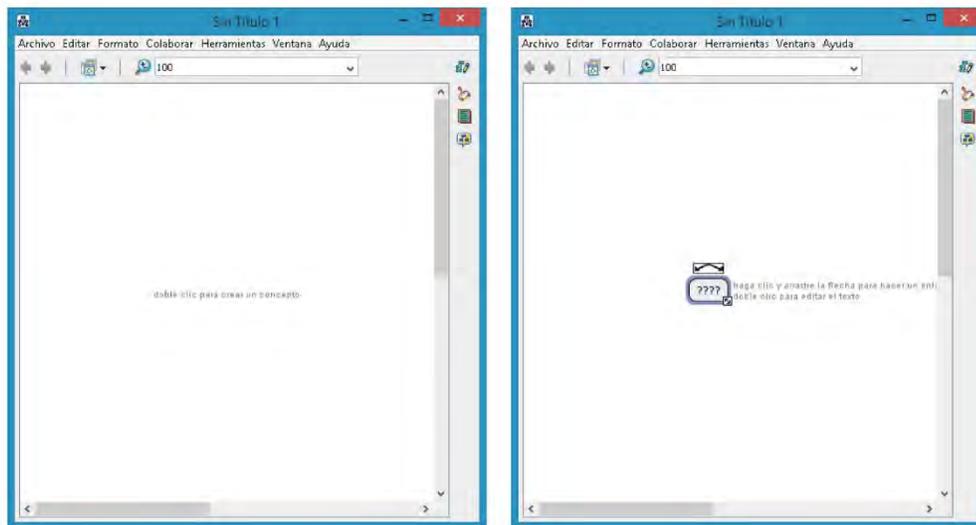
A continuación se explican las instrucciones para el manejo del programa Cmaps Tools Portable.



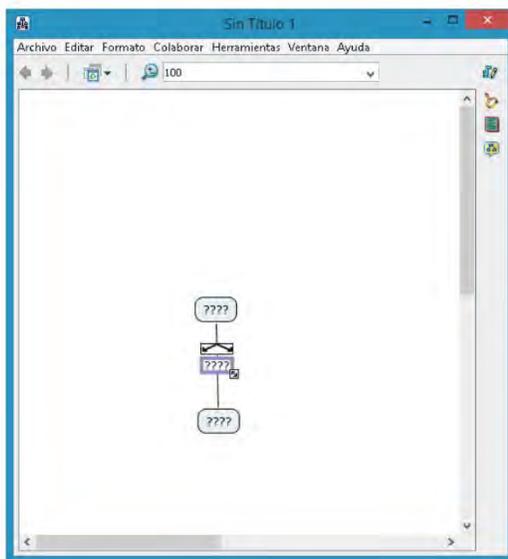
- 1 Abrir el programa Cmap Tools y crear un nuevo archivo.



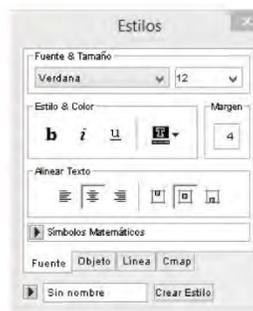
2 CONCEPTUALIZACIÓN



- ② Hacer doble click en el centro de la pantalla para crear el primer concepto o palabra clave.
- ③ Para generar la conexión dar click sobre las flechas que aparecen en la parte superior del concepto.
- ④ Dejando presionado el click se arrastra el elemento hacia donde desee ubicarlo.

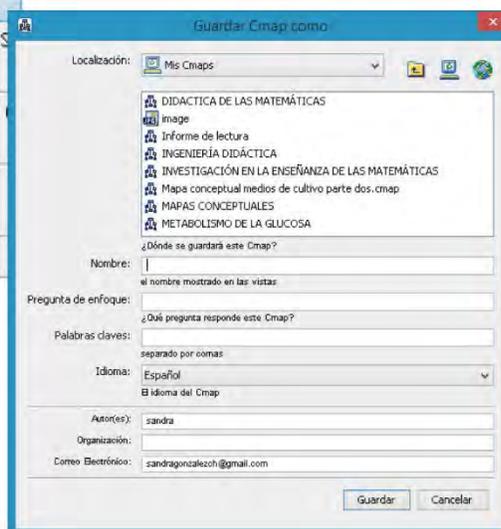


El cuadro de diálogo de Estilos permite seleccionar el tipo de letra, color, tamaño y demás estilos que se deseen en cada elemento.



2

CONCEPTUALIZACIÓN



- 5 Cuando el mapa conceptual esté terminado, se guarda el archivo asignándole nombre, formato, ubicación y forma de envío.

De esta manera quedará guardado el archivo creado para posteriores modificaciones.

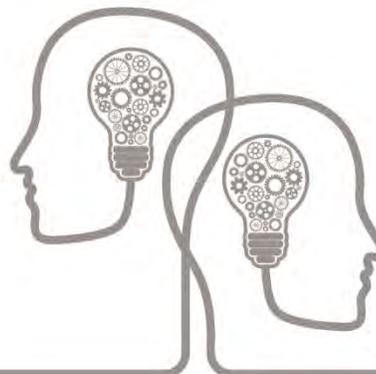


EVALUACIÓN

En los mapas conceptuales se evaluarán los siguientes criterios, cada uno con una puntuación máxima de una unidad.

Criterio de evaluación:

- Contenido temático
- Aprovechamiento del espacio
- Apropiado uso de conectores
- Apropiado uso de palabras clave
- Uso de los diferentes recursos del programa (Colores, imágenes, tipo de letra, tamaño de la letra...)



3 PROBLEMATIZACIÓN



OBJETIVO

Comprender y aplicar las leyes de Mendel relacionando las características genotípicas y fenotípicas.

RECURSOS DIDÁCTICOS



Adaptación de actividades del Cloud Lab



TIEMPO SUGERIDO

2 horas

PRODUCCIÓN



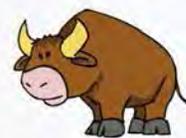
Usted ha sido contratado como consultor veterinario en una granja productora de leche. En ésta granja quieren optimizar la producción de leche mediante el cruzamiento de varias razas, para ello se realiza una prueba con las dos vacas de la granja que producen mayor cantidad de leche.



Vaca de manchas negras LC



Vaca de manchas naranjas Lc



Toro IC

Donde cada alelo significa lo siguiente:

- L: Alta producción de leche.
- l: Baja producción de leche.
- C: Muy buena calidad de leche.
- c: Mala calidad de leche.



3

PROBLEMATIZACIÓN

PRODUCCIÓN

- ① Realizar el cruce entre el toro y cada una de las razas de las vacas y a partir de éstos resultados, explicar cuál es el mejor cruce en donde se obtiene mayor y mejor calidad de leche.
- ② Qué ley de Mendel se aplica y explicar cuál es la importancia de las leyes de Mendel para mejorar la producción agrícola y pecuaria.
- ③ Cómo se puede explicar que en una misma especie existan características diferentes incluso en los organismos pertenecientes a una misma familia.
- ④ Porque algunas características pueden saltarse algunas generaciones y luego volverse a manifestar.
- ⑤ Escoger una especie de animal doméstico y explicar cómo el ser humano ha contribuido al mejoramiento o cambio genético de los individuos de ésta especie.

EVALUACIÓN

Se centra en la resolución de problemas, en las situaciones presentadas los estudiantes deben aplicar, analizar y evaluar la información presentada, a través del pensamiento crítico, reflexivo y metacognitivo; aquí se constata la profundidad de su aprendizaje, según la argumentación de sus respuestas, se le da un valor máximo de una unidad a cada una de ellas.

Todas las evidencias de aprendizaje serán entregadas al profesor, para el desarrollo de esta actividad se obtendrán las siguientes evidencias:

- ✦ Un informe que contenga los cruces realizados, y la recomendación para el mejor cruce de acuerdo a lo solicitado en la situación.
- ✦ Respuestas a las preguntas orientadores formuladas en esta guía de aprendizaje.
- ✦ El informe debe ir respaldado por imágenes y conclusiones; también se debe enunciar las dificultades presentadas en la actividad y los métodos con los cuales se solucionaron.

4 LABORATORIO VIRTUAL

OBJETIVO



Realizar el montaje de los cruces genéticos mediante el laboratorio virtual para que relacione de una manera práctica el tema de la genética mendeliana con los procedimientos para la realización de los cruces y comprenda sus características más representativas.

RECURSOS DIDÁCTICOS

- Computadores
- Programa Cloud Lab
- Memorias USB
- Video beam



TIEMPO SUGERIDO



2 horas

PRODUCCIÓN



- Se quiere realizar los cruces genéticos necesarios para sacar una especie pura de legumbre amarilla con tallo corto o enano. Se tiene una mesa con las plantas parentales y con los componentes para hacer los cruces que se quieran para sacar las especies solicitadas.
- La mesa tiene todas las herramientas como palas, para el trasplante o siembra de las plantas, pinzas para la polinización y terrario para la germinación. En el cuaderno digital se deben registrar los datos de los cruces con la denominación "F" y enviarse a la profesora.
- Establezca su equipo de trabajo, distribuyan las funciones: tomar apuntes, manipular el computador, y realicen el siguiente procedimiento.
- Ingrese al laboratorio virtual de genética, registre sus datos, lea las instrucciones correspondientes a la práctica y seleccione el holograma que se indica en la imagen.

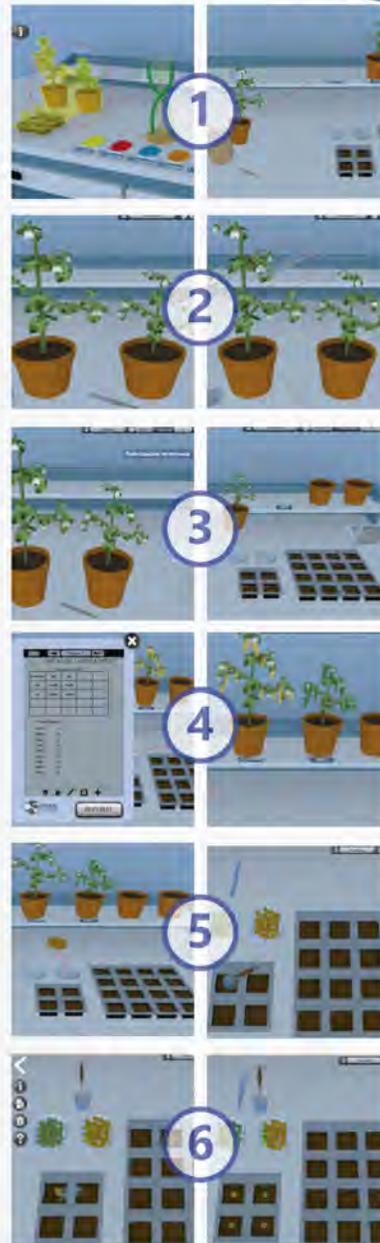
4

LABORATORIO VIRTUAL



PRODUCCIÓN

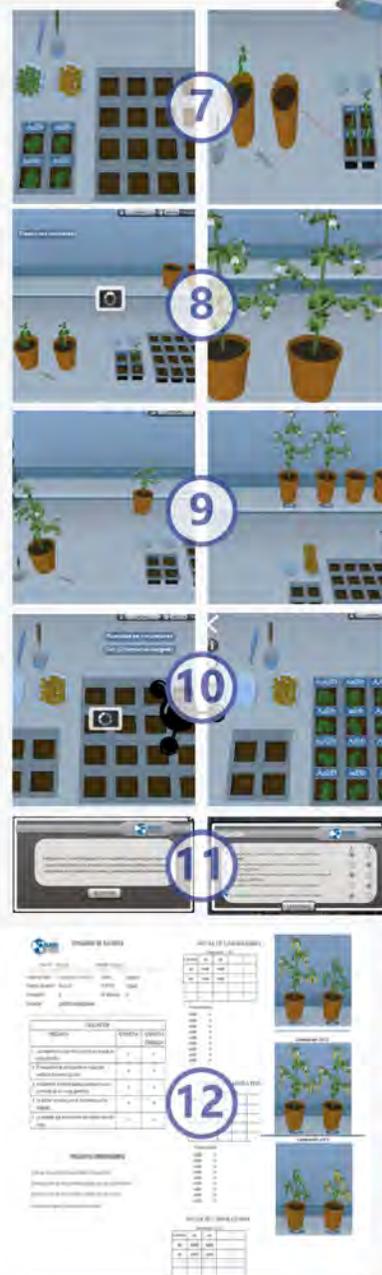
- ① Arrastre cada maseta que contiene la planta parental hacia la zona activa, como se muestra en la figura representativa. Después de arrastrada cada maseta dé doble clic sobre éstas, aparecerá una imagen con zoom.
- ② Cuando se tiene las masetas con zoom, se procede a la polinización de las plantas parentales, la cual se realiza tomando las pinzas y colocándolas en la zona activa de ambas masetas.
- ③ Para volver al tamaño original y continuar se da doble clic sobre las masetas, de esta manera las plantas ya polinizadas deben ser puestas en un proceso de crecimiento, para esto las masetas son arrastradas al estante de donde fueron tomadas.
- ④ En el recorrido del simulador será posible ver el cuaderno digital en el que se llenarán los datos de registro correspondientes a esta práctica de laboratorio, donde deberá realizar los cruces que se van obteniendo con cada generación.
- ⑤ Después de ubicar las masetas en el lugar de crecimiento se iniciará automáticamente el proceso de desarrollo, el cual termina cuando las plantas tienen la legumbre amarilla y verde, como se muestra en la imagen. Dando clic sobre las plantas se realiza la recolección de las semillas (verdes y amarillas), éstas son puestas en una placa de recolección.
- ⑥ Al dar clic sobre las semillas recolectadas aparecerá el terrario donde se deben sembrar. Para sembrar las semillas primero se debe hacer el hueco y después con la pinza es tomada la semilla y puesta en cada hueco.



4 LABORATORIO VIRTUAL

PRODUCCIÓN

- ⑦ Después de sembrada la semilla se deja en crecimiento, se debe dar doble clic sobre la planta que se muestra en la figura, la cual aparecerá al lado de una maseta donde debe ser sembrada, de allí es llevada a crecimiento.
- ⑧ Se hace nuevamente la polinización como se realizó anteriormente. Después haciendo doble clic en la planta y arrastrándola como se muestra en la figura se lleva a crecimiento.
- ⑨ Luego del crecimiento de las plantas, se deben recolectar las semillas y sembrarlas como se mostró anteriormente, son sembradas las 16 semillas y puestas en crecimiento.
- ⑩ Se inicia el cruce de especies, hasta llegar a la legumbre amarilla de tallo corto o enano. Para realizar el cruce correcto debe llegar hasta la tercera generación.
- ⑪ Cuando le da generar reporte, el estudiante tendrá que responder unas preguntas de evaluación que se le presentarán automáticamente. Al terminar de responder las preguntas de evaluación, el estudiante debe hacer clic en el botón "Terminar" para generar el reporte de práctica.
- ⑫ El reporte de laboratorio en formato PDF, será descargado localmente al dispositivo. Éste contiene las respuestas a la evaluación, preguntas orientadoras para resolver y los reportes gráficos de lo que se realizó durante la práctica, guardar el reporte en la memoria USB.



5

ÁRBOL GENEALÓGICO



OBJETIVO



Descubrir el genotipo del tipo de sangre mediante la investigación de los fenotipos de los miembros de la familia.

RECURSOS DIDÁCTICOS



- ✔ Hojas de block
- ✔ Diario de campo

TIEMPO SUGERIDO



2 horas

PRODUCCIÓN



- ✔ El estudiante deberá reunir la mayor cantidad de información posible entre los miembros de su familia sobre el tipo de sangre.
- ✔ Realizar un esquema en el que las mujeres se representen en círculos y los hombres con cuadrados, escribir cuantas generaciones sea posibles, abuelos, padres, hermanos, tíos.
- ✔ A partir de ésta información realizar los posibles cruces entre los padres, manejando unos genotipos hipotéticos posibles para sus fenotipos, a partir de esto responder.
- ✔Cuál es el genotipo más probable para tu grupo sanguíneo y Rh, explicar porqué.

EVALUACIÓN



Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- ✔ Consulta de la información.
- ✔ Presentación del árbol genealógico. y organización de la información.
- ✔ Realización de cruces.
- ✔ Aplicación de las leyes de Mendel.
- ✔ Obtención del genotipo propio.



Anexo D: Autorización para el uso de preguntas

www.
helmerpardo
.com



**GRUPO HERMANOS
PARDO S.A.S**


Cursos
PRE-SABER

EL SUSCRITO DIRECTOR PARA EL EJE CAFETERO DEL GRUPO EDUCATIVO
HELMER PARDO IDENTIFICADO CON EL NIT: 79 137 703-6

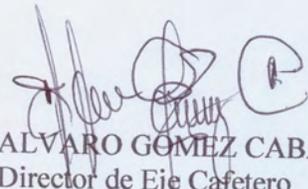
AUTORIZACION:


Aplicación de
SIMULACROS
1° a 11°

Que la señora SANDRA LILIANA GONZALEZ CHICA con , C.C
25.174.513 de Santa Rosa de Cabal, tiene la autorización para uso de
preguntas que hacen parte de nuestro banco de material
bibliográfico, para uso educativo, en la maestría que adelanta ante la
Universidad Nacional sede Manizales


Capacitación
DOCENTES

En constancia se firma en Pereira, a los 07 días del mes de Abril del
año dos mil diez siete.


ALVARO GÓMEZ CABALLERO
Director de Eje Cafetero


Retos
AL SABER

CALI: Cra 101 No. 14-98 Ciudad Jardín Tel. 312 5555 - 331 2849 Cel. 316 443 3591 - 316 447 0023 - cali@helmerpardo.com
CÚCUTA: 571 9769 • **PALMIRA:** 312 856 5166 • **BARRANQUILLA:** 300 751 8364 • **IBAGUÉ:** 265 9489 • **EJE CAFETERO:** 325 4899
MONTERÍA: 781 7323 • **MEDELLÍN:** 583 4433 • **BARRANCABERMEJA, OCAÑA Y PAMPLONA:** 314 219 4074
VALLEDUPAR: 318 370 2058 • **NEIVA:** 312 377 9792 • **ARAUCA:** 316 393 6141 • **POPAYAN:** 301 689 5240
BOGOTÁ: 215 4215 • **BUCARAMANGA:** 557 4797