



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Secuencia didáctica para el desarrollo de aprendizajes significativos en la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos - DNA - con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría misas del municipio de Medellín – 2013**

**Deyvis Del Carmen Becerra Murillo**

**Universidad Nacional de Colombia**

**Facultad de Ciencias**

**Maestría Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

**Medellín, Colombia**

**Octubre 2013**



**Secuencia didáctica para el desarrollo de aprendizajes significativos en la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos - DNA - con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría misas del municipio de Medellín – 2013**

**Deyvis Del Carmen Becerra Murillo**

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.**

Director:

Msc. María Neifer Moreno Álzate, Profesor Universidad de Antioquía.

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Medellín, Colombia

Octubre 2013

*A Camilo y Antonio, a Zalma, con el amor más puro y en éste todo lo que cabe en este trabajo.*

# Agradecimientos

La gratitud es la memoria indeleble del corazón, principio por el que me nace decir gracias a Dios por este peldaño que se fija en mi formación profesional y académica. Junto a esto, van palabras de dilecta memoria para mi familia; Camilo mi hijo y Antonio mi esposo. Ambos conforman ese nicho de amor que me espera y fortalece. ¿Cuánto tiempo discurrió que no pude dedicarles? Que sea este logro un tributo también para ellos. A mi madre Zalma la mujer maravillosa de cuya prolongación he aprendido que la vida es lucha y la perseverancia una revelación.

Quiero de un modo especial agradecer a los estudiantes del grado 9.5 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas de la Ciudad de Medellín por participar activamente en la implementación de esta estrategia didáctica de enseñanza, ya que sin ellos no habría sido posible llevar a feliz término este trabajo, igualmente a las directivas de la Institución por el voto de confianza ofrecido.

Un caluroso agradecimiento a la profesora María Neifer Moreno Álzate, directora de trabajo de grado, por su valioso acompañamiento en este proceso. En verdad fueron valiosos sus comentarios y sugerencias a lo largo de este recorrido.

## Resumen

En este trabajo se analiza una experiencia didáctica implementada en el aula de clase, con estudiantes de 9º de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas, de la ciudad de Medellín. El objeto fundamental se centra en abordar el concepto de estructura de los ácidos nucleicos-DNA, desde una praxis científica como experiencia de aprendizaje significativo. El enfoque instrumental gira en torno al diseño de una secuencia de actividades didácticas, con las que se busca, entre varios aspectos: (i) contextualizar la práctica del conocimiento de la estructura de los ácidos nucleicos-DNA en las prácticas de análisis biológico, (ii) relacionar dichos saberes con otras temáticas del área a lo largo de la formación académica y (iii) generar síntesis como plano de reflexión constructivista de los aprendizajes significativos en el debate crítico con los estudiantes; bien sea desde el acontecimiento biológico o desde las percepciones éticas de la ciencia, en la función de promoción, protección y conservación de la vida.

Las ciencias naturales hoy en día juegan un papel preponderante en nuestras sociedades, ya que muchos de sus conceptos no son sólo manejados por sectores exclusivos de la sociedad como los científicos, sino que también lo son de dominio para una parte considerable de la población. Ahora bien, no se desconoce en ello que existen dificultades pragmáticas en la comprensión y utilización correcta de conceptos, leyes y relaciones propias de las ciencias naturales. Lo anterior para determinar que dichas prácticas y usos empíricos, generan para la biología problemáticas en las que la misma se aborda de manera aislada –como si se encontrara en ésta, un diccionario de términos– desconociendo a profundidad la pertinencia de los procesos científicos para el desarrollo de la vida cotidiana.

### Palabras claves

DNA, secuencias didácticas, constructivismo, aprendizaje significativo, enseñanza

## **Abstract**

This paper discusses a learning experience implemented in classrooms with students from 9th grade from the school Institución Diego Echavarría Misas, located in Medellín. The essential object is focused on addressing the concept of structure in nucleic acids (DNA), from a scientific praxis as a meaningful learning experience. The instrumental approach centers on the design of a sequence of educational activities, with which it is intended, among others: (i) to provide a context for the practice based on the knowledge of nucleic acids structure (DNA) in the biological analysis practices, (ii) to connect such knowledge with other topics of the same field through the entire academic training, and (iii) generate syntheses as a constructivist reflection plane obtained from meaningful learning in critical debate with students, either from the biological occurrence and/or from the ethical perceptions of science in the role of promoting, protecting and preserving of life.

Nowadays, natural sciences play a major role in society, as many of its concepts are not only controlled by exclusive sectors, such as scientists, but are mastered by a considerable part of the population. Having said that, it is known there are pragmatic difficulties in understanding and in the correct use of concepts, laws and relations, proper to natural sciences. This is to determine that such practices and empirical applications mean difficulties to biology. In them, biology is addressed in its objects in an isolated way—as if a dictionary of terms was found in it—, ignoring entirely the appropriateness of scientific processes for the development of the everyday life.

### **Keywords**

DNA, educational sequences, constructivism, meaningful learning, teaching

# Contenido

Resumen.....	VI
Palabras claves.....	VI
Abstract.....	VII
Keywords .....	VII
Contenido.....	VI
Lista de tablas.....	IX
Lista de graficas.....	X
Lista de ilustraciones.....	XI
CAPÍTULO 1: .....	15
DE LA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL Y LA PROBLEMATIZACIÓN DEL OBJETO... 15	
1. Didáctica y aproximación al objeto .....	15
1.1. Aproximación conceptual .....	15
1.2. El DNA y el aula de clase.....	17
2. PROBLEMATIZACIÓN.....	19
2.1. Hacia una formulación del problema de investigación .....	19
2.2. Descripción del problema.....	19
3. OBJETIVOS.....	23
3.1. Objetivo general.....	23
3.2. Objetivos específicos .....	23
CAPÍTULO 2: .....	26
HACIA UN REFERENTE DISCIPLINAR Y EL ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	26
SINOPSIS.....	26
1. MARCO CONCEPTUAL.....	26

➤ DNA: Aprendizaje de la estructura de los ácidos nucleicos en el aula. ....	27
➤ Constructivismo .....	28
2. MARCO TEÓRICO .....	28
➤ Constructivismo .....	29
➤ La pedagogía crítica .....	30
➤ Los aprendizajes significativos.....	32
3. MARCO LEGAL.....	33
CAPÍTULO 3: .....	38
METODOLOGÍA.....	38
Instrumentos y Fuentes .....	40
Fuentes Primarias de la Investigación .....	40
Fuentes Secundarias .....	41
Población y muestra .....	42
Población.....	42
Muestra y criterios de selección.....	43
○ Propuesta Didáctica.....	43
Sistematización de la información.....	50
CAPÍTULO 4: .....	53
SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO .....	53
4.1. Análisis comparado del taller de conducta de entrada y conducta de salida ....	54
4.2. Valoración cualitativa de mapas conceptuales en la construcción valorativa del concepto ácido nucleico-DNA .....	79
4.2.1. Productos de elaboración conceptual y análisis de dominios .....	80
4.2.2. Generalización interpretativa de la producción de mapas conceptuales....	86
4.3. Práctica genética: la propuesta en un caso forense .....	87
4.3.1. Caso Forense: Análisis valorativo .....	89

4.3.2. Generalización de resultados .....	90
4.4. Desarrollo magistral del concepto ácidos nucleicos.....	91
4.5. Exposición de artículos de revista .....	95
4.6. Modelación tridimensional de la molécula de DNA: "Pajitex" .....	98
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS A FUTURO .....	101
BIBLIOGRAFÍA .....	108
ANEXOS .....	111

## Lista de tablas

Tabla 1: Modelo de ficha bibliográfica .....	42
<b>Tabla 2:</b> Cuadro de actividades secuencia didáctica.....	50
Tabla 3: Muestra de cuadro de frecuencias.....	51
Tabla 4: Cronograma de actividades .....	52
Tabla 5. Cuadro de frecuencia pregunta 1.....	55
Tabla 6: Cuadro de frecuencias concepto de gen.....	58
Tabla 7: Cuadro de frecuencia concepto de gameto .....	60
Tabla 8: Cuadro de frecuencia concepto de cromosoma.....	62
Tabla 9: Cuadro de frecuencia concepto de DNA.....	64
Tabla 10: Cuadro de frecuencia concepto de RNA.....	66
Tabla 11: Cuadro de frecuencia pregunta 3 (a) .....	68
Tabla 12: Cuadro de frecuencia pregunta 3(b) .....	70
Tabla 13: Cuadro de frecuencia pregunta 3(c) .....	71
Tabla 14: Cuadro de frecuencia pregunta 4.....	73
Tabla 15: Cuadro de frecuencia pregunta 5(a) .....	75
Tabla 16: Cuadro de frecuencia pregunta 5(b) .....	77
Tabla 17: Porcentaje de las notas obtenido en la evaluación de la estructura de los ácidos nucleicos DNA.....	93
Tabla 18: Resultados cuantitativos de las exposiciones .....	96

# Lista de graficas

Gráfico 1: Contraste de frecuencias pregunta .....	55
Gráfico 2: Contraste de frecuencias concepto de gen .....	59
Gráfico 3: Contraste de frecuencias concepto gameto .....	61
Gráfico 4: Contraste de frecuencia concepto de cromosoma.....	63
Gráfico 6: Contraste de frecuencias concepto DNA.....	65
Gráfico 8: Contraste de frecuencia concepto RNA .....	67
Gráfico 10: Contraste de frecuencia pregunta 3(a) .....	69
Gráfico 11: Contraste de frecuencia pregunta 3(b) .....	70
Gráfico 12: Contraste de frecuencia pregunta 3(c) .....	72
Gráfico 13: Contraste de frecuencia pregunta 4 .....	74
Gráfico 14: Contraste de frecuencia pregunta 5(a) .....	76
Gráfico 15: Contraste de frecuencia pregunta 5(b) .....	78

# Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Estructura de la doble hélice del DNA .....	15
Ilustración 2. La célula animal .....	54
Ilustración 3. Estructura tridimensional del. DNA.....	75
Ilustración 4. Mapa conceptual grupo 1.....	80
Ilustración 5. Mapa conceptual grupo 2.....	80
Ilustración 6. Mapa conceptual grupo 3.....	82
Ilustración 7. Mapa conceptual grupo 4.....	82
Ilustración 8. Mapa conceptual grupo 5.....	83
Ilustración 9. Mapa conceptual grupo 6.....	83
Ilustración 10. Mapa conceptual grupo 7.....	85
Ilustración 11. Representación del cadáver para estudio forense.....	87
Ilustración 12. Instructivo de cuestionario.....	88
Ilustración 13. Transparencia de ilustración temática: ácidos nucleicos .....	91
Ilustración 14. Modelo de la estructura del ADN de Watson y Crick .....	92
Ilustración 15: Galería fotográfica actividad exposiciones.....	97
Ilustración 16. Etapas de la construcción del modelo de la molécula de ADN .....	98
Ilustración 17: Ejemplificación construcción molécula.....	99
Ilustración 18: Galería de evidencias de aula .....	100
Ilustración 19: La célula animal .....	112
Ilustración 20: Estructura tridimensional del DNA .....	113
Ilustración 21: Galería de fotos elaboración de mapas conceptuales .....	115

## Introducción

El trabajo de investigación: *“Secuencia didáctica para el desarrollo de aprendizajes significativos en la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos - DNA con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín – 2013”*; es una experiencia didáctica, orientada al desarrollo del concepto de estructura del DNA, (en adelante y para todos los casos *estructura de los ácidos nucleicos*), como apuesta cognitiva dentro del aula, y sustentada en el marco de los fines y estándares de la educación colombiana, expresos en la Ley 115 de 1994, que regula el ejercicio de la educación en Colombia. Se trata de un análisis situado dentro de la pedagogía y las ciencias naturales-biología; desde el cual –en una mirada crítica– se explora sobre las maneras de aprendizaje posible, que los estudiantes habilitan para la comprensión de un universo tan complejo como lo es el DNA.

La investigación se desarrolla en el marco de cuatro capítulos que inician con una aproximación conceptual en el desarrollo del ámbito problematizante y la definición de la hipótesis central a partir de una pregunta problema: *“¿Cómo desarrollar a partir de secuencias didácticas, aprendizajes significativos desde el DNA como estructura de los ácidos nucleicos, con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín, durante el año lectivo 2013?”*. El objeto del segundo capítulo, el referente disciplinar; procurando a partir de una exploración bibliográfica, la definición del estado de la cuestión en las dimensiones (i) conceptual, (ii) teórica, (iii) y legal. El tercer capítulo que toma cuerpo sobre la teorización anterior, tiene

como objeto de análisis la contextualización de la práctica y está referido, al análisis de la problemática de los aprendizajes significativos referidos a la estructura DNA, dentro del acontecimiento del aula. Esta parte es esencialmente experimental y se presenta sistemática en concordancia con los resultados de experiencias prácticas. Finalizada esta fragmentación, se da paso al capítulo IV, donde el tema gira en torno a la fase de aplicación y desarrollo. Ahí, se ponen en función unos instrumentos de análisis previamente diseñados para la observación de los procesos de asimilación respecto del concepto por parte de los estudiantes que participan en calidad de muestra en esta experiencia. Por último, los resultados de toda la investigación se agrupan en el aparte conclusiones y propuestas a futuro. En esta parte la investigación generaliza sus resultados, hace propuestas alternativas y deja su legado en los descubrimientos didácticos que arroja el diseño de secuencias de aprendizajes significativos al interior de las ciencias naturales.

El objetivo de la investigación es “desarrollar a partir de secuencias didácticas, aprendizajes significativos desde el DNA como estructura de los ácidos nucleicos, con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín – 2013”. Lo anterior, significa que se trata de una investigación en el orden descriptivo con focalización disciplinar en las ciencias naturales como parte del currículo en las didácticas constructivistas, que integran el ámbito de la educación en Colombia (Ley 115, 1994. Art. 5). De esta manera, el desarrollo crítico, que se propone busca hacer interdisciplinariedad; cada vez que las ciencias naturales están para pensar, entre muchos aspectos la vida como posibilidad en el planeta y la misma como responsabilidad que le ha sido dada al ser humano para vivirla con los demás seres que integran la naturaleza. En este sentido, esta investigación intenta demostrar que la estructura del DNA, funda el punto de partida por el cual todo estudiante llega a descubrirse partícula del universo y sujeto de la sociedad en que habita.



# CAPÍTULO 1:

## DE LA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL Y LA PROBLEMATIZACIÓN DEL OBJETO

### 1. Didáctica y aproximación al objeto

#### 1.1. Aproximación conceptual

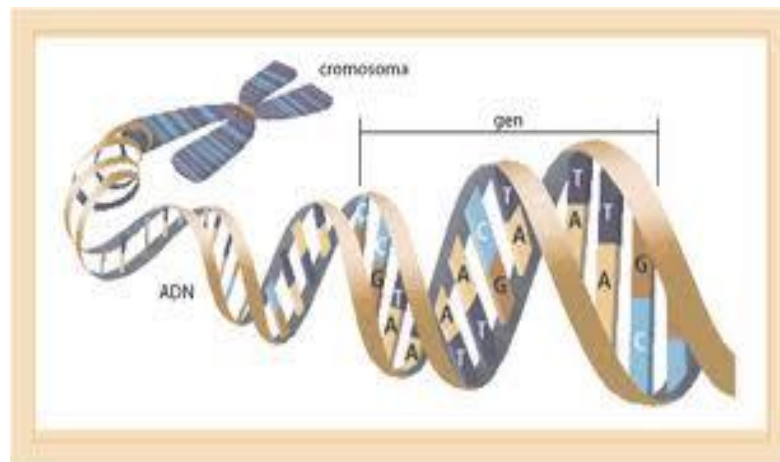


Ilustración 1. Estructura de la doble hélice del DNA

Para abordar el tema del DNA, es fundamental enmarcar dicho concepto a partir de un constructo primario, contenido en la idea de ácidos nucleicos, que de conformidad con

<sup>1</sup> URL: <http://www.google.com.co/>

los postulados del grupo de investigación en Genética de la Universidad del Nordeste – Argentina, son macromoléculas; “que conforman las... las cadenas de DNA y RNA, y son clave en el almacenamiento y transmisión de la información genética. Participan en numerosos procesos biológicos, transportan energía, son parte de coenzimas esenciales y regulan numerosas funciones metabólicas” (Brandan, 2011, pág. 2). Al respecto cabe destacar que en su estructura genética, los denominados ácidos nucleicos están constituidos por nucleótidos, que forman en sí mismos, el monómero fundamental del DNA. Estos nucleótidos en su composición química presentan tres partes; que expresamente se determinan como fosfatos, azúcares y bases nitrogenadas (púricas o pirimídicas).

Es así, que el DNA, está conformado por “una doble hélice, entrelazada y sumamente larga que almacena información genética. Sus componentes se ordenan con una relación química específica, lo que determina la estructura tridimensional del DNA, del cual derivan consecuencias funcionales” (Brandan, 2011, pág. 3). Lo anterior representa, en el lenguaje de las ciencias biológicas, el factor elemental para la provocación de la vida como acontecimiento en el planeta Tierra; lo cual no excluye la posibilidad futura de dicha presencialidad en otros formatos o escenarios desconocidos para la humanidad, como respuesta a la pregunta por la vida en otros planetas.

La complejidad del DNA es tan amplia, que el universo en que se expresa es esencialmente la vida, con una implicación recíproca y es que sin presencia de DNA; esta última no tiene oportunidad en términos de la existencia biológica, aspecto que expresa la vigencia de una fuerza viva en la naturaleza.

*Desde finales de los años 50 y la década de los 60, los investigadores del origen de la vida admiten cada vez más la naturaleza específica y compleja de la vida unicelular y de las biomacromoléculas de las que dependen esos sistemas. Además, los biólogos moleculares y los investigadores del origen de la vida han caracterizado esta complejidad y especificidad en términos de información. Los biólogos moleculares se refieren de manera rutinaria al DNA, al RNA y a las proteínas como portadores o depósitos de “información”. Muchos investigadores del origen de la vida consideran hoy día el origen de la información contenida en esas biomacromoléculas, como la cuestión central que debe afrontar la investigación. Como ha dicho Bernd Olaf Koppers, “claramente, el problema del origen de la vida equivale básicamente al problema del origen de la información biológica” (Meyer, 2013, pág. 2).*

## **1.2. El DNA y el aula de clase**

Abordar este principio, desde el aula de clase con estudiantes del grado 9º, supone una apuesta por la didáctica constructivista que en este caso avanza por la línea del constructivismo social en la perspectiva de Lev Vigotski. En esta postura metodológica se reconoce la actividad de aprendizaje como un acontecimiento en dinámicas provocadas entre el estudiante y la otredad<sup>2</sup> desde el contexto: el otro en calidad de estudiante o par académico; en ambos casos, sujeto y eje estructural de educación, que en Colombia se encuentra bien determinado como el actor central del sistema educativo:

---

<sup>2</sup> Término de la psicología evolutiva que da identidad a las presencialidades de alteridad. La otredad es la composición del otro en diálogo con el yo. En el aula de clase las relaciones de otredad están mediadas por diálogos entre los estudiantes en sí y de estos (en cada individualidad) con el docente; materializando la relación con los pares.

*La educación debe favorecer el pleno desarrollo de la personalidad del educando, dar acceso a la cultura, al logro del conocimiento científico y técnico y a la formación de valores éticos, estéticos, morales, ciudadanos y religiosos, que le faciliten la realización de una actividad útil para el desarrollo socioeconómico del país (Ley General de Educación, 1994. Artículo 92).*

El docente por su parte, actúa como interlocutor en los diálogos que el estudiante establece con el conocimiento, en este caso la estructura de los ácidos nucleicos- DNA, propiciando contextos, donde el aprendizaje junto con la didáctica cobran significativa importancia.

A la pregunta en esta elaboración ¿Qué es el objeto tratado? viene al caso delimitar el mismo, en los siguientes aspectos: (i) hay un objeto disciplinar nombrado en la categoría DNA, del cual se ha venido tratando sus peculiaridades en los párrafos iniciales y cuyas complejidades se encuentran contenidas en el marco de toda la exploración histórica de la biología en sus hacer científico. (ii) hay un objeto didáctico, que discurre en la apuesta por “enseñar el DNA, como concepto”, desde prácticas de aprendizaje significativo. En dicho orden de ideas, el objeto tratado ligeramente se hibrida, para definir su composición en la observación del DNA, como posibilidad de aprendizaje crítico, para una reflexión cultural de la vida y el compromiso humano, que en su naturaleza supone, desde la perspectiva de estudiantes del grado noveno de bachillerato en la Institución Educativa Diego Echavarría Misas.

## 2. PROBLEMATIZACIÓN

### 2.1. Hacia una formulación del problema de investigación

Lo que hace pertinente un objeto de análisis, no es nada distinto que el problema como punto de partida. Este análisis cuyo objeto disciplinar está en la percepción crítica del DNA y los procesos de aprendizaje; que en didácticas constructivistas sugieren una metodología IAP<sup>3</sup>; parte del problema formulado en los siguientes términos:

*“¿Cómo desarrollar a partir de secuencias didácticas aprendizajes significativos desde la estructura de los ácidos nucleicos - DNA, con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín durante el año lectivo 2013?”*

### 2.2. Descripción del problema

El estudio del material hereditario, de sus estructuras y de los mecanismos de la herencia, se inicia en el grado sexto, con la profundización del concepto de célula y sus componentes básicos; pero es en el grado octavo de educación básica secundaria donde se da directamente la relación de éstos, con procesos de genética y reproducción celular, DNA y cromosomas, entre otros. La secuencia permitirá a los estudiantes, entender e identificar los mecanismos relacionados con la herencia y demás temáticas trabajadas en cursos superiores. Justo en este punto donde los alumnos intiman con los conceptos de genética, es donde se ha evidenciado que los estudiantes presentan grandes dificultades

---

<sup>3</sup> Modelo de aprendizaje Investigación Acción Participación.

en la comprensión de los conceptos mencionados, específicamente los caracteres hereditarios, la estructura cromosómica, el transporte y la transmisión de esta información.

La investigadora Manuela Caballero, en su trabajo de investigación sobre Conceptos básicos de genética, refiriéndose a los principios que manejan los estudiantes respecto de los mismo, manifiesta que la no comprensión y la ausencia de conceptos simplificados de la herencia mendeliana, son obstáculos que no permiten a los aprendices desarrollar otros conceptos de genética más complejos, lo que conduce a inferir que:

*“Cuando los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevos contenidos, en especial los de carácter científico, no tienen un total desconocimiento acerca de los mismos. A través de diversas fuentes ha estado recibiendo información ... Y han construido sus propias concepciones, más o menos aceptadas y que pocas veces suelen coincidir con las que se consideran correctas... es importante tener en cuenta el papel que estas ideas iniciales ejercen sobre la asimilación de conocimientos ratificados por la ciencia” (Caballero, 2008, pág. 227).f*

Concretamente, unas de las problemáticas que se presenta en la actualidad en la Institución Educativa Diego Echevarría Misas de la ciudad de Medellín entre los alumnos del grado noveno, está vinculada con el dominio de conceptos como cromosoma, la herencia y los caracteres hereditarios, la estructura del DNA, RNA y proteínas entre otros. Estos son conceptos base a la hora de entender avances científicos de gran importancia histórica y que actualmente generan gran curiosidad, como lo es en el caso de los procesos de manipulación de genes. Al respecto el profesor Francisco J. Iñiguez en su tesis doctoral expresa una crítica que a pie juntillas dice: *“Cada día son más frecuentes las conversaciones sobre clonación, organismos transgénicos, terapias*

*génicas o genoma humano como si de conceptos sencillos se tratase y, en ocasiones, con algunos errores o interpretaciones inadecuadas.”* (Iñiguez, 2005, pág. 2). Lo manifestado confirma que en los últimos años el tema de DNA, pese a ser un tema que genera gran curiosidad y expectativa, normalmente se encuentra mal referenciado, inclusive mal asociado desde la perspectiva de desconocimiento que manejan estudiantes y personas en general. Por consiguiente, el tema es público, está en los medios, pero su conocimiento no, y esto supone una adecuada intervención didáctica para que los estudiantes lo comprendan y determinen la magnitud bioética de sus consecuencias.

Haciendo una revisión sucinta de los estándares que se proponen desde el Ministerio de Educación Nacional – MEN, para el área de ciencias naturales en relación a estos temas, son:

- *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.*
  - *Identifico la utilidad del DNA como herramienta de análisis genético.*
  - *Argumento las ventajas y desventajas de la manipulación genética.*
- (Ministerio de Educación Nacional, 2004, pág. 20)

De acuerdo con estos estándares, se presume que uno de los problemas para entender bien los conceptos de estructura de DNA y RNA podría radicar en la forma como están concebidos desde el MEN. El asunto problematizador, parte de la noción de que en el grado 8º los estudiantes deberían dominar los conceptos de ácidos nucleicos – DNA y RNA, cromosoma, proteínas, para luego; entender procesos como división celular y leyes de Mendel en una lógica progresiva del constructivismo y los aprendizajes significativos.

Es común escuchar en alumnos de grado noveno, que al preguntarles qué saben de conceptos como cromosoma, división celular o qué importancia tienen las leyes de Mendel en los procesos genéticos den respuestas como: *“Eso nunca no lo explicaron en octavo”* o *“Eso era muy aburrido y nunca lo entendí”*, *“La profesora hablaba muy enredado y eso además es muy difícil”*, entre otras; aspecto que pone en evidencia, un vacío conceptual. Así, los conceptos de DNA y ARN, dentro de los aprendizajes significativos, están ausentes, y por lo tanto, el estudiante se encuentra impedido para asociar nuevos conceptos en la transformación de su pensamiento científico.

Esta situación se va a tornar más compleja, cuando los estudiantes pasen a los grados superiores con dichos vacíos y peor si terminan el bachillerato; con lo cual el desarrollo de las competencias queda inconcluso respecto a las exigencias de pensamiento científico, que traza el estándar.

El concepto de estructura del DNA en el que se ha centrado este trabajo atraviesa su problemática en materia de saberes previos; y lo que va a intervenir es precisamente, la continuidad en la cadena de contenidos curriculares en el área de ciencias naturales, para que los estudiantes la identifiquen, descubran su utilidad, reconozcan sus ámbitos y la apliquen.

Además de problemas epistemológicos en la concepción del DNA como objeto de la genética, se registra entre los estudiantes poco manejo del lenguaje científico. Caso puntual es la respuesta que cierto estudiante dio respecto de la definición de la cadena de DNA: *“Son unos hilitos o lombricitas que uno tiene en las células”*<sup>4</sup>. Cuando en los discursos de los estudiantes, predomina este tipo de concepciones las dificultades se aumentan y es precisamente el discurso, la falencia central. En gran medida la unidad

---

<sup>4</sup> Ana María Agudelo. Grado 9º 5. Ficha Práctica: Febrero 21. Clase de Ciencias Naturales, Hora: 3pm. (Testimonio)

de genética y DNA, que se debe desarrollar en los grados 8º y 9º queda inconclusa, debido al analfabetismo del discurso científico.

En síntesis, el campo de problematización abarca en su rizoma, las siguientes categorías de análisis: (i) la didactización del concepto de DNA, como constructo base para la comprensión crítica del universo genético. (ii) el discurso científico, como elemento central para argumentación, conceptualización y contextualización del concepto DNA, en el plano de la realidad, y (iii) la construcción en el aula, de escenarios de experimentación posible para la reflexión científica.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo general**

- Desarrollar a partir de secuencias didácticas, aprendizajes significativos basados en el modelo DNA para entender la estructura de los ácidos nucleicos, con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín – 2013

### **3.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar las conductas de entrada respecto del modelo de la estructura de DNA, mediante instrumentos lúdicos de aprendizaje constructivo.

- Estimular el desarrollo de competencias para el pensamiento crítico y reflexivo, desde la implementación de secuencias didácticas en el aula, categorizadas al nivel de complejidad de DNA, en el grado noveno.
- Generar aprendizajes significativos a partir de experiencias con secuencias didácticas en el uso y tratamiento de objetos de investigación científica.
- Dinamizar proceso cognitivos desde el uso de las TIC, para la comprensión de las estructuras biológicas como concepto vital de los seres vivos.

A manera de síntesis, frente al tema de aproximación conceptual y problematización del que se ocupa el primer capítulo de esta investigación, queda claro que el escenario de investigación es el aula, los conceptos se sitúan en la definición de los estándares definidos por el MEN y el problema a tratar se centra en el marco de las secuencias didácticas para el desarrollo de los aprendizajes significativos desde la estructura de los ácidos nucleicos –DNA, con estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín durante el año lectivo 2013.

Se trata de una investigación en el orden descriptivo de las ciencias naturales. Como propuesta interdisciplinar se apoya en conceptos básicos de la genética, los mismos que luego se didáctizan en el acontecimiento de aula, hasta garantizar el desarrollo de las competencias crítica, científica y reflexiva, desde la aplicación contextual de los saberes obtenidos.

Para la fundamentación teórica, el trabajo acude a un estado del arte que inicia con investigaciones ya desarrolladas como lo son los trabajos de Stephen C. Meyer, Manuela Caballero, Francisco Iñiguez, entre otros. Como es perceptible, se trata de elaboraciones

en una mixtura de la experiencia pedagógica, puesto que si el doctor Stephen C. Meyer, aporta todo un acervo en materia de DNA, desde la alta investigación del *Discovery Institute*, nada de ello podría tener eco en el aula, sin los trabajos didácticos de Manuela Caballero y Francisco Iñiguez. Pero éstos no son los únicos teóricos consultados en la elaboración, en esta línea cabe destacar que la investigación, desarrollará en los capítulos precedentes, rastreos en torno a las experiencias significativas con contexto en el territorio departamental y local de la ciudad de Medellín. Es así, que el Parque Explora como espacio de experimentación, va a ser en este proceso, no sólo aula pertinente, sino espacio de consulta y contraste de conceptos.

## **CAPÍTULO 2:**

# **HACIA UN REFERENTE DISCIPLINAR Y EL ESTADO DE LA CUESTIÓN**

### **SINOPSIS**

#### **1. MARCO CONCEPTUAL**

La investigación aborda, para su desarrollo conceptual, un campo semántico centrado en cinco conceptos estructurales, para el análisis de las composiciones y frente al objeto DNA, en el marco de las cadenas de los ácidos nucleicos. En atención a que éste es un objeto en mixtura (entiéndase esto como la combinatoriedad entre un concepto científico como lo es la estructura de los ácidos nucleicos - DNA - y una práctica pedagógica), en la intervienen dos categorías disciplinares, que van de los discursos de la pedagogía a las prácticas del conocimiento en el aula, asumiendo como actores centrales a los estudiantes de 9.5 de la I. E. Diego Echavarría Misas de Medellín.

➤ **DNA: Aprendizaje de la estructura de los ácidos nucleicos en el aula.**

Según el grupo de investigación Embrios.Org (2013), los ácidos nucleicos son *“macromoléculas que conforman las subunidades de DNA y RNA y son claves en el almacenamiento y transmisión de la información genética. Participan en numerosos procesos biológicos, transportan energía, son parte de coenzimas esenciales y regulan numerosas funciones metabólicas. Los nucleótidos están compuestos por tres partes integrales: fosfatos, azúcares y bases nitrogenadas”* (Embríos.org). En consecuencia de lo anterior, el DNA es una estructura representativa de los ácidos nucleicos que a diferencia del RNA (Ribonucleic acid)<sup>5</sup> se sitúa en el núcleo de la célula. Este concepto que proviene de la bioquímica, ingresa al campo de la educación, para este caso; como componente dentro de las competencias analíticas, argumentativas y/o propositivas de las Ciencias Naturales, en el currículo de educación básica en Colombia.

En el marco de este estudio el DNA, representa el objeto disciplinar, como eje vinculado a una práctica pedagógica, que es didáctica dentro del aula como acontecimiento. Lo anterior para decir que el aula está concebida aquí, como espacio de experiencias creadas en cada circunstancia de aprendizaje. Es a su vez escenario de observación, registro y discusión, en contraposición a la idea clásica de espacio arquitectónico dentro del ambiente escolar. El paralelo DNA-aula, se forma dentro de un acontecimiento dialógico, cuyos actores son por referencia natural los estudiantes y la docente: *“La Investigación dialógica atañe por su parte a la situación en la que el conocimiento es co-construido por el profesor y los estudiantes mediante su colaboración en actividades conjuntas. ... se trata de lo que hacen en conjunto o colaborativamente, los estudiantes”*

---

<sup>5</sup> Ácidos ribonucleicos

(Velásco, 2008, pág. 465) en compañía activa del docente como sujeto crítico para la movilización del saber.

### ➤ **Constructivismo**

Para este trabajo se entiende por constructivismo, una perspectiva relativa a la posibilidad crítica de construir conocimiento en acción integrada dentro de lo que se ha definido por aula. En una remisión a la naturaleza histórica de la palabra conocimiento, viene al caso destacar que el constructivismo emerge como práctica y no se concibe por fuera de las posibilidades de interacción social. Es así que componentes como la cadena de DNA, se vuelven objeto para el aprendizaje en prácticas de saber cooperativo, donde las singularidades en alteridad dan paso a la relación dialógica, al abordaje crítico del concepto y a la deducción en ambientes de confrontación y consenso, a partir de los referentes teóricos.

En una perspectiva muy pedagógica, la idea de constructivismo que determina el aprendizaje como acontecimiento en este estudio, está estrechamente relacionada con la práctica de modelación de la molécula DNA. Este trabajo, realizado dentro del aula, permitió la realización simbólica del componente disciplinar, para hacer representativa la expresión intangible del objeto DNA, aspecto que no es sensorial y requiere una conversión de su ámbito abstracto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

El soporte teórico de la investigación se plantea en el marco del constructivismo social por la línea crítica de Lev Vigostky, la pedagogía crítica dentro de la línea de estudios críticos de Peter McLaren y Henry Giroux y por último los aprendizajes significativos de

Ausubel como aporte a una pedagogía conceptual que, contextualmente en este trabajo se desarrolla en planos representativos que tienen lugar en el aula. A continuación, se ofrece una aproximación a cada una de estas corrientes y se sintetiza, al final la pertinencia de éstas, dentro de la investigación realizada con los estudiantes de 9.5 del Diego Echavarría Misas de Medellín.

### ➤ **Constructivismo**

La teoría constructivista postulada en sus inicios por Ernst Von Glasersfeld, el filósofo alemán y profesor de la universidad de Georgia; es traída a los estudios pedagógicos por Jean Piaget y Lev Vygotski muy comenzado el siglo XX. Esta corriente radical en la perspectiva de Piaget, y social desde la mirada de Vygotski; parte del 'constructo' como elemento articulador de los aprendizajes en el sujeto, que para la pedagogía es el niño.

Se entiende por constructo cada una de los cimientos gnoseológicos que hacen posible el aprestamiento de nuevos saberes o competencias alcanzables: sobre la base de unos dominios previos, los niños en la escuela se disponen a desarrollar nuevas competencias que se traducen en dominios o aprendizajes, dependiendo de la perspectiva en que se les clasifique dentro del proceso de la enseñabilidad.

En el trabajo que se adelanta con los estudiantes de 9.5, la corriente constructivista que orienta los desarrollos didácticos, se plantea en las dinámicas de interacción grupal, con un sentido ligeramente social, como lo prescribieran en esta misma corriente Albert Bandura y Walter Mischel, al interior del aprendizaje como acontecimiento de alteridad. Ya lo propio, lo había definido Paulo Freyre en sus tratados de pedagogía popular cuando expresó que en dinámicas de aprendizaje; "yo no puedo ser sin que tú seas", para determinar que este es un evento de tradición colectiva y de interacción del niño

hacia el exterior. Es si se quiere, una puesta en marcha de los postulados pedagógicos que con Lev Vygotski, precisan el reconocimiento del estudiante como sujeto de los aprendizajes en acción cooperativa.

En este orden de ideas, la categoría-DNA, constituye una apuesta de aprendizaje – saberes que se postulan a constituir constructos- para que en el marco de ese dominio los estudiantes se apresten a vislumbrar el universo complejo y asombroso de la célula. Es un ejercicio que sugiere la apropiación sistemática de conceptos previos, la legitimación de saberes que –desde luego vienen con el estudiante a la clase-, y sustancialmente la realización crítica de experiencias colectivas de aprendizaje respecto al objeto molecular.

### ➤ **La pedagogía crítica**

*"Día tras día, se niega a los niños el derecho a ser niños. Los hechos, que se burlan de ese derecho, imparten sus enseñanzas en la vida cotidiana. El mundo trata a los niños ricos como si fueran dinero, para que se acostumbren a actuar como el dinero actúa. El mundo trata a los niños pobres como si fueran basura, para que se conviertan en basura. Y a los del medio, a los niños que no son ricos ni pobres, los tiene atados a la pata del televisor, para que desde muy temprano acepten, como destino, la vida prisionera. Mucha magia y mucha suerte tienen los niños que consiguen ser niños". Eduardo Galeano*

Posterior a la pedagogía popular o pedagogía libertaria promovida por Paulo Freire en los años 60<sup>a</sup> del siglo XX, a partir de la publicación del libro “La educación como práctica de la libertad” (Freire, 1968), se desarrolla al norte del Río Bravo, la corriente pedagogía crítica, bajo las ideas de los pedagogos Peter McLaren y Henry Giroux. Como propuesta teórica, ésta centra las prácticas de aprendizaje en el análisis situacional de los objetos en contexto.

Sobre la base de que el conocimiento es pertinente cuando convoca a la reflexión de la realidad, y desde ésta a la apropiación de los conceptos; la pedagogía crítica demanda la puesta en contexto de tres de las competencias básicas: la lectura como factor de interpretación, las prácticas significativas respecto de los objetos de investigación y el análisis situacional de los mismos en contexto. El estudiante como sujeto de los aprendizajes y constructor de los mismos, actúa de la mano del docente en la discusión de contenidos. Por lo tanto, en esta línea sólo revierte a la categoría de aprendizaje aquello que trascendiendo el dato, es decodificado a la luz de las realidades mediatas o de aquello que Vygostky, determinó zona de desarrollo próximo.

Los objetos de análisis en pedagogía crítica son los objetos que determinan la vida como posibilidad. El estudiante aborda el conocimiento desde una postura relativa a su condición socio-cultural, religiosa y económica, para descubrir alternativas frente a sus grandes inquietudes.

En este estudio la pedagogía crítica aporta sus instrumentos pragmáticos para el estudio de la vida, a partir de las complejidades moleculares. El estudiante está convocado para enfrentar breves inquietudes desde la materialización de la información genética y sus propios tipos de herencias, por los cuales es un ser humano. Por lo tanto, el estudio del

DNA, es a lo sumo componente para el desarrollo de un debate crítico en el ámbito de la genética, determinado por la búsqueda científica en las ciencias naturales.

### ➤ **Los aprendizajes significativos**

Abordar la de teoría de los aprendizajes significativos, remite directamente a un nombre: Ausubel. Fue este psicólogo norteamericano quien desde la observancia de los procesos y las prácticas de construcción del saber, llega a la conclusión de que es en el plano representativo donde el sujeto materializa tanto las ideas como el marco de subsumidores (saberes previos) donde la magnitud de aquello que se concibe como saber. No obstante, dichas categorías que integran el elemento de relación del niño con su entorno aumentan su frecuencia de viabilidad en la medida en que afirman pertinencia desde el proceso mismo de las prácticas: el saber es válido en la medida que contribuya a la solución de problemas reales. Pero ¿qué es un problema real?

Sin duda que un problema real es el que aparece como objeto de discusión y análisis en los desempeños inmanentes de las relaciones humanas consigo y con el entorno. El problema es real, si supone un esfuerzo y un reto, y en esta dualidad, sugiere la búsqueda de alternativas pertinentes para su solución. Los aprendizajes que surgen de esa dinámica serán aprendizajes significativos según Ausubel, cuyo escenario de prueba será la realidad o contexto. En términos de la investigadora M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palomero (2004), de la universidad de Santa Cruz Pamplona, España, el Aprendizaje significativo;

*[...] es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o información con la estructura cognitiva del que aprende de forma no arbitraria y sustantiva o*

*no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1997). La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo (Moreira, 2000 a). Pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables (Rodríguez, 2004).*

La teoría de los aprendizajes significativos es en esencia una teoría lingüística, por cuanto decide el conocimiento a partir de la expresión simbólica de las percepciones. Es así, que en esta elaboración los mapas conceptuales, el concepto mismo vinculado a la articulación discursiva de la idea que se tiene, derivó los índices para determinar si hubo o no apropiación de un dominio específico como lo fue la cadena-DNA, en el marco de los estudios moleculares referidos a la célula.

### **3. MARCO LEGAL**

El artículo 23, de la ley 115 de 1994, crea en el inciso 1, el área de Ciencias Naturales, dentro del currículo obligatorio para el ofrecimiento de la educación en instituciones públicas y privadas del territorio nacional; así:

*Áreas obligatorias y fundamentales. Para el logro de los objetivos de la educación básica se establecen áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento y de la formación que necesariamente se tendrán que ofrecer de acuerdo con el currículo*

*y el Proyecto Educativo Institucional. Los grupos de áreas obligatorias y fundamentales que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudios, son los siguientes: (1) Ciencias naturales y educación ambiental. (2) Ciencias sociales, historia, geografía, constitución política y democracia. (3) Educación artística. (4) Educación ética y en valores humanos. (5) Educación física, recreación y deportes. (6) Educación religiosa. (7) Humanidades, lengua castellana e idiomas extranjeros (8) Matemáticas. (9) Tecnología e informática. (Ley 115, 1994. Artículo 23).*

Considerando que las áreas fundamentales, responden a una expectativa de educación democrática para todos los niños, niñas y adolescentes en el país, tal y como se les reconoce en el marco de la Ley 1098 de 2006 y atendiendo a que las ciencias naturales se incorporan al currículo, éstas en su competencia y componente; deberán responder al ideal de fines y proyecciones que para su efecto se crea, desde del Artículo 5º de la nombrada Ley 115, y que en el inciso 5º expresa, la latente responsabilidad de formar en la “adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber” (Ley 115, 1994. Art. 5).

Con base en lo dispuesto normativamente, cabe destacar que el estado colombiano, desde su compromiso constitucional con el constituyente primario, reconoce dentro de la formación integral, la educación en las competencias para la ciencia, la tecnología y la investigación. En este orden de ideas, dicho pacto se encuentra expreso en el artículo 67 de la Constitución, por el cual se declaran dos garantías esenciales para la dignificación ciudadana de los niños y niñas en la nación: (a) el hecho de que la educación se declara derecho y (b) que el estado se obliga a ofrecerla, delegando en la

familia el cuidado de los menores y la responsabilidad primaria en el compromiso de la formación.

*La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente. // El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación, que será obligatoria entre los cinco y los quince años de edad, y que comprenderá como mínimo, un año de preescolar y nueve de educación básica (Constitución Política de Colombia, 1991. Artículo 44).*

De una manera especial, la misma norma revierte a la figura del menor y pone el acento en los cuidados y el compromiso que con éstos adquiere la familia y la sociedad, en cuanto a otorgarles la educación:

*Son derechos fundamentales de los niños: la vida, la integridad física, la salud y la seguridad social, la alimentación equilibrada, su nombre y nacionalidad, tener una familia y no ser separados de ella, el cuidado y amor, la educación y la cultura, la recreación y la libre expresión de su opinión. Serán protegidos contra toda forma de abandono, violencia física o moral, secuestro, venta, abuso sexual, explotación laboral o económica y trabajos riesgosos. Gozarán también de los demás derechos consagrados en la Constitución, en las leyes y en los tratados internacionales ratificados por Colombia (Constitución Política de Colombia, 1991. Artículo 44).*

Como lo expresa el artículo anterior, la educación es sobre toda garantía un derecho fundamental, aspecto que no desconoce el Decreto 1860 Reglamentario de la Ley 115 de 1994, que al respecto plantea que *“El Estado, la sociedad y la familia son responsables de la educación obligatoria de acuerdo con lo definido en la Constitución y la ley. La Nación y las entidades territoriales cumplirán esta obligación en los términos previstos en las Leyes 60 de 1993 y 115 de 1994, y en el presente decreto. Los padres o quienes juzguen la patria potestad sobre el menor, lo harán bajo la vigilancia e intervención directa de las autoridades competentes”* (Decreto 1860, 1994. Artículo 2). No obstante, ante la pregunta por la educación, con respecto a las instituciones públicas y privadas, ésta se haya contenida en el marco de una proyección de estándares donde los contenidos mínimos determinan los componentes que deberán caracterizar el proceso de formación.

En el área de ciencias naturales, los estándares de educación, propugnan por cualificar a los estudiantes en el conocimiento básico de lo que son los objetos de la las ciencias naturales, y coyuntural con ello, los mismos *“pretenden constituirse en derrotero para que cada estudiante desarrolle, desde el comienzo de su vida escolar, habilidades científicas para: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante. Utilizar diferentes métodos de análisis. Evaluar los métodos. Compartir los resultados”* (Ministerio de Ed. Nacional, 2004, pág. 6).

En consecuencia, la Institución Diego Echavarría Misas, respondiendo al encargo ministerial articula dentro del plan de área de ciencias naturales; campo en el cual esta investigación intenta desarrollar como objeto de estudio la comprensión de la estructura de los ácidos nucleicos-DNA, con base en las competencias, para el efecto contempladas en la misma cartilla de lineamientos y estándares:

*La curiosidad, honestidad en la recolección de datos y su validación. Flexibilidad. Persistencia. Crítica y la apertura mental. Disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional, propia de la exploración científica. La reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro. El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos. La disposición para trabajar en equipo* (Ministerio de Ed. Nacional, 2004, pág. 6).

En este orden de ideas, la investigación se suscribe al ejercicio de una praxis investigativa, en el ámbito de las ciencias naturales y con carácter pedagógico, lo que determina su tradición cualitativa en materia de aprendizajes significativos (2004). En una perspectiva legal, se excluyen las prácticas experimentales, pero se acude a la reflexión y criticidad con respecto al despeje de la estructura de los ácidos nucleicos-DNA, como objeto central de estudio contemplado dentro de la declaración de estándares para el grado noveno de enseñanza media.

## CAPÍTULO 3:

### METODOLOGÍA

El objeto de este capítulo es definir, entre diversos aspectos, la metodología de la investigación al interior de los análisis disciplinares en la línea de la enseñanza y el aprendizaje significativo en el aula de las ciencias naturales. Se trata para el caso, de una investigación “*cuasiexperimental con grupo experimental dirigido*” (Briones, 1996, pág. 25) desarrollada en ambientes pedagógicos, articulada al estudio de la estructura de los ácidos nucleicos- DNA, como concepto de aprendizaje con estudiantes del grado noveno, que como ya se ha expresado, pertenecen a la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del Municipio de Medellín. Lo anterior supone decir que en el proceso de construcción y análisis del objeto de investigación, los estudiantes no tienen como tarea aportar un nuevo conocimiento a la ciencia; sino apropiarse de éste –la estructura de los ácidos nucleicos- mediante el desarrollo de competencias pragmáticas, desde el trabajo experimental.

En todos los casos del desarrollo investigativo hay un componente didáctico que se manifiesta en el tratamiento del objeto de aprendizaje, porque la naturaleza de este estudio es pedagógica. No obstante, en el plano de la investigación al interior de las ciencias naturales, esta investigación se matiza dentro de los desarrollos cualitativos –

descriptivos; bajo el enfoque de los aprendizajes significativos de Ausubel, cuya definición, en términos del profesor Marco Antonio Moreira, del Instituto de Física, UFRGS, responde al *“proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-litera) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel, el aprendizaje significativo es el mecanismo humano por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento”* (Moreira, 1997).

Sobre lo expresado, cabe determinar que los aprendizajes significativos plantean una dinámica lúdico-cognitiva, como acontecimiento creativo en aula y que en este estudio se traduce en el ejercicio experimental por parte del estudiante, a partir del desarrollo de actividades instrumentalizadas en la introyección de DNA, como concepto derivado de una lógica abstracta (*porque no es sensorial una molécula DNA*), que se materializa en planos simbólicos representativos, tal y como se concibe en la teoría Ausubeliana.

Con la praxis simbólica para la representación crítica del objeto –ya que todo el marco expresivo del DNA, sólo es posible a partir de la modelación- se prevé un marco de actividades, de cuyos desempeños el estudiante deberá abordar el concepto y comprender sus dimensiones, lo mismo que contextualizarlo y asumir posturas críticas traducidas en enfoques bioéticos, desde los análisis comparados con la realidad en los medios.

En el acápite de instrumentos y fuentes, los diseños y enfoques instrumentales se desarrollan en detalles didácticos para efectos de materialización pedagógica. Por lo que respecta a la coherencia metodológica, esta entra a un marco que avanza desde la

caracterización, puntualizando los enfoques y estrategias, para estribar en la descripción del modelo de sistematización de los datos, a lo largo de toda la experiencia, tal y como se muestra a continuación.

## **Instrumentos y Fuentes**

El estudio que se propone, se apoya en fuentes primarias y fuentes secundarias. Las primeras sustentadas en datos obtenidos por intervención directa de los estudiantes con el objeto en el proceso de interpretación y representación de los ácidos nucleicos y las segundas; basadas en datos preexistentes a la investigación y que en el proceso de revisión bibliográfica – documental, han permitido la fundamentación del estado de la cuestión o dicho de otro modo; el estado del arte.

## **Fuentes Primarias de la Investigación**

En términos investigativos, las fuentes primarias se caracterizan por una intervención directa del sujeto investigador con el objeto y sus datos resultan de esa simbiosis en un proceso cualitativo, desde el abordaje crítico de la situación investigativa. De conformidad con las orientaciones corporativas de la Universidad de Alcalá de Henares, las fuentes primarias, *“contienen información nueva y original resultado del trabajo intelectual... libros, revistas científicas, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas”* (Universidad de Alcalá, 2013). En esta investigación las fuentes primarias, se hayan representadas en el trabajo desarrollado en el aula desde las distintas actividades (ver Tabla 2: Cuadro de actividades secuencia didáctica), que se diseñaron para la apropiación y despeje del objeto estructura de los ácidos nucleicos-DNA.

En las investigaciones de carácter pedagógico y en especial para la que se presenta aquí; son datos de fuentes primarias, los generados a partir de las distintas acciones de aprendizaje significativo. De esta forma, el trabajo con mapas conceptuales, diagramas representativos a través del trabajo manual, el desarrollo de encuestas, entre otros; así como el material ilustrativo se catalogan dentro de este rango de fuentes.

El diseño de las fuentes primarias, se encuentra articulado con los propósitos de la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos -DNA –que en términos de pedagogía es la enseñanza de cualquier concepto dentro de las ciencias naturales- en la línea de un aprendizaje crítico. Se trata de la experimentación con ejercicios de laboratorio, en los que el estudiante da paso a sus “constructos” previos para apropiarse de un saber y desde éste hacer valoración crítica del acontecimiento en la zona de desarrollo próximo; como lo son los medios masivos de comunicación audiovisual y la realidad contextual donde habita. En términos prácticos, el instrumento diseñado se convierte en herramienta para estructurar el concepto DNA, entender la magnitud desde la determinación genética, autorreconocerse y reconocer las razones frente a los tipos en la sociedad donde habita sobre un plano bioético de reflexión humana.

## **Fuentes Secundarias**

Son fuentes secundarias en esta investigación, todas las vertientes que aportan datos previamente elaborados: textos, sitio web, artículos de revista producto de análisis descriptivos, bibliografías, entre otros. Para la ubicación de los mismos, se ha recurrido a la ficha bibliográfica como instrumento fundamental en la construcción de antecedentes, teorizaciones, marco legal y demás aspectos de fundamentación pertinentes en el análisis del objeto.

Los datos de información secundaria han sido utilizados –como ya se expresó- para la fundamentación de las hipótesis y la construcción teórica, de tal manera que las evidencias de estas fuentes, se registran en el epílogo de las bibliografías al final del informe de la investigación. A continuación se presenta el modelo de ficha para el rastreo bibliográfico:

No 0001	Referencia (Formato APA)	
Palabras Clave	Texto	
1.	_____	
2.	_____	
3.	_____	
4.	_____	
5.	_____	
Comentario		Tema:
Autor:		Fecha:

**Tabla 1: Modelo de ficha bibliográfica**

## **Población y muestra**

### **Población**

La Institución Educativa Diego Echavarría Misas, se encuentra ubicada en el barrio Florencia, de la ciudad de Medellín en la zona 2 de la comuna 5. Su población está integrada por 2318 estudiantes entre los grados preescolares y 11 de educación media y media técnica, clasificados en los estratos 2,3 y 4 del SISBEN.

Para esta investigación ese conglomerado, se asume en calidad de población, a partir del criterio de que todos participan del mismo modelo educativo y sistema organizacional dentro del ordenamiento de la educación pública colombiana.

## **Muestra y criterios de selección**

En una perspectiva focal, la muestra de esta investigación se sitúa entre los estudiantes matriculados para el año lectivo 2013 en el grado noveno, y específicamente en el grado 9.5, con un total de 31 estudiantes, de ambos sexos, en edades que oscilan de los 13 a los 16 años.

La muestra se caracteriza dentro de las muestras no *probabilísticas por conglomerado* (Ibid: Briones, G, p. 59). Está compuesta por un grupo denominado 9.05, integrado por 31 estudiantes, que suman el 15,7 %, con respecto a los 197 estudiantes matriculados en el nivel.

### **○ Propuesta Didáctica**

La investigación “*Secuencia didáctica para el desarrollo de aprendizajes significativos en la enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos - DNA con estudiantes de noveno grado de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Medellín – 2013*”; en su desarrollo práctico, prevé una revisión bibliográfica precedida de un estudio de contexto. Es así, que una vez determinada la ubicación y delimitación del objeto en la estructura del ácido nucleico-DNA, se procede a incorporar una secuencia de acciones didácticas donde los estudiantes se den a la tarea de entrar en contacto con experiencias significativas de aprendizaje respecto del mismo. Las inferencias y deducciones que las

experiencias arrojaron se traducen en formatos de análisis cualitativo, bajo criterios representativos de sistematización y registro.

El concepto disciplinar del que se parte en todos los casos para este estudio, no es otro que el DNA, y la razón de dicha escogencia en términos de competencias y estándares de la enseñanza de las ciencias naturales, no es otro que la consideración del mismo, como concepto estructurador dentro de la genética. Viene al caso destacar que, el enfoque temático DNA, se articula con los estándares de Ciencia, Tecnología y Sociedad, textualmente definido en la cartilla de lineamientos para el área de ciencias naturales, así: *“Identifico la utilidad del ADN como herramienta de análisis genético”*. Y en conexidad con el mismo indicador, con los fines de la enseñanza definidos por el Ministerio de Educación Nacional en la Ley 115 de 1994, artículo 5º del inciso 5º, que ontológicamente le apuntan a *“La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber”*.

El saber en este caso, se obtiene mediante la manipulación de objetos e instrumentos que Ausubel, no descartó; puesto que es en esos acontecimientos donde se desarrolla la experiencia del aprendizaje significativo como consecuente psicológico, de todo un eslabonamiento mental frente al conocimiento mismo. A continuación se presenta el cuadro de acciones desarrolladas en un método de aprendizaje progresivo respecto de la determinación del objeto y el discurrir analítico de las conductas de entrada para el aprendizaje.

Actividad	Estrategia didáctica	Descripción de la actividad
<p><b>Aplicación test de ideas previas</b></p>	<p>Rastreo de información directa mediante fichas prácticas para la obtención de una percepción diagnóstica. Análisis comparado de los conceptos existentes con los contenidos del área.</p>	<p>Implementación de un test de diagnóstico mediante el cual se obtuvo información sobre las ideas previas, actitudes conceptuales y metodológicas que los estudiantes manejan frente al concepto de ácidos nucleicos- DNA</p>
<p><b>Refuerzo de test de ideas previas</b></p>	<p>Rastreo de información directa mediante fichas prácticas para la obtención de una percepción diagnóstica. Análisis comparado de los conceptos existentes con los contenidos del área.</p> <p>Aplicación de la teoría constructivista en el enfoque de aprendizaje social en el aula, tomando como referente la estructura DNA y RNA, en el enfoque didáctico de los Estándares de educación que determina el MEN.</p>	<p>Realización de mapas conceptuales por equipos y su posterior socialización, con la finalidad de reforzar conceptos previos base para el desarrollo de la propuesta metodológica que se implementó; además .que después de la revisión del test de ideas previas se notaron algunas concepciones científicas de las cuales los alumnos se encuentran bastante alejados.</p>

<b>Presentación propuesta</b>	Definición de competencias, prácticas de aula por estudio de caso, informes descriptivos de laboratorio, simulación y modelación de la molécula del DNA.	Se presentó el concepto a ser trabajado y se comenzó la propuesta didáctica a través de un juego de roles, en esta se puso un caso hipotético de criminalística en el cual los estudiantes por grupos, asumieron el papel de investigadores forenses (criminalistas), e identificaron una víctima de un crimen. En esta actividad se evidencio la conexión entre el concepto y los medios de comunicación. Esta sección se cerró con una puesta en común.
<b>Clases magistrales</b>	<p>Aplicación de la teoría constructivista en el enfoque de aprendizaje social en el aula, tomando como referente la estructura DNA y RNA, en el enfoque didáctico de los Estándares de educación que determina el MEN.</p> <p>Experimentación con simuladores educativos apoyados en las herramientas TIC: videos,</p>	<p>Desarrollo la primera sección de las clases magistrales en la cual se hizo necesario hacer un repaso sobre el concepto de célula, ya que en la actividad de ideas previas y en la de refuerzo se evidenciaron muchas inconsistencias en los conceptos relacionados con ésta y que son base fundamental de la temática desarrollada en este trabajo.</p> <p>En la segunda sección se trabajó la historia del concepto de DNA lo que implicó a los estudiantes el investigar sobre la historia del desarrollo del</p>

	<p>laboratorios virtuales, diseños de presentación.</p>	<p>concepto de DNA.</p> <p>En la tercera sección se trabajó la estructura básica de los ácidos nucleicos – DNA y RNA-, de los monómeros que lo conforman (nucleótidos). Se pretendió en esta que los alumnos identificaran los componentes de los nucleótidos, y como la química juega un papel importante en la unión de estos componentes para lograr conformar dichas moléculas.</p> <p>En la cuarta sección se trabajó la estructura secundaria y terciaria a la cual acuden los ácidos nucleicos para poder intervenir en otro tipo de procesos biológicos (importancia de la doble cadena y de la estructura cromosómica). Los alumnos trabajaron en su cuaderno la cual funciona como bitácora de trabajo, al registrar en el todo lo sucedido en la clase. Estas secciones cerraron con un examen tipo ICFES donde se confrontó al estudiante con lo socializado en las secciones previas.</p> <p>Para la presentación de estas clases la</p>
--	---	---

		<p>docente se sirvió de las herramientas tecnológicas en cuanto a la presentación en Power Point que se elaboró para presentar el concepto, videos que complementaron la actividad al igual que laboratorios virtuales.</p>
<p><b>Exposición de artículos de revista</b></p>	<p>Experimentación con simuladores edumáticos apoyados en las herramientas TIC: videos, laboratorios virtuales, diseños de presentación.</p> <p>Rastreo de información directa mediante fichas prácticas para la obtención de una percepción diagnóstica.</p> <p>Análisis comparado de los conceptos existentes con los contenidos del área.</p>	<p>Se hizo entrega a los estudiantes, distribuidos por equipos de a 4 integrantes, de diferentes artículos de revista relacionados con el concepto de ácidos nucleicos, previamente estudiado. Con el material ellos debían diseñar una presentación en Power Point. Acto seguido, se procedió a realizar la socialización temática al grupo por parte de cada equipo. Esta actividad fue evaluada con indicadores que fueron precisados por la docente, en los siguientes criterios: (i) dominio del tema, (ii) calidad de la presentación en Power Point, (iii) conclusiones del artículo y (iv) claridad de los conceptos trabajados. Como metodología de retroalimentación, los estudiantes debían tomar notas, mientras sus compañeros hacían la exposición.</p>

		<p>Seguidamente, se abrió un break de preguntas para la precisión de aprendizajes significativos desde la problematización temática y conceptual. Al finalizar esta actividad y luego de precisar conclusiones, los estudiantes fueron informados del material que deberían traer para la experiencia de pajitex<sup>6</sup>, con que se iniciaría la clase siguiente.</p>
<p><b>Práctica de laboratorio</b></p> <p><b>Modelación de la molécula de DNA</b></p>	<p>Rastreo de información directa mediante fichas prácticas para la obtención de una percepción diagnóstica.</p> <p>Análisis comparado de los conceptos existentes con los contenidos del área.</p>	<p>En esta actividad se trabajó modelando la molécula de DNA; los estudiantes construyeron la molécula de DNA, basándose en el artículo de pajitex. Dicha experiencia fue un trabajo colaborativo, en el cual debieron identificar cada una de los componentes de los nucleótidos, la cadena de DNA y finalmente la estructura terciaria de la molécula. En esta actividad el sistema de evaluación que se utilizó fue de forma oral en el cual los estudiantes en la molécula debían identificar y tener</p>

<sup>6</sup> Pajitex, está definida como una propuesta de aprendizaje por modelamiento de los ácidos nucleicos: "consiste en la construcción de un modelo didáctico tridimensional para la enseñanza de ácidos nucleicos (DNA y RNA) a partir de materiales de bajo coste... sugiere el empleo didáctico ... de conceptos básicos ... relacionados... replicación semiconservadora de la molécula DNA, transcripción, recombinación genética, transgénicos y terapia genética (Andrade, 2011, pág. 1).

		claro ciertos conceptos para poder solucionar los cuestionamientos realizados
<b>Cierre</b>	Obtención de información directa de la percepción diagnóstica después de aplicada la intervención en el aula mediante fichas prácticas	En la primer parte se concluyó a cerca de los resultados obtenidos durante la modelación de la molécula de DNA, su relación con la genética y con actividades de la vida cotidiana. En la segunda parte de la sesión se aplicó el test de salida y la autoevaluación, además se socializaron los comentarios acerca de la implementación de la propuesta didáctica.

**Tabla 2:** Cuadro de actividades secuencia didáctica

## **Sistematización de la información**

La presente investigación, en el tratamiento cualitativo de los datos, se apoya en datos cuantitativos que se sistematizan desde paradigmas de representación estadística. Dichos resultados se organizan en tablas de frecuencia y se expresan en diagramas circulares, para este caso. Se espera que las graficaciones y la organización sistémica de los datos, dé cuenta del comportamiento de las variables referidas a los niveles de aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, luego de haberse aplicado los instrumentos: actividades, encuestas, ejercicios de modelación y trabajo en laboratorio. Como todos los instrumentos citados varían en su diseño, sólo se llevarán al plano de la

representación estadística, aquellos que remitan a un cálculo de probabilidades medible en materia de frecuencias cerradas.

A continuación se pone en consideración el modelo de cuadro de frecuencia que se aplicará en el análisis, con su respectivo despeje de convenciones:

<b>CUADRO DE FRECUENCIAS</b>		
<b>OPCIÓN</b>	<b>CUESTIONARIO DE ENTRADA</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>		
<b>Mal</b>		
<b>No definió</b>		
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>		

**Tabla 3: Muestra de cuadro de frecuencias**

Para el caso de las actividades de observación y expresión creativa del conocimiento a que dé lugar el desempeño de los estudiantes, en esta investigación se acude como estrategia, al análisis descriptivo por el modelo de estudio de caso, valoración cualitativa, análisis de constructos representativos y de aprendizajes significativos orientados en la línea de Ausubel. De esta forma, para el contraste y corroboración de la información, se aportan materiales de evidencia como lo son las fotografías, los mapas conceptuales en planos comparados, entre otros.

# CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES DE TRABAJO DE MAYO DEL 2012 A JUNIO DEL 2013													
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Definición y planteamiento del problema	■	■	■	■	■									
Buscar y estudiar bibliografía para la elaboración de la propuesta y el trabajo final	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Evaluación de los preconceptos									■					
Realización de e implementación de la secuencia didáctica									■	■	■	■	■	
Registros fotográficos y recolección de datos									■	■	■	■	■	
Procesamiento de los datos. Elaboración de tablas y gráficos												■	■	■
Análisis e interpretación de resultados												■	■	■
Conclusiones y recomendaciones													■	■
Elaboración y presentación del informe final												■	■	■

**Tabla 4: Cronograma de actividades**

## **CAPÍTULO 4:**

### **SISTEMATIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

Las prácticas de aprendizajes significativos en esta investigación, se plantearon a partir una secuencia de actividades en tres momentos didácticos que se describen así: (a) Diagnóstico de saberes previos, (b) Trabajo de aula y (c) Conducta de salida.

En los saberes previos se evaluaron las competencias en ciencias naturales desde el saber específico de conceptos relacionados con la célula, la genética, el material genético (DNA-RNA) y las leyes de Mendel; y concebidos en el marco de los lineamientos curriculares para el octavo nivel de enseñanza básica. Los ítems con que se hizo valoración del estado en que se encuentran los estudiantes en estos dominios fueron los siguientes: en primer lugar se realizó un taller de conducta de entrada, y en la misma línea se propuso la elaboración de mapas conceptuales para la expresión gráfica del conocimiento con que los estudiantes correlacionaron los conceptos.

#### 4.1. Análisis comparado del taller de conducta de entrada y conducta de salida

El análisis comparado de los resultados se presenta de manera integrada en las siguientes representaciones gráficas, y su lectura se hace desde el enfoque cualitativo, tal y como se muestra a continuación. Ver el taller completo en el anexo 1.

#### Taller Anexo 1. Pregunta 1

*Las células como organismos vivos contienen estructuras y organelas, en una de éstas se encuentra el material genético. Teniendo en cuenta la información dada y luego de observar la figura de una célula animal que a continuación se ofrece; diga dónde se almacena el material genético.*

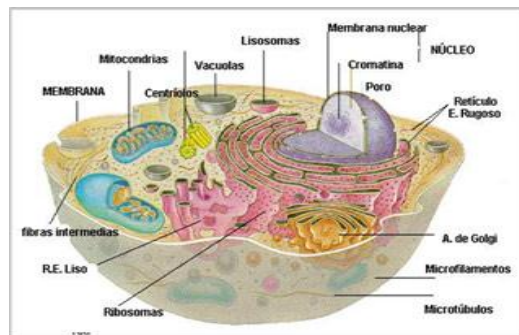


Ilustración 2. La célula animal

CUADRO DE FRECUENCIAS		
V.r	CUESTIONARIO PRESABERES	CONDUCTA DE SALIDA
<b>Núcleo</b>	<b>0,48</b>	<b>0,32</b>
<b>Membrana nuclear</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>
<b>Cromosomas</b>	<b>0,19</b>	<b>0,42</b>
<b>Cromatina, vacuola o mitocondria</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
<b>Material genético</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
<b>Ribosomas</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>
<b>No recuerda</b>	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>
<b>Núcleo - Cromosoma</b>	<b>0,00</b>	<b>0,23</b>

Tabla 5. Cuadro de frecuencia pregunta 1

### Gráfico

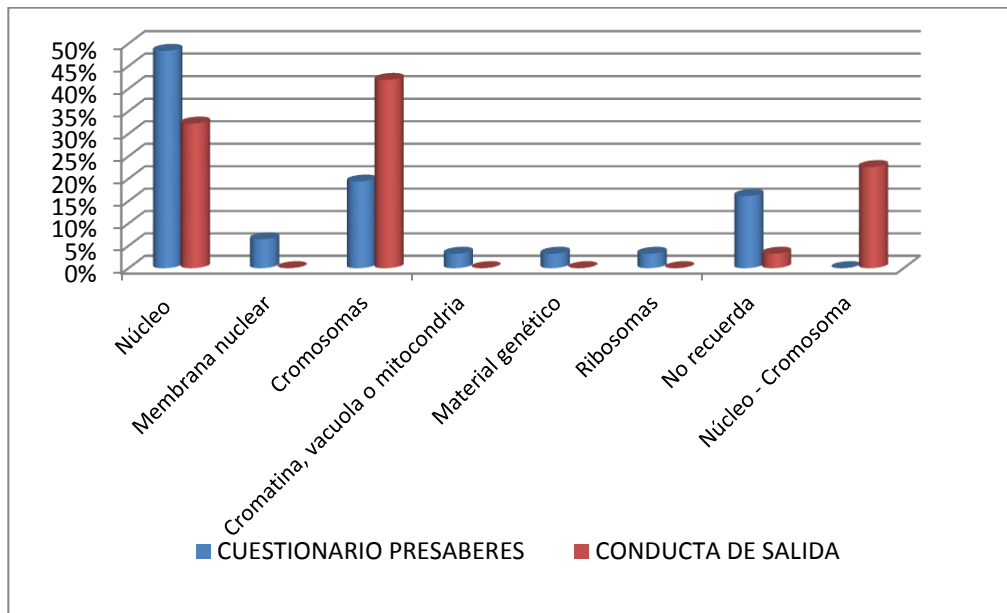


Gráfico 1: Contraste de frecuencias pregunta

## **Análisis cualitativo de la pregunta**

En términos de organelas celulares, la respuesta acertada a la pregunta se sitúa en el concepto “*núcleo*”. Pero desde el punto de vista de la estructura, la respuesta cromosoma no discrepa del criterio de asertividad, dos aspectos para tener en cuenta en esta valoración cualitativa. El gráfico pone en paralelo la conducta de entrada y la conducta de salida, asignando el color azul en la barra que representa la primera y rojo a la de salida, característica común desde ahora, a todos los gráficos que se expresen en este análisis.

En materia de resultados se encuentra que los estudiantes en la conducta de entrada<sup>7</sup> generan 8 variables conceptuales como respuestas posibles, categorizadas en el gráfico y el cuadro de frecuencias, como: (i) núcleo, (ii) membrana nuclear, (iii) cromosomas, (iv) cromatina, vacuola o mitocondria, (v) material genético, (vi) ribosomas, (vii) no recuerda y (viii) núcleo cromosoma. Estas mismas fueron criterio para la evaluación de los resultados en la conducta de salida.

Desde un enfoque comparativo, se nota que en la conducta de entrada, los estudiantes en un 67% aciertan en los conceptos de “núcleo” en un 48% y “cromosomas” con un índice del 19%, cada una con su respectivo margen de relatividad cualitativa frente a la pregunta. Esto indica que existe un acercamiento significativo al objeto de “ubicación del material genético”, como base subsumidora considerable: los estudiantes llegaron del grado octavo con esta noción básica. El 16% de los 31 estudiantes manifestó en la prueba que no recuerda el concepto ni la ubicación, aspecto que sugiere la ausencia de aprendizaje significativo en esta categoría. Se presenta junto a esto un margen del 17% que desacierta en el ejercicio, pero responde. En consecuencia, dicha postura da paso

---

<sup>7</sup> Barra azul.

a dos interpretaciones de orden hipotético: (a) los estudiantes se confundieron y no acertaron con el objeto en cuestión o (b) los estudiantes definitivamente no conocían el concepto.

La confrontación de los mismos objetos de aprendizaje significativo en la conducta de salida, meses después describe: (1) el número de variables se disminuye de 8 a 4, en las nociones de “núcleo”, “cromosomas”, “núcleo-cromosoma” y “no recuerda”. El nivel de acierto se encuentra contenido en las tres categorías iniciales, que integran una curva porcentual del 97%. Uno de los estudiantes, no acertó con el argumento de “no recuerdo el tema”. Esto representa el 3%, con respecto a toda la muestra de la cual se deduce que el concepto fue asimilado en la progresión de las actividades pedagógicas. Hay un aspecto sobre el cual vale la pena enfatizar y es la pregunta ¿Desde dónde está el estudiante elaborando su percepción conceptual?.

En gran medida dicha orientación pudo tener origen en la diversidad ejecutiva del proceso pedagógico previo; en la Institución Diego Echavarría Misas, los estudiantes siguen una secuencia de grados con considerables falencias conceptuales, adicionalmente todos los años llegan estudiantes nuevos con procesos distintos en otras instituciones. A eso se le suma que cada estudiantes asume de manera distinta y por vías diferentes un mismo objeto de análisis, con cierto énfasis de multiplicidad en el desarrollo de las inteligencias (Gardner, 2011).

## Taller Anexo 1. Pregunta 2

**En el desarrollo de esta área usted ha escuchado hablar de la terminología que se presenta en la tabla. Por favor defina cada una de esas categorías, con base en los dominios que posee:**

- a. *Gen*
- b. *Gameto*
- c. *Cromosoma*
- d. *DNA*
- e. *RNA*

La proyección de esta pregunta evalúa el dominio de cinco conceptos como aparece en la formulación previa. Para cada uno de los conceptos se derivaron cuatro indicadores: bien para el acierto y mal en el caso contrario, no lo definió y no lo sabe o no lo recuerda<sup>8</sup>. Se trata de una pregunta de naturaleza informativa y los resultados obtenidos son como se expresa a continuación:

- **2.a. Concepto de Gen**

<b>CUADRO DE FRECUENCIAS CONCEPTO DE GEN</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,35</b>	<b>0,52</b>
<b>Mal</b>	<b>0,13</b>	<b>0,16</b>
<b>No definió</b>	<b>0,23</b>	<b>0,29</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,29</b>	<b>0,03</b>

**Tabla 6: Cuadro de frecuencias concepto de gen**

---

<sup>8</sup> Ver cuadro de frecuencias.

## Gráfico

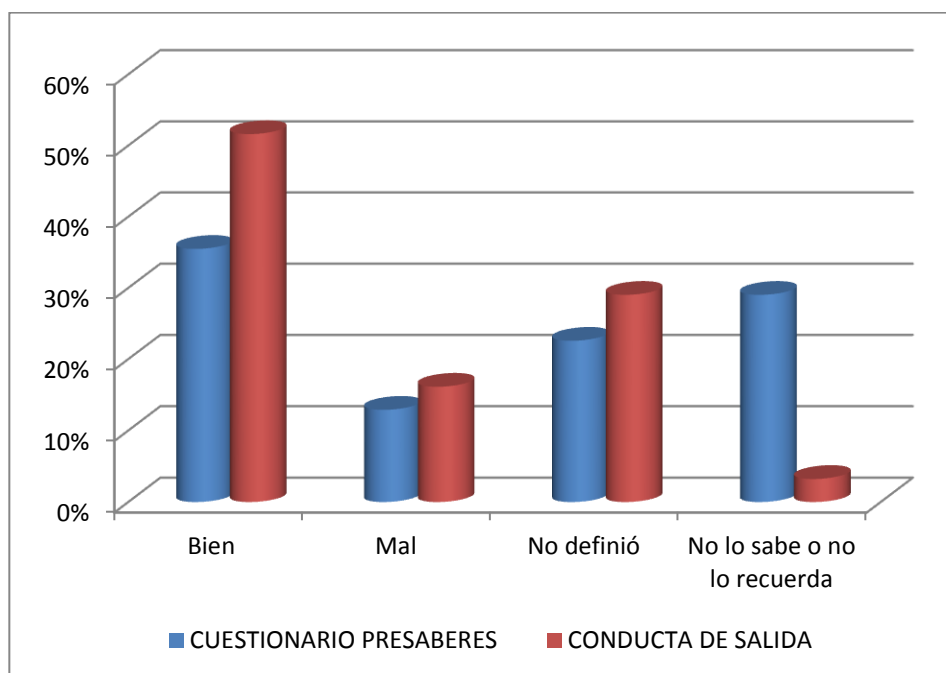


Gráfico 2: Contraste de frecuencias concepto de gen

## Análisis cualitativo de la pregunta

En la conducta de entrada, el concepto de gen fue dominio de un 35% de los estudiantes que acertaron en la respuesta indicada. Pero se evidencia que lo define mal un 13%, no lo define 23% y no lo sabe un 29%. En términos cualitativos, el nivel de información es reducido, ya que se ubica 15 puntos por debajo de la media ideal. En atención a que el concepto debió haberse estudiado en el grado 8º, se nota que representa un vacío conceptual.

En la conducta de salida es visible que el nivel de acierto se eleva en 17 escaños porcentuales y alcanza el 52%. Como aspecto a resaltar, las categorías cambian, ya que en la categoría, “lo define mal”, el resultado aumenta de un 13% a un 16%. En “no lo define” se pasa del 23% al 29% y “no lo sabe” se percibe una marcada disminución que va de un 29% a un 3%. Haciendo una lectura de los datos, se puede determinar que el concepto gen, resulta complejo para los estudiantes, hace falta fijar las bases del mismo y esto representa un reto en la materia.

- **2.b Concepto de Gameto**

<b>CUADRO DE FRECUENCIAS CONCEPTO DE GAMETO</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,03</b>	<b>0,39</b>
<b>Mal</b>	<b>0,32</b>	<b>0,29</b>
<b>No definió</b>	<b>0,39</b>	<b>0,29</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,26</b>	<b>0,03</b>

**Tabla 7: Cuadro de frecuencia concepto de gameto**

## Gráfico

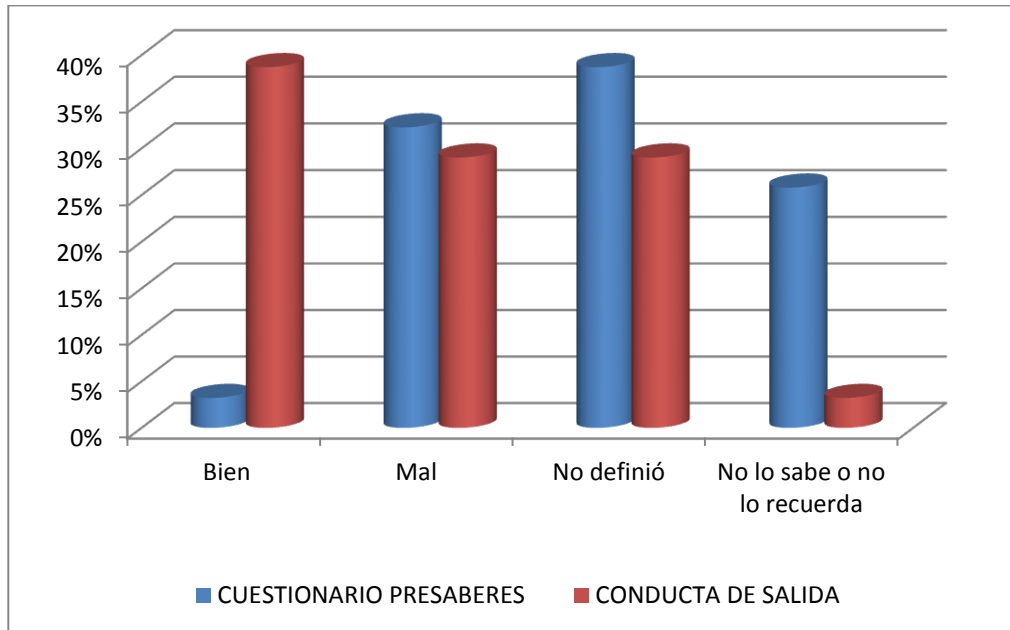


Gráfico 3: Contraste de frecuencias concepto gameto

## Análisis cualitativo de la pregunta

Respecto del concepto de gameto, en la conducta de entrada se observa en la gráfica que sólo un estudiante acierta, lo que representa el 3% respecto de la muestra. Es notorio el hecho que un 39 % de los estudiantes no defina el concepto ya que como se menciona anteriormente éste se ha trabajado en grados previos. También resulta alto el porcentaje del 26% donde se encuentran los estudiantes que dicen no saber o no recordar el concepto ya que éste se debió estudiar en el año anterior. El 32% de la muestra se equivoca y en consecuencia se puede inferir que los estudiantes se

encuentran flojos en la apropiación del concepto “gameto” para el momento de la conducta de entrada.

Los resultados de la conducta de salida varían en que la asertividad pasa de un 3% a un 39%. Disminuye el margen de equivocación respecto de la definición de gameto, de un 32% a un 29%. Hay también disminución en la categoría “no lo define” de un 39% a un 29%, y en “no sabe no lo recuerda” se pasa de un 26% a un 3%. Se deduce en consecuencia que la mayoría de los estudiantes por lo menos reconocen el concepto aunque no se han apropiado del mismo. Falta que se interiorice para disminuir los márgenes de error al instante de exteriorizar el dominio de esta categoría de aprendizaje significativo.

- **2.c. Concepto de Cromosoma**

<b>CUADRO DE FRECUENCIAS CONCEPTO DE CROMOSOMA</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,42</b>	<b>0,68</b>
<b>Mal</b>	<b>0,32</b>	<b>0,13</b>
<b>No definió</b>	<b>0,10</b>	<b>0,16</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>

**Tabla 8: Cuadro de frecuencia concepto de cromosoma**

## Gráfico

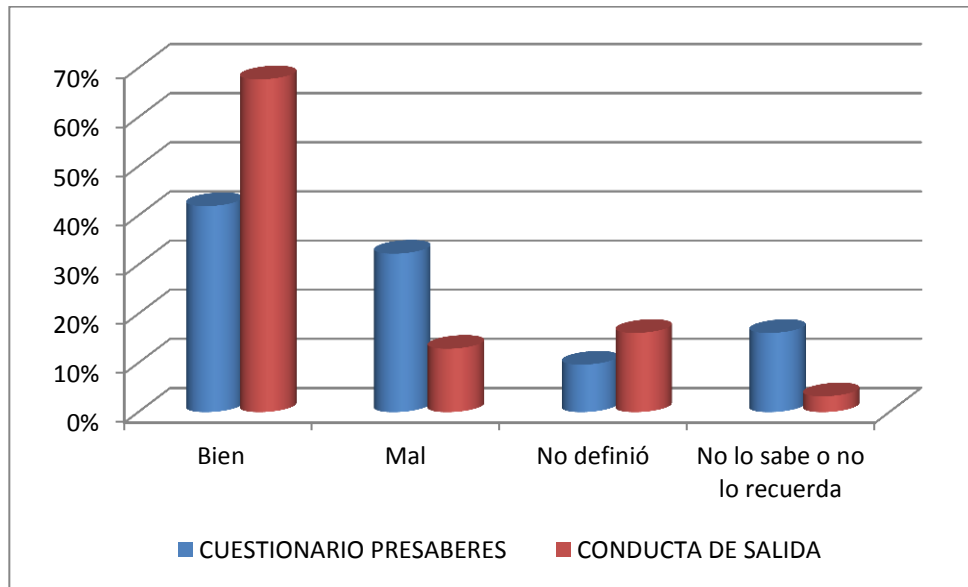


Gráfico 4: Contraste de frecuencia concepto de cromosoma

### Análisis cualitativo de la pregunta

En la conducta de entrada, sólo un 42 % de los encuestados asocia de forma aceptable el concepto de cromosoma. El restante 58 % presenta dificultades en la definición o relación del mismo, al manifestar “no saberlo”, “no recordarlo” o definir el mismo de manera errónea. Los resultados evidencian vacíos en el manejo de conceptos previos que deberían ser de dominio de los estudiantes, ya que a esta altura acaban de terminar el curso del grado octavo y en este nivel, para explicar la división celular es necesario poner en contexto el principio de cromosoma.

Las variaciones con respecto a la conducta de salida describen que en un 68% la población ha llegado a definir el concepto de cromosoma. Se nota que disminuye considerablemente el margen de equivocación cada vez que se pasa del 32% en la conducta de entrada al 13% en la de salida. Se nota, como caso excepcional, que el índice en los individuos que “no definen”, aumenta considerablemente del 10% al 16%. Por otro lado, los que argumentaban “no saber”, “no recordarlo” disminuyeron del 16% al 3%.

Con estos resultados se identifica una desviación en la categoría “no define”, que resulta significativa porque se esperaba que ésta disminuyera en la conducta de salida sin embargo el comportamiento fue contrario. La explicación se pudo dar por dos razones hipotéticamente determinables: (i) que los estudiantes no entendieron el concepto cuando se estudió en los periodos de aula: falta de claridad, explicación o consulta. (ii) Los estudiantes se confundieron o no hubo motivación subjetiva frente a categoría de “cromosoma”.

- **2.d. Concepto de DNA**

<b>CUADRO DE FRECUENCIA CONCEPTO DNA</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,55</b>	<b>0,84</b>
<b>Mal</b>	<b>0,29</b>	<b>0,16</b>
<b>No definió</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,10</b>	<b>0,00</b>

**Tabla 9: Cuadro de frecuencia concepto de DNA**

## Gráfico

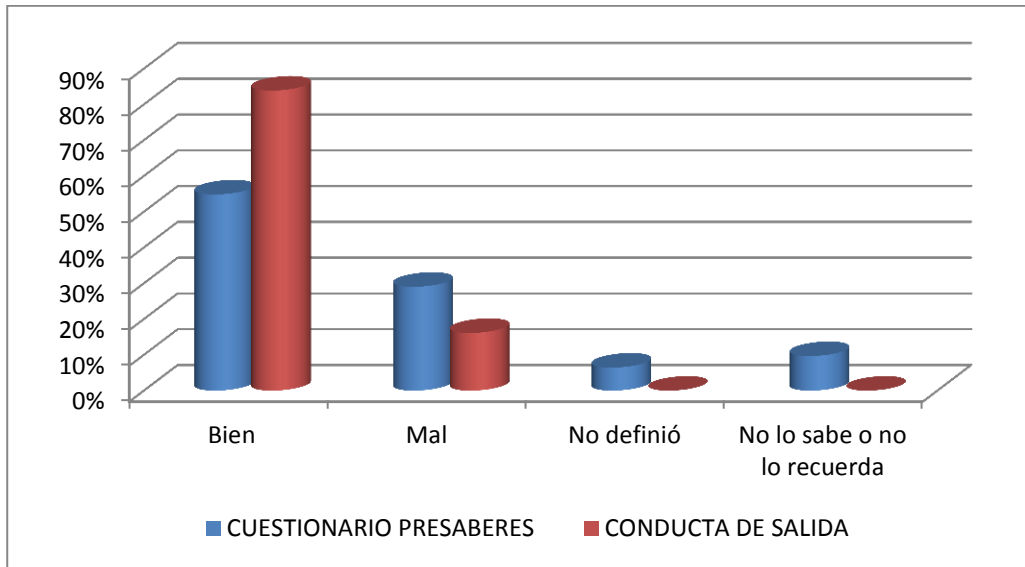


Gráfico 5: Contraste de frecuencias concepto DNA

## Análisis cualitativo de la pregunta

Para el concepto de DNA, aproximadamente un 55% de los encuestados en la conducta de entrada, identifican y definen el concepto correctamente. En este caso logran asociar el mismo, con la temática trabajada en el grado inmediatamente anterior, en el aspecto de herencia genética, mientras que algunos estudiantes sólo asocian la sigla DNA con el nombre de la molécula ácido desoxirribonucleico. El 45 % restante de la población argumenta “no saber nada del concepto”, “no recordarlo” o “no estar en capacidad de definirlo”. Estos resultados ponen en descubierto para la conducta de entrada notorias falencias.

La conducta de salida arroja resultados positivos respecto de la anterior. El 84% identifica el concepto DNA. La población que definía mal el DNA disminuye al 16% y en este caso se reduce el índice de estudiantes que argumentaban “no saberlo” o “no definirlo”, al 0%. Cualitativamente se nota una progresión en cuanto al dominio del concepto por parte de los estudiantes.

- **2.e. Concepto de RNA**

<b>CUADRO DE FFRECUENCIA CONCEPTO DE RNA</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,29</b>	<b>0,55</b>
<b>Mal</b>	<b>0,23</b>	<b>0,42</b>
<b>No definió</b>	<b>0,29</b>	<b>0,00</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,19</b>	<b>0,03</b>

**Tabla 10: Cuadro de frecuencia concepto de RNA**

## Gráfico

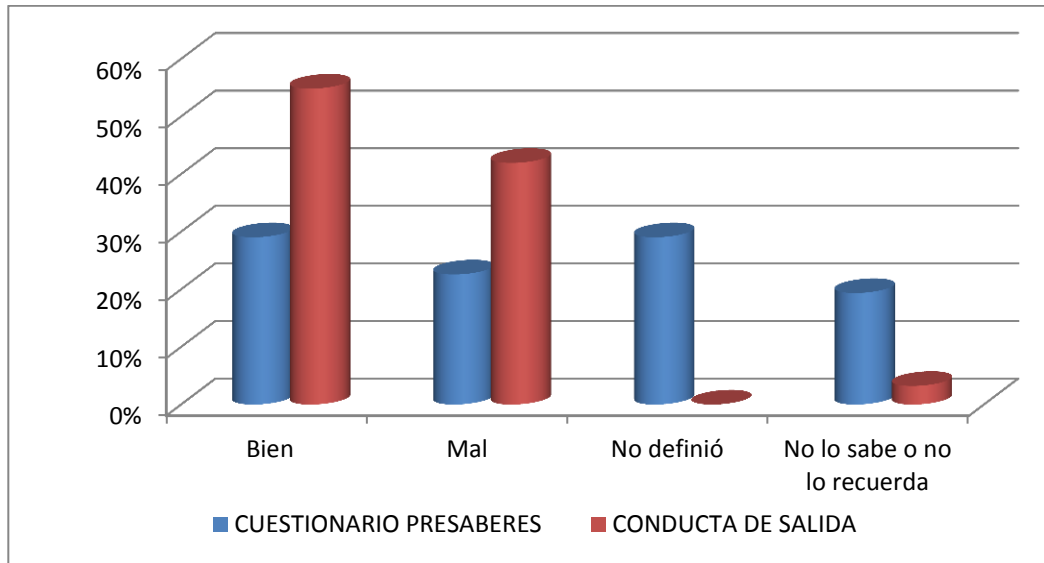


Gráfico 6: Contraste de frecuencia concepto RNA

## Análisis cualitativo de la pregunta

De los resultados se infiere que sólo el 29 % de los estudiantes logró la asociación de la sigla RNA con el concepto aludido. Es decir, establecer el vínculo conceptual de la definición “ácido ribonucleico”, con la entidad RNA. El restante 71 % de la población encuestada, no logra establecer ningún tipo de asociación con la sigla, argumentando desconocerlo o definirlo mal; y en su defecto, el 29% definitivamente no lo definió.

Respecto de la conducta de salida mejoró el dominio del concepto, ya que un 55% de los estudiantes identifica la sigla y además es capaz de definir función. En oposición a esto, aumenta el número de estudiantes que lo definieron mal pasando de un 23% inicial a un

42%. No se encuentran estudiantes que, por lo menos, se nieguen a dar una definición y en el grupo un solo estudiante, manifestó no saberlo.

Ante estos resultados, cabe destacar que la categoría RNA hace alusión a un concepto muy poco familiar para los estudiantes. En el grado octavo, se le da prevalencia al DNA, pero RNA resulta poco enfatizado, ya que no constituye un eje componencial del programa. Es posible que el margen de error en esta pregunta se deba en partes a este criterio.

### **Taller Anexo 1. Pregunta 3**

*Resuelva las siguientes inquietudes biológicas*

#### **3.a¿Qué son los ácidos nucleicos?**

<b>CUADRO DE FRECUENCIA PREGUNTA 3 (a)</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,26</b>	<b>0,55</b>
<b>Mal</b>	<b>0,26</b>	<b>0,19</b>
<b>No definió</b>	<b>0,10</b>	<b>0,23</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,39</b>	<b>0,03</b>

Tabla 11: Cuadro de frecuencia pregunta 3 (a)

## Gráfico

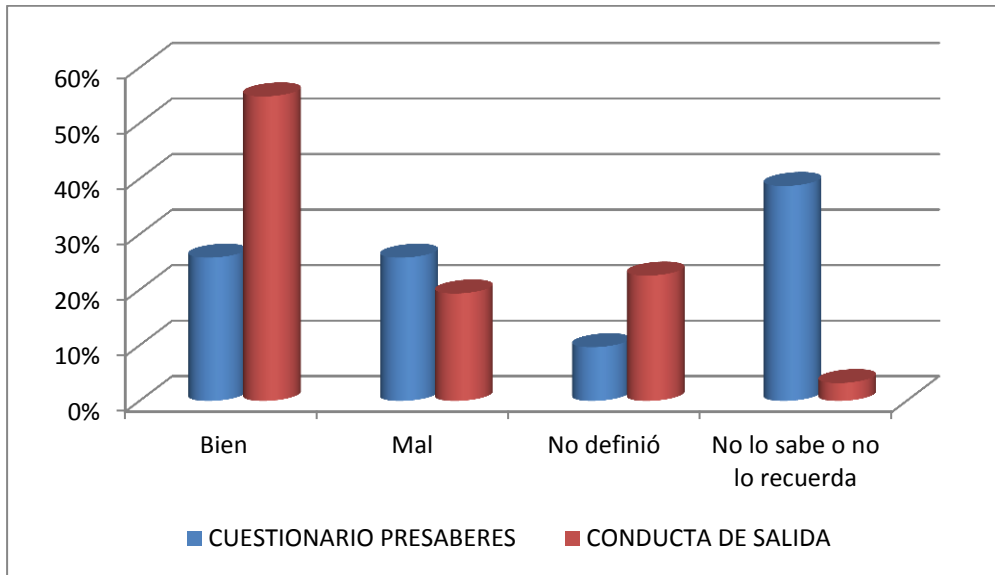


Gráfico 7: Contraste de frecuencia pregunta 3(a)

## Análisis cualitativo de la pregunta

Los resultados en la fase de conducta de entrada enseñan que el 39% de los estudiantes dicen que no saber o no recuerdan el concepto de ácidos nucleicos. El 26% lo definen bien y la misma cantidad lo define mal. Sólo un 10%, equivalente a 3 alumnos, no definen el concepto.

En materia de conducta de salida, los resultados mejoraron la percepción del concepto estudiado, así: el 55% de los estudiantes acertaron en la definición, el 19% no. Aumentó el número de personas en la categoría: “no lo define”, y disminuyó a un 3% el índice de la categoría “no sé”, “no lo recuerdo”.

### 3.b¿Por qué se les denomina ácidos nucleicos?

CUADRO DE FRECUENCIA PREGUNTA 3(b)		
V.r	CUESTIONARIO PRESABERES	CONDUCTA DE SALIDA
Bien	0,16	0,55
Mal	0,19	0,16
No definió	0,19	0,26
No lo sabe o no lo recuerda	0,45	0,03

Tabla 12: Cuadro de frecuencia pregunta 3(b)

### Gráfico

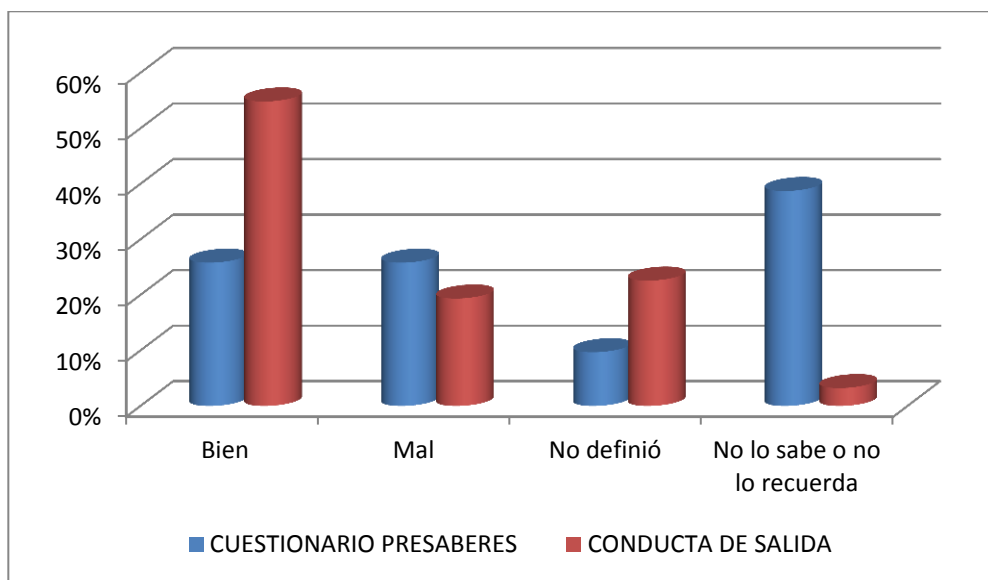


Gráfico 8: Contraste de frecuencia pregunta 3(b)

## Análisis cualitativo de la pregunta

Los resultados de conducta de entrada muestran que un 45% de los participantes en el taller, argumenta no saber o no recordar nada al respecto de la denominación ácidos nucleicos. Los que definen mal y quienes no definen el concepto se encuentran en proporción equivalente al 19%. Sólo un 16% acierta en la respuesta, al encontrar la relación entre el cuestionamiento y el objeto de estudio.

En la conducta de salida, los datos mejoran sustancialmente: se nota que el 55% responden correctamente, disminuye a un 16% las personas que no aciertan. Disminuye la población que dice no saber ni recordar el concepto. Pasan de un 45% a un 3%. No obstante la población que no define pasa de un 19% a un 26%.

### ***3.c ¿Cuál es la importancia biológica de los ácidos nucleicos?***

<b>CUADRO DE FRECUENCIA PREGUNTA 3(C)</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,23</b>	<b>0,74</b>
<b>Mal</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>
<b>No definió</b>	<b>0,23</b>	<b>0,16</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,39</b>	<b>0,03</b>

Tabla 13: Cuadro de frecuencia pregunta 3(c)

## Gráfico

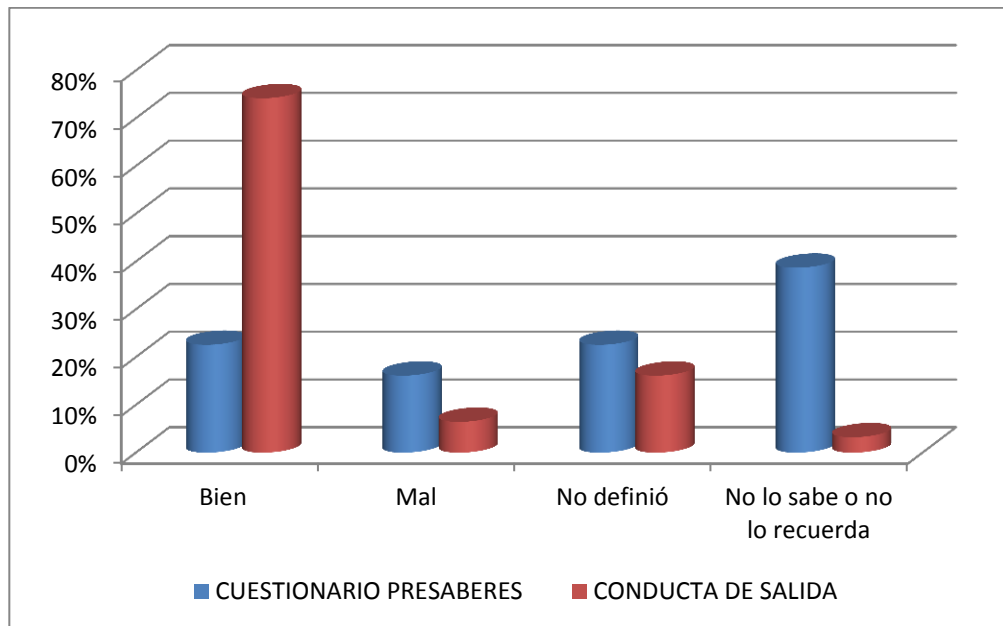


Gráfico 9: Contraste de frecuencia pregunta 3(c)

## Análisis cualitativo de la pregunta

En la conducta de entrada, se observa en la gráfica que un 39 % de los estudiantes manifiesta no saber o no recordar la importancia biológica de los ácidos nucleicos. Un 23 % no lo definió, mientras que el mismo porcentaje logra argumentar el cuestionamiento aunque no de forma satisfactoria. El 16 % lo argumenta, pero de forma errada.

Entre tanto, en la conducta de salida se notan cambios. Las personas que responden bien pasan del 23% al 74%. La respuesta errónea pasa del 16% al 6%, las personas que no lo definen disminuyen del 23% al 16% y en la categoría "no lo sé" se pasa del 39% al 3%.

En este orden de ideas se nota una progresión que puede ser significativa si se acelera la disminución en el índice de error, aspecto que quedó demostrado como posibilidad, dados los resultados de llegada.

### Taller Anexo 1. Pregunta 4

**Los ácidos nucleicos existentes son: DNA y RNA. Los cromosomas en consecuencia están constituidos por:**

- a. El RNA**
- b. El DNA**
- c. El DNA y el RNA**
- d. Por ninguna de estas dos moléculas**

<b>CUADRO DE FRECUENCIAS PREGUNTA 4</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>ARN</b>	<b>0,13</b>	<b>0,00</b>
<b>ADN</b>	<b>0,06</b>	<b>0,74</b>
<b>Las dos</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>
<b>Ninguna de las dos</b>	<b>0,58</b>	<b>0,00</b>
<b>No responde</b>	<b>0,06</b>	<b>0,00</b>

Tabla 14: Cuadro de frecuencia pregunta 4

## Gráfico

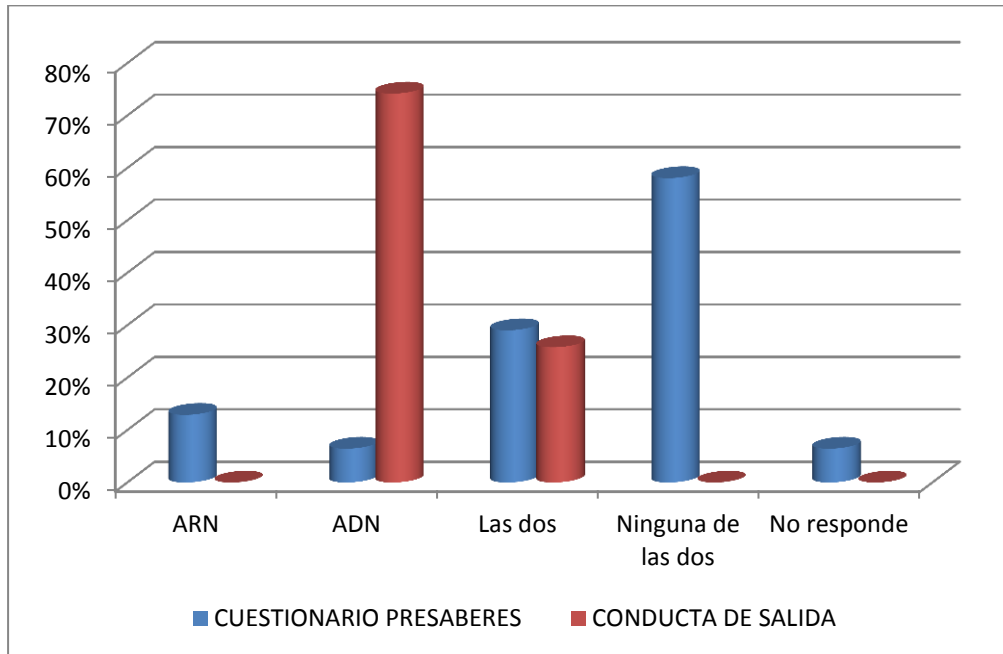


Gráfico 10: Contraste de frecuencia pregunta 4

## Análisis cualitativo de la pregunta

La opción correcta en la pregunta por escogencias múltiples con respuesta única, era la "b". Los resultados muestran desde la conducta de entrada que el 6% fue de acierto, respecto del 94% de desacierto, distribuido en las opciones "a", "c" y "d", con una categoría anexa encontrada en dos ítems que no fueron diligenciados por los estudiantes y que se asimilan a la noción "no responde" para este caso.

En la conducta de salida, las respuestas se fusionaron en dos de las cuatro opciones dadas a los estudiantes: "b" y "c". Con respecto a la primera que representa la respuesta

correcta, el índice alcanza el 74%, la “c”, que representa una respuesta errónea, alcanza el 26%. Por lo tanto, la conducta de salida expresa un dominio considerable por parte de los estudiantes respecto de la conformación de los cromosomas como objeto de análisis.

## Taller Anexo 1. Pregunta 5

*Observe la figura y diga:*

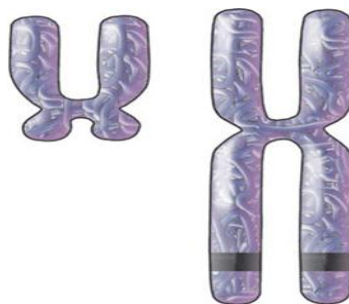


Ilustración 3. Estructura tridimensional del. DNA

### 5.a ¿Qué representa?

CUADRO DE FRECUENCIA PREGUNTA 5 (a)		
V.r	CUESTIONARIO PRESABERES	CONDUCTA DE SALIDA
Bien	0,32	0,74
Mal	0,35	0,06
No definió	0,03	0,16
No lo sabe o no lo recuerda	0,29	0,03

Tabla 15: Cuadro de frecuencia pregunta 5(a)

## Gráfico

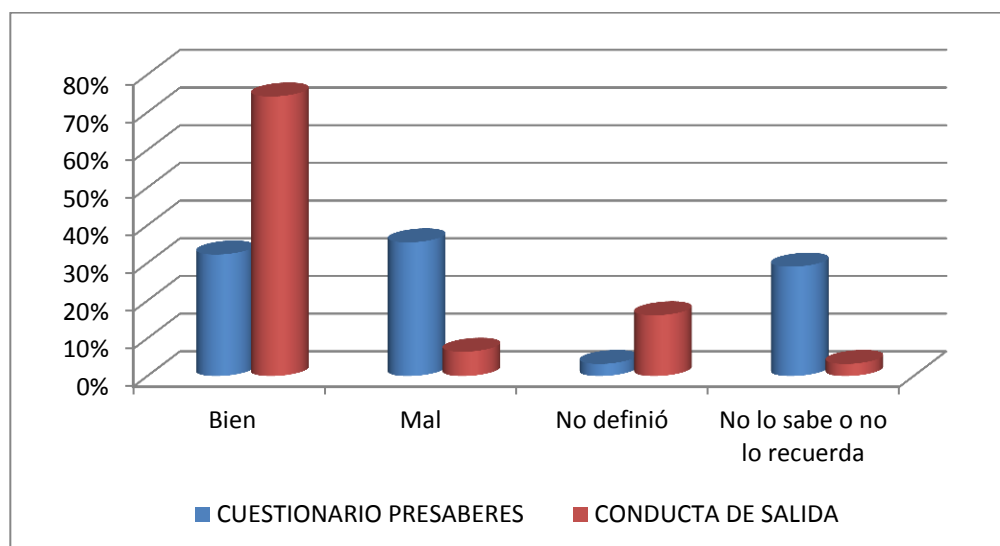


Gráfico 11: Contraste de frecuencia pregunta 5(a)

## Análisis cualitativo de la pregunta

Frente a la estructura terciaria que presentan los ácidos nucleicos comúnmente llamada cromosoma y por la cual se cuestionó a los estudiantes, se observa en la conducta de entrada que el 35% de los estudiantes no responde correctamente a la pregunta; puesto que no vinculan el esquema presentado con la estructura de Cromosoma. De otro lado un 32% logra identificar el esquema y asociarlo a las temáticas trabajadas en años anteriores. Un 29% de los estudiantes argumentan no saber o no recordar haber trabajado con este esquema y sólo un 3% no responde el cuestionamiento.

En contraste, en la conducta de salida es fácilmente observable que se mejora en el reconocimiento de dicho esquema al evidenciar que un 74% de los estudiantes responden correctamente al cuestionamiento. Sólo un 6% responde de forma errónea, aspecto alentador respecto del componente. Hay una notable disminución de las personas que no responden al cuestionamiento al pasar de un 29% al 3%, y como dato significativo se da un aumento en el número de estudiantes que no definen el cuestionamiento, los cuales pasan de un 3% al 16%, en los resultados de salida.

### **5.b ¿Qué relación conserva la figura con los ácidos nucleicos?**

<b>CUADRO COMPARATIVO PREGUNTA B 5 punto</b>		
<b>V.r</b>	<b>CUESTIONARIO PRESABERES</b>	<b>CONDUCTA DE SALIDA</b>
<b>Bien</b>	<b>0,16</b>	<b>0,65</b>
<b>Mal</b>	<b>0,32</b>	<b>0,10</b>
<b>No definió</b>	<b>0,13</b>	<b>0,23</b>
<b>No lo sabe o no lo recuerda</b>	<b>0,39</b>	<b>0,03</b>

Tabla 16: Cuadro de frecuencia pregunta 5(b)

## Gráfico

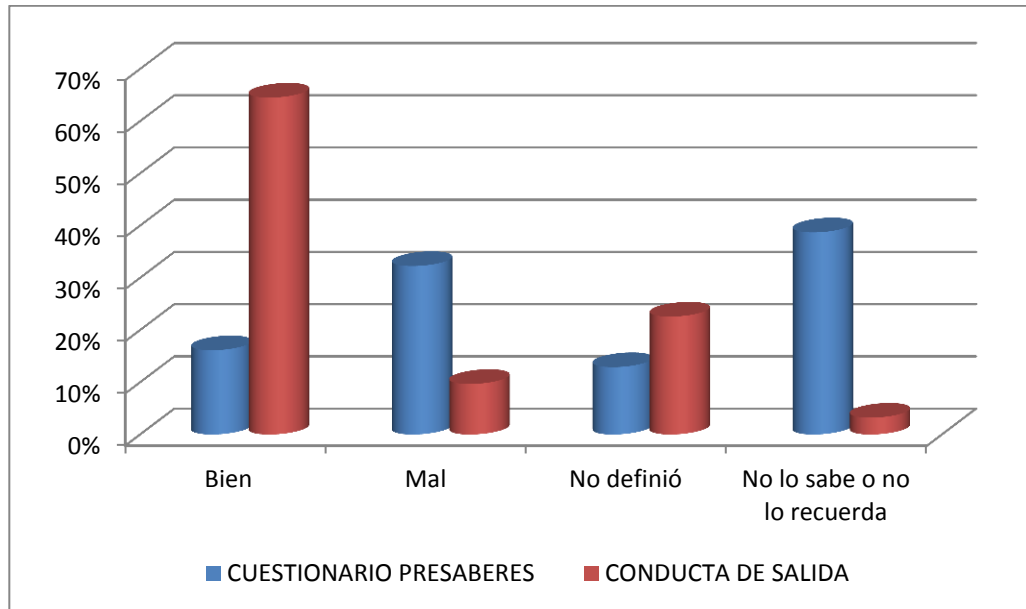


Gráfico 12: Contraste de frecuencia pregunta 5(b)

## Análisis cualitativo de la pregunta

En la conducta de entrada se observa que la mayoría de la población no sabe o no recuerda la relación existente entre el esquema de cromosoma y los ácidos nucleicos, así el 39% de los participantes manifestó que no sabe la relación vinculante. El 32% responde mal a la pregunta, el 13% no construye la relación y opta por no definirla, y sólo el 16% tiene clara la relación entre el esquema y los ácidos nucleicos; es decir contesta bien a la pregunta.

En la conducta de salida se evidencia progresión en el conocimiento respecto de la capacidad de relacionar el esquema dado con la categoría de ácidos nucleicos. El nivel

de acierto pasa del 16% en la conducta de entrada al 65% en salida. Se disminuye el número de personas que responden mal a la pregunta, pasando este indicativo de un 32% a un 10%. En el rango “no sabe”, “no responde”; se nota una reducción que decrece del 39% al 3%. Como dato excepcional, en este caso se aumentó el número de estudiantes del 13% al 23%; que no construyó la relación y por consiguiente; no la definieron.

## **4.2. Valoración cualitativa de mapas conceptuales en la construcción valorativa del concepto ácido nucleico-DNA**

Para *Ausubel*, el pensamiento adquiere forma en el concepto y es a partir de esa articulación cognitiva, que las personas expresan sus lecturas de mundo, dando cuenta de saberes previos, que en categoría de *subsumidores*; sirven de indicadores en el plano de la interpretación.

En la experiencia que ocupa a este trabajo, se acudió a la figura de mapas conceptuales en la misma línea ausubeliana, para provocar desempeños en espacios de integración grupal. Los estudiantes del grado 9.5, se dieron a la tarea de representar mediante el diseño de un mapa conceptual, lo que concebían en materia de ácidos nucleicos.

El ejercicio partió de proveerlos de un campo semántico, para que a partir de la categorías o “key words”, ellos en acción de análisis y discusión grupal convinieran en el diseño de mapas conceptuales, dentro de cuyos niveles de acepción y enlaces estarían las apreciaciones y relaciones cognitivas frente al objeto estructura de los ácidos nucleicos -DNA.

En el anexo 2 se encuentran las evidencias fotográficas del trabajo desarrollado por los alumnos en los respectivos grupos en el momento de la elaboración de los mapas conceptuales.

Los resultados de esta experiencia de aprendizaje significativo en el rango de *subsumidores* se presentan a continuación, desde las impresiones fotográficas que se obtuvieron en el instante de la exposición de productos en el aula de clases.

#### 4.2.1. Productos de elaboración conceptual y análisis de dominios

<b>MAPAS CONCEPTUALES</b>	
<b>Conducta de entrada al estudio de los ácido nucleicos-DNA estudiantes 9.5</b>	
Ilustración 4. Mapa conceptual grupo 1.	Ilustración 5. Mapa conceptual grupo 2.

<p><b>Valoración cualitativa:</b> El grupo de trabajo aborda como eje central de análisis el concepto de genética, a éste asocia otros conceptos como DNA, RNA, Gregorio Mendel y célula, de forma correcta. Como constructo previo, se parte del precepto que <i>“la célula ubica en su núcleo el material genético, y forma parte del tejido animal, vegetal y humano”</i>. Al respecto, la experiencia arroja como resultado que los estudiantes no tienen claridad respecto de las partes que conforman las células y en cuál de éstas se ubican las organelas celulares, aspecto que lleva a deducir que no hay claridad en cuanto al concepto de ribosoma, porque lo ubican como parte integral del núcleo.</p>	<p><b>Valoración cualitativa:</b> En el mapa conceptual trabajado por este equipo se hace evidente que el <i>subsumidor</i> que toma mayor peso es el concepto de genética, el cual es puesto como eje central del mapa y en torno a éste los demás conceptos. Anclados al concepto de genética se encuentra que los alumnos establecen relaciones con el DNA y el RNA, la célula y los reinos de la naturaleza. Como problemática, se evidenció que los estudiantes no tienen claridad sobre la categoría de “célula”. Ésta es definida por ellos como “un microorganismo y un ejemplo es el huevo”. Otra deficiencia conceptual que se logró detectar en este mapa conceptual es el hecho de que estos jóvenes clasifican a los reinos animal y vegetal como los más importantes y fuera de esto, subdividen el reino animal en humanos y animales.</p>
---	---

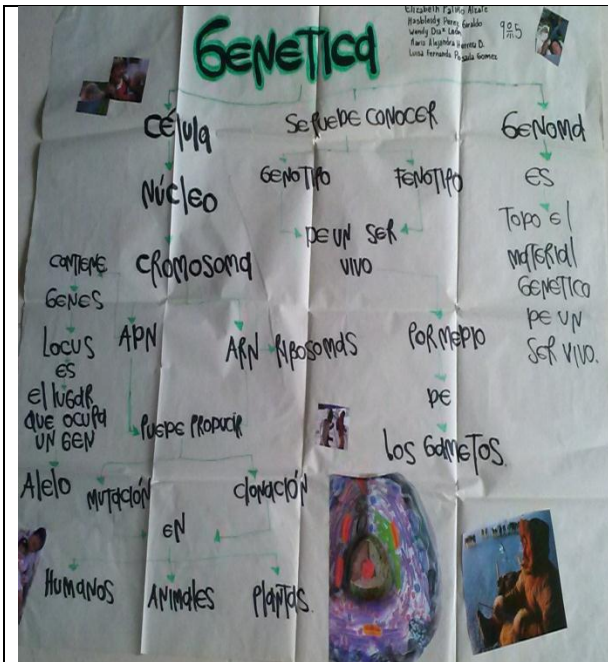


Ilustración 6. Mapa conceptual grupo 3.

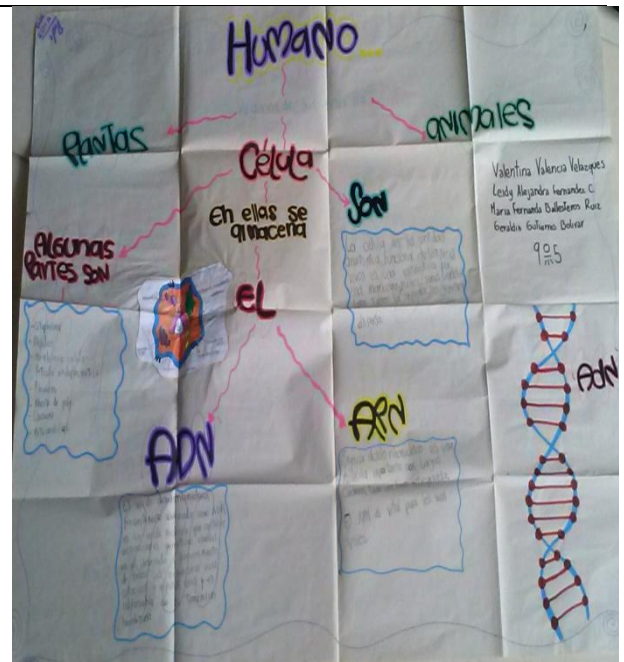


Ilustración 7. Mapa conceptual grupo 4.

**Valoración cualitativa:** Este mapa conceptual al igual que los realizados por los Grupos 1 y 2, parte del concepto de genética, como *subsumidor* central. En la experiencia se observó que los estudiantes poseen algo más de claridad en materia de jerarquización, además de esto, fueron capaces de establecer conexión entre los diferentes conceptos. Los alumnos ubicaron correctamente el material genético en el núcleo de la célula, identificaron y relacionaron los ácidos nucleicos DNA y

**Valoración cualitativa:** Este grupo tomó como eje central el concepto de lo humano. A partir de esta categoría que se expresa como *subsumidor* central del mapa en el encabezado, crean el enlace “algunas de éstas partes son”, que funciona como conector para las categorías Plantas, animales y célula, en una abstracción de vínculo directo; situación que genera un error, puesto que éstas entidades celulares no están contenidas dentro de la formación celular humano ni mucho menos derivan de



<p>extiende su mirada en torno al objeto, sin equivocarse. Cuando llegan a las categorías DNA y RNA se visualiza en el cuadrante inferior izquierdo del mapa, que estos enlaces son erróneos desde la perspectiva de que consideran las nociones de ribosoma y cromosoma como partes integrantes del DNA y el RNA respectivamente. La relación sí se da pero en sentido contrario, y ahí radica el error en la competencia cognitiva de los estudiantes.</p>	<p>nucleicos, división celular, fecundación y leyes de Mendel. Hasta este punto, el recorrido conceptual es válido, pero cuando abordan los ácidos nucleicos y derivan de éstos las cadenas DNA y RNA, se valen de un conector con el cual plantean que éstas “se encuentran en ribosomas y cromosomas en una expresión simultánea”. Si el mapa se lee en esta proyección, se precisa un error, ya que las cadenas DNA y RNA conforman de manera independiente ribosomas y cromosomas respectivamente. Es importante destacar que los estudiantes precisan un campo semántico vinculante del objeto de análisis en materia genética como lo son: los elementos homocigote, heterocigote, alelo, letal y mutación. En cuanto a las leyes de Mendel éstas son nombradas de manera correcta y en el orden equivalente, lo que se puede clasificar como una fortaleza en materia de competencias cognitivas.</p>
--	--



Ilustración 10. Mapa conceptual grupo 7.

**Valoración cualitativa:** Este grupo parte del concepto de célula como eje central para su trabajo, posteriormente relaciona dos organelas celulares (ribosoma y núcleo) y la estructura tridimensional del material genético (cromosoma). Cada una de las anteriores nociones es explicada o relacionada de forma correcta. Adicionalmente, es característico que los estudiantes desglosen el concepto de genética –que va a ser trabajado particularmente- del nivel “gameto”, abstracción que resulta errónea, ya que éste formando parte de los estudios genéticos, no es abarcante conceptualmente. Igual, los estudiantes expresan su acercamiento a ideas como las leyes de Mendel, las composiciones celulares y las cadenas DNA y RNA, aspectos sobre los que no se pone en discusión el tratamiento conceptual.

#### **4.2.2. Generalización interpretativa de la producción de mapas conceptuales**

La experiencia de mapas conceptuales en el aula como conducta de entrada, sirvió para determinar algunos conocimientos que los estudiantes tienen claro y de esta manera, también para precisar los vacíos sobre los cuales se proyecta el trazado investigativo. En general, en todos los mapas se evidenciaron vacíos de gran importancia, referidos a las categorías DNA y RNA, y de éstas a subcategorías de significativa importancia como lo fue las nociones de célula, partes de la célula y funciones.

Desde el punto de vista macrológico, los estudiantes ubican el concepto de célula pero desconocen en detalle sus componentes, regularmente si los nombran tienden a confundirlos en materia de procesos y funciones. Es importante destacar que no hay una apropiación crítica en cuanto a la genética, como ciencia fundamental en la definición del ser humano como género elemental de la naturaleza; así como se nota el hecho de que los estudiantes carezcan del dominio en materia de universo celular animal y vegetal.

Desde el punto de vista de la representación, hay un desarrollo estético, pero se evidencian problemas en la jerarquización de los conceptos; es por ello, que en ocasiones, el concepto DNA y RNA se ubica en lugares que no corresponden, se deriva incluso de categorías con las cuales no presentan un vínculo directo. En este orden de ideas, se plantean tres campos de acción entre lo pedagógico y lo cognitivo: (a) el desarrollo conceptual de la genética y sus categorías, (b) la demostración y clasificación de funciones y (c) la práctica con objetos e instrumentos para que los estudiantes dimensionen la aplicación del mundo celular como abstracción cognitiva y contextualización respecto de la realidad.

### 4.3. Práctica genética: la propuesta en un caso forense

Mediante esta actividad se les presentó a los estudiantes un caso hipotético, en el cual debían identificar un cadáver que no presentaba ningún tipo de documentación y que se encontraba en las inmediaciones de las instalaciones educativas. Para este propósito los estudiantes asumieron el rol de detectives forenses, los cuales estaban a cargo de dicha escena del crimen; su objetivo era el de encontrar la forma de identificar la víctima y la persona que la había ultimado y además explicar qué tipo de evidencia tomarían y por qué.

Es una actividad realizada por grupos tipo debate, en donde de forma práctica se le permite al estudiante poner el tema en contexto y en la vida cotidiana de tal forma que se le pueda ver aplicabilidad al tema, así como evidenciar la influencia que pueden tener las series policíacas y los medios de comunicación en su entorno.



Ilustración 11. Representación del cadáver para estudio forense

<sup>9</sup> Imagen disponible en URL: <https://sites.google.com/site/biologia2adn/ana>

En sus equipos de trabajo debían dar soluciones a dos interrogantes claves para la solución del caso. A continuación, se expone la transparencia en power point, de las preguntas exhibidas para el instructivo de trabajo.

**Ciencias Naturales** **PLANTEAMIENTO DE PREMISAS**

1. ¿Al llegar a la escena del crimen que pistas buscarías?
2. ¿Qué pruebas realizarías para detectar quien es la víctima y el homicida?

NOTA: se contestaran en plenaria.

GECYTE 10

Ilustración 12. Instructivo de cuestionario

---

<sup>10</sup> Caso disponible en URL: <https://sites.google.com/site/biologia2adn/ana>

### 4.3.1. Caso Forense: Análisis valorativo

Esta actividad deja como evidencia los informes que cada grupo entregó, previa discusión en grupos de trabajo. Dicho insumo fue utilizado por ellos para el desarrollo de la plenaria, que posteriormente se realizó en el salón de clases. Como resultado de esta experiencia se dan los siguientes aspectos:

- Los estudiantes asocian su entorno claramente a esta experiencia.
- Los medios de comunicación juegan un papel importante en este tipo de actividades, ya que muchos estudiantes relacionaron este trabajo con capítulos de series policiacas que normalmente se transmiten en nuestro medio.
- Los estudiantes tienen claro que en el momento en que la víctima y su agresor no puedan ser identificados mediante documentos, cámaras de seguridad, testigos o cualquier material físico; el material genético cobra gran importancia, ya que por medio de éste se puede identificar una persona.
- Todos coinciden en afirmar que realizarían pruebas de DNA, de todas las muestras biológicas que pudieran extraérsele a la víctima (uñas, cabello, sangre, saliva, fluidos vaginales, etc.). Tienen claro que las pruebas físicas también son importantes para este cuestionamiento, por eso le dan gran importancia al análisis de huellas dactilares, análisis de huellas de vehículos o zapatos, que se pudieran haber dejado en la escena y el testimonio de las personas cercanas a la escena del crimen.

### 4.3.2. Generalización de resultados

La experiencia de análisis forense es el punto pragmático en el que el componente disciplinar de estudios genéticos coincide con las inquietudes, curiosidades, aspiraciones y sensaciones contextuales de los estudiantes en el espacio que habita. Es claro que la Institución Educativa Diego Echavarría Misas, está bordeada por un conflicto social que la hace vulnerable y a la vez centro de interés para diferentes sectores en confrontación. Los estudiantes están en contacto con esa realidad y el concepto de la muerte es entre muchos un punto determinante en la regulación de su *modus vivendi*. El caso hipotético se presume posible en el contexto y para los estudiantes no es difícil asimilar dicha eventualidad: un cadáver puede aparecer y en la práctica suele suceder en el contexto de la institución educativa.

De la experiencia se rescata la conversión práctica de unos elementos teóricos a través de los cuales los estudiantes reconocieron importancia, pertinencia y funcionalidad. Los estudios del material biológico (sangre, saliva, fluidos corporales, muestras de cabello, etc.) para solución de conflictos sociales, así como en algún momento la necesidad de reconocimiento y filiación, que surge cuando se trata de identificar a un ser humano. Estos conceptos en el ámbito de la discusión grupal, fueron trasladados del contexto de la muerte al contexto de la vida; de la misma forma que resultaba importante dar respuesta al suceso de identificación de un cadáver; se hizo evidente la importancia de las filiaciones paternas y maternas, al reiteradamente preguntarse cosas como ¿Cómo se realiza el proceso de las pruebas de paternidad?, ¿De quién soy hijo? ¿Quién es mi padre? ¿Cuál es la información genética que conservo de mis padres?

En un contexto como el de la comunidad educativa del barrio Florencia de Medellín, espacio donde se ubica la Institución, son frecuentes las problemáticas de filiación: gran parte de los estudiantes que asisten al colegio son hijos de hogares mononucleares, donde la madre –regularmente- lidera el sostenimiento económico y emocional de la familia. Se trata de elementos de contexto donde la reflexión genética y la estructura de los ácidos nucleicos-DNA y RNA, pasan del ámbito teórico a las prácticas de organización social; éste es tal vez uno de los logros fundamentales en el desarrollo crítico de este trabajo, proyectado en la metodología de la investigación-acción-participación, bajo los postulados de Orlando Fals Borda para el capítulo Colombia.

#### 4.4. Desarrollo magistral del concepto ácidos nucleicos

Para el desarrollo de esta estrategia didáctica, se contó con una presentación elaborada en una herramienta TIC como es el power point, mediante ésta se aproximó la parte teórica del tema objeto de estudio, estructura de los ácidos nucleicos–DNA a los alumnos.



Ilustración 13. Transparencia de ilustración temática: ácidos nucleicos

El uso de la herramienta power point permitió dinamizar el proceso, así como mostrar gráficamente los modelos que se utilizaron para explicar el objeto de estudio. Para el caso, se hizo un viaje a lo largo de la historia explicando los diferentes momentos que se dieron y que posibilitaron el grado de conocimiento que se maneja hoy en día respecto de la estructura de los ácidos nucleicos. Se resaltó el trabajo de los científicos: Johann Friedrich, Phoebus Aaron Levene, Erwin Chargaff, Fred Griffith, Oswald Avery, Alfred Hershey y Martha Chase, William Ashbury, Maurice Wilkins y Rosalind Franklin, James Watson y Francis Crick y los aportes con sus experimentos dados a la temática planteada en este trabajo (Pierce, 2010).



MODELO DE LA ESTRUCTURA DEL ADN DE WATSON  
Y CRICK

Este modelo  
muestra que:

1. El ADN tiene 2 cadenas
1. Enrolladas entre si
2. Que forman una hélice dextrógira
3. En su interior están las bases nitrogenadas y azúcar y fosfatos en el exterior.



Ilustración 14. Modelo de la estructura del ADN de Watson y Crick

Finalizada la clase, los estudiantes desarrollaron un test para la evaluación de los dominios estudiados. En el anexo 3 se presenta el formato de la evaluación, cuyas conclusiones generales se describen en los siguientes aspectos:

- El promedio de notas obtenidas por los estudiantes en el test de 12 preguntas osciló entre 1.8 y 5.0. (ver resultados porcentajes en la tabla 17).

El resultado permitió establecer que el nivel de comprensión de los conceptos básicos de genética y estructura de los ácidos nucleicos DNA, se elevó con respecto a la conducta de entrada evaluada en las actividades de mapas conceptuales y en los cuestionarios previos, cuyos cuadros se presentan al iniciar esta valoración cualitativa.

PORCENTAJE NOTAS DE LA EVALUACION DE ESTRUCTURA DE LOS ACIDOS NUCLEICOS -DNA		
Rango de notas	Número de estudiantes	Porcentaje de estudiantes
1.0 - 2.9	11	35,48
3.0 - 5.0	20	64,52

**Tabla 17: Porcentaje de las notas obtenido en la evaluación de la estructura de los ácidos nucleicos DNA**

- Como fortaleza, los conceptos de: genética, estructura ácidos nucleicos DNA, RNA, estructura celular, quedaron claramente definidos para todos los estudiantes, con un margen de error cero en materia de generalización. Los detalles derivados en rizoma de estas categorías generales, sí representan la asistencia de acompañamientos pedagógicos más agudos y prácticos; de tal

manera que los estudiantes eleven los dominios al interior de las relaciones genéticas, funciones, campos semánticos y demás complejidades contenidas en este eje disciplinar.

- En materia de aprendizajes significativos, los desarrollos cognitivos fluyeron con mayor facilidad cuando las experiencias se proyectaron en forma grupal. De esta manera, la discusión colectiva y puesta en común de los objetos analizados, desde la clase magistral y la socialización de mapas conceptuales –siguiendo la teoría Ausubeliana- constituyó un elemento generador de saberes por parte de los actores educativos: estudiantes y la docente.
- El trabajo generativo, de la experiencia magistral, puso a la docente en un lugar protagónico de la construcción del conocimiento. Es así que en la línea del desarrollo constructivista para los saberes y los aprendizajes en la perspectiva de Vigotsky, se materializó desde la figura de diálogos de saber: la docente abrió espacios para la discusión y resignificación de los conceptos básicos, usando como herramienta técnica el diseño de una presentación en formato power point.
- La clase como tal en esta experiencia reivindicó la importancia del diálogo de clase, el estudiante y el maestro se constituyeron en actores que se valieron de herramientas edu-evaluativas para generar componentes disciplinares respecto del eje curricular: genética y ácidos nucleicos.

En términos generales, el valor de la clase estuvo vigente como experiencia de aprendizaje significativo, dando paso a elementos que integraron desde la tradición oral a la composición escrita, la elaboración constructivista de los saberes y de los aprendizajes significativos como experiencia del conocimiento.

#### 4.5. Exposición de artículos de revista

Mediante esta actividad se les entregó a los estudiantes por grupos un artículo de revista de corte científico, donde se trataban temáticas relacionadas con el objeto de estudio de este trabajo (estructura de los ácidos nucleicos DNA) y genética. Los propósitos que se querían alcanzar de esta actividad eran: (i) lograr dominio en el vocabulario propio de la temática trabajada y de las ciencias naturales, (ii) evaluar el buen manejo de las herramientas edumáticas por parte de los estudiantes, hecho que se haría visible mediante la presentación de power point que debían elaborar, y (iii) lograr un mejor dominio del tema; así como la seguridad de los estudiantes al momento de transmitirlo a sus pares académicos. Con la finalidad de alcanzar estos propósitos a los alumnos se les evaluaron cinco aspectos claves (ver tabla de actividades).

Los resultados generales para las exposiciones presentadas por los estudiantes fueron:

- Los estudiantes mostraron grandes habilidades en el manejo de las herramientas edumáticas, lo que se evidenció en la buena calidad de las presentaciones de power point que diseñaron para sus exposiciones, además de la colaboración y trabajo colectivo.
- Gracias a la preparación que los estudiantes dieron al artículo, pudieron exponerlos con claridad a sus compañeros utilizando un lenguaje simple, pero sin desconocer el lenguaje científico propio del área
- Los alumnos adquirieron dominio del lenguaje propio de la temática trabajada, lo que les permitió muy buenas explicaciones; además de motivar a los demás compañeros a participar, preguntar y cuestionar a sus compañeros expositores.
- Los estudiantes interiorizaron los diferentes temas expuestos, y sacaron conclusiones de estos como producto del trabajo realizado. Dichas conclusiones

fueron de un alto valor conceptual, así como se evidenció la implementación correcta del lenguaje científico.

- Algunos alumnos no lograron el cometido de producir exposiciones claras y motivadoras para sus pares, ya que ellos mismos argumentaron no preparar a conciencia su exposición y al no tener ellos claridad sobre el mismo no era posible transmitirlo a sus compañeros de forma coherente.

Es de destacar que esta actividad evidenció como fortaleza, la relación que los estudiantes encontraron entre los artículos científicos y la cotidianidad que viven (albinismo, la clonación, la Drosophila, 15 enigmas del DNA, etc.), lo que permitió contextualizar lo aprendido y afianzar los conceptos trabajados en las clases previas. Es una herramienta de corte colaborativo, además de ser lúdica le daba al alumno responsabilidad en su proceso formador, al ser ellos los transmisores de un conocimiento a sus pares. Los resultados cuantitativos de esta experiencia se presentan en la tabla número 18, que se presenta a continuación:

RESULTADOS CUANTITATIVO DE LAS EXPOSICIONES					
Grupos	Dominio del tema	Calidad de la presentación	Claridad en la exposición	Conclusiones	Definitiva exposición
1	4,0	4,0	4,0	3,8	4,0
2	3,8	4,5	4,0	4,2	4,1
3	4,4	5,0	3,8	3,7	4,2
4	4,5	4,4	3,8	3,7	4,1
5	4,2	5,0	3,8	3,7	4,2
6	3,5	5,0	3,7	3,6	4,0
7	3,0	4,5	2,5	3,0	3,3
8	3,3	4,0	3,8	3,7	3,7

**Tabla 18: Resultados cuantitativos de las exposiciones**



#### 4.6. Modelación tridimensional de la molécula de DNA: “Pajitex”

Esta actividad consistió en la elaboración tridimensional de la molécula DNA, apoyada en el artículo “*Pajitex*”: una propuesta de modelo didáctico para la enseñanza de ácidos nucleicos (Andrade, 2011).

Como actividad didáctica, *Pajitex* se basó en el trabajo de armado, modelación y ensamble como representación de un concepto, por trabajo colaborativo-grupal. Los estudiantes tuvieron como experiencia significativa la función de clasificar los elementos de la molécula DNA y asimilar sus categorías a una gama de colores que luego cobrarían formato en el ejercicio de ensamble, apoyados en los materiales de palimpsesto, punzones e hilo. Las definiciones de color fueron relacionadas con cada una de las bases nitrogenadas presentes en el DNA, acordes con los protocolos del instructivo *Pajitex*. Cabe destacar que en este artículo cada color presente en los pitillos de madera, entra a representar una base nitrogenada específica: “Adenina = azul, Timina = blanca, Citosina = rojo, Guanina = amarillo” (Andrade, 2011, pág. 118), como se puede apreciar en las siguientes ilustraciones:

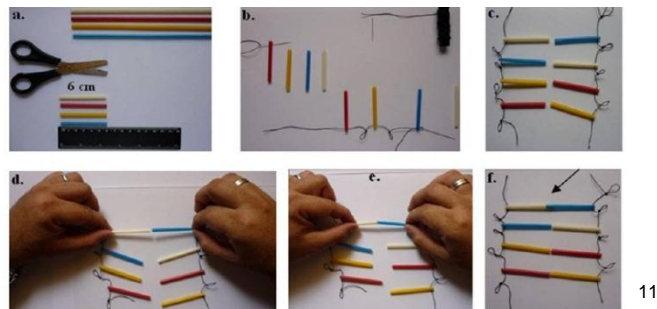


Ilustración 16. Etapas de la construcción del modelo de la molécula de ADN

<sup>11</sup> Imagen tomada del artículo “*Pajitex*”: una propuesta de modelo didáctico para la enseñanza de ácidos nucleicos, p. 118.



Figura 6. Pajitex: Modelo de la molécula de ADN.

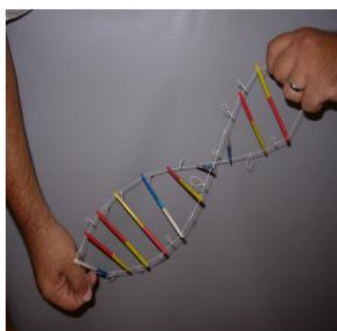


Figura 7. Pajitex - Modelo Tridimensional ADN - conformación helicoidal.

12

### Ilustración 17: Ejemplificación construcción molécula

La actividad de modelado estuvo caracterizada por el enfoque de aprender haciendo. Los estudiantes interactuaron dando representación material a la abstracción del concepto molecular. En este sentido, hubo trabajo creativo en acción colaborativa, para definir una expresión estética de la comprensión DNA. Los roles de aprendizaje significativo se hicieron manifiestos, cada vez que los estudiantes de más dominio orientaron el curso de los saberes significativos, dando espacio para que sus pares pudieran determinar el ensamble de la molécula, este último trabajo, el ensamble de la molécula, logrado como un producto colectivo.

Como fortaleza, los estudiantes se aprovecharon del instrumento lúdico para el análisis y precisión de los conceptos, que en el plano teórico pudo no ser comprendido en su totalidad. La representación sirvió en este caso como instrumento de materialización simbólica en la actualización significativa de la abstracción virtual del constructo

---

<sup>12</sup> Imagen de Ejemplificación del artículo "*Pajitex*": una propuesta de modelo didáctico para la enseñanza de ácidos nucleicos, p. 119.

molecular. A continuación se exhiben escenas del trabajo con los estudiantes en el laboratorio.



**Ilustración 18: Galería de evidencias de aula**

# CONCLUSIONES Y PROPUESTAS A FUTURO

## Generalidades concluyentes

**El aporte estratégico de la tecnología y el imprescindible rol del docente.** Frente a la complejidad que representó el análisis de componente y función respecto de la estructura de los ácidos nucleicos DNA, la investigación no descartó la pertinencia de las herramientas edumáticas y la reivindicación de los diálogos interpersonales, con los cuales se puede inferir positivo la asimilación de un concepto en la enseñanza de la ciencias. En este orden de correlatividades cognitivas, se destaca que el docente reivindica su presencia como sujeto posibilitador desde la fluidez interpretativa: los estudiantes aprenden desde los constructos que traen consigo y fortalecen sus conceptos en el curso del análisis crítico, tal fue la experiencia de modelación de la molécula antecedida para el trabajo con los mapas conceptual.

Es en este punto, donde la investigación puso en evidencia la pertinencia del pensamiento conceptual propuesto desde la teoría de los aprendizajes significativos en la propuesta de Ausubel. Cabe destacar que el concepto estudiado, por la especificidad en el área, demandó la prevalencia de conceptos previos como lo son “célula, partes y funciones”, “genética”, “división celular”; desde lo cual esta investigación descubrió que en el grado escogido de 9.5; muchos de los estudiantes –en una proporción superior a la mitad más uno- no estaban proveídos de estos eslabones cognitivos. Por lo tanto, el

desarrollo de las experiencias de aprendizaje significativo, se lentificó y en varias ocasiones acudió a trabajo de aprestamiento. ¿Cómo se explica esto? A partir de la diversidad interpretativa que rige las percepciones individuales y, de manera curricular, por los vacíos que año tras año quedaron en los procesos llevados a cabo al interior del aula.

**Líderes y tejidos de aprendizaje colectivo.** En el grupo hay estudiantes que se destacan por sus dominios frente a los demás en el caso de la estructura de molécula DNA: Juan Diego Villa Céspedes, Juan Esteban Narváez, Diana Marulanda Sánchez, Jhon Sebas Pineda. Fenomenológicamente, en la experiencia de trabajo en grupo, fueron estos quienes actualizaron a sus pares –inclusive a los que menos ideas tenían, para luego recuperar la continuidad del análisis. La pausa que se produce, demuestra que no es real la idea de homogeneidad grupal y mucho menos de ritmos iguales: no todos los estudiantes aprenden a ritmos iguales aunque la circunstancia sea de contexto.

**De los contextos y los aprendizajes significativos.** Un elemento destacable de la investigación queda expresado en la tesis de que si los conceptos teóricos adquieren equivalencias en el contexto, se fijan como constructos altamente cognitivos para quien aprende. Es el caso de las impresiones relacionadas de experiencia desarrollada a partir del “Caso Forense”. En primer lugar, este ejercicio hizo que los estudiantes identificaran en su propio contexto la importancia de los conocimientos en genética. El caso –aunque hipotético- no estaba desarticulado de su realidad, es más a los estudiantes se les exhortó para que lo identificaran en el radio de posibilidades de su entorno. De esta manera se aprovecharon para el trabajo elementos de motivación, discusión y mapa de lugar. Entonces, ante la posibilidad de la muerte, los conocimientos adquieren pertinencia en función del reconocimiento y la identidad. Por otra parte las exposiciones también acercaron el objeto de estudio la estructura de los ácidos nucleicos- DNA, al

contexto de nuestros educandos, le permitieron visualizarlo no como algo desarticulado de su cotidianidad, sino que por el contrario es parte de él, su entorno y la vida misma, además de darle a los alumnos un dominio sobre el campo semántico propio del área y como ejercicio reflexivo el reconocerse como facilitadores de un conocimiento.

**El objeto de estudio y la apuesta por el descubrimiento.** El tema tratado como se ha expresado tantas veces en este análisis es la *estructura de los ácidos nucleicos – DNA*. Si el análisis que se ha presentado se quedase en la exclusividad para didactizar este saber en particular, la investigación habría perdido su importancia. Lo que sí es trascendental es que desde la experiencia didáctica, quedan elementos para generalizar otras posibilidades de enseñabilidad dentro o en áreas periféricas de las ciencias naturales. Entonces, se determina que entre los conceptos y los objetos de aprendizaje, median los instrumentos y las estrategias. Los primeros se materializan en la experiencia de contexto, que para el caso fue el aula y/o el laboratorio. Un laboratorio entendido como escenario de aprendizaje se desmitologiza cuando es posible generar prácticas de aprendizaje en contextos de aula extendida. El laboratorio es el salón pero también la casa, el museo o la calle, sólo basta que se despierte el hálito de la enseñanza para que acontezca. En términos de la filosofía oriental “no basta un montón de plumas para que un pájaro vuele, se necesita un espíritu”; es decir no bastan unos conceptos, unos textos, unas teorías; se requiere un aula unos estudiantes y un maestro formando comunidad académica. Esto permitió que la comunidad de grupo de la Institución Diego Echavarría Misas de Medellín, subjetivara en el conglomerado muestra de 9.5, las posibilidades de aprender haciendo y de aprender en alteridad con los demás. En este sentido, es importante resaltar el trabajo colaborativo desarrollado por los estudiantes a lo largo de todas las actividades de esta secuencia didáctica, alcanzando como efecto la contribución en el mejoramiento del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

El desarrollo de este proyecto planteado en el enfoque cualitativo de la investigación, evidenció que la secuencia didáctica presentada para la aproximación del objeto de estudio “*enseñanza de la estructura de los ácidos nucleicos – DNA*” como forma alternativa a la enseñanza tradicional, arrojó resultados satisfactorios en materia de prácticas pedagógicas para la enseñanza de las ciencias naturales y el estudio focalizado de un componente curricular a la luz de los indicadores referidos para la educación por parte del Ministerio de Educación Nacional en sus lineamientos. Pero más allá en una línea crítica frente a las didácticas de las ciencias naturales, el logro fundacional de toda la elaboración transgrede a determinar que se requiere una pedagogía de las prácticas respecto de los conceptos. El estudiante de cualquier grado en la educación básica en Colombia, espera de los programas escolares, la coincidencia de sus afecciones con los corpus teóricos, en el marco de un proceso que lo haga sujeto. Las ciencias naturales concebidas en esta investigación fueron inspiradas en el marco de la teoría crítica de la pedagogía. Allí, cada práctica derivó su propio contexto, la reflexión y el análisis se hicieron componentes para un desarrollo didáctico desde el cual un concepto tan complejo como el DNA, fue puesto en la escena del laboratorio para la contemplación ocular desde las curiosidades y motivaciones de los estudiantes.

A la manera de Paulo Freire, lo que en este trabajo se ha intentado es demostrar la construcción de saber cómo un acontecimiento de interacción en el que el otro, la otra, y la yoicidad se integran formando ese producto llamado conocimiento: el DNA, no se estudió en la soledad de las páginas y los libros, sino que desde esas fuentes se trajo al laboratorio y se contrastó con la realidad de la existencia. Aunque el saber, como lo percibe Paul Ricoeur en la interpretación de las ciencias “es un resultado de reflexión y análisis interior”, cabe destacar que cuando se habla de conocimiento el asunto es con el otro y ese aspecto, en específico, determinó un factor clave en esta praxis. La reflexión fue grupal, los planos de interpretación horizontal entendiendo en el docente un sujeto

dignificado por la capacidad de movilizar expectativas, caminos de construcción conceptual, interpretación; pero jamás la omnisciencia de una respuesta. Así las cosas, de esta experiencia se espera que sus resultados aporten al debate pedagógico de la enseñanza de las ciencias naturales en el aula.

## **Las propuestas a futuro.**

En una perspectiva crítica de la puesta en práctica del concepto analizado, surgen como propuestas a futuro para el ejercicio de una pedagogía incluyente, algunas líneas de significativa importancia para esta investigación. Lo primero es que el conocimiento se pone al alcance de los estudiantes mediante los métodos y surge la propuesta de revisar lo que ha sido concebido como “**métodos para la enseñanza de las ciencias exactas**”. En una segunda derivada de la vertiente emerge la necesidad de un “reconocimiento de alteridades en comunidades de saber”. Y, por último y en un escaño no menos importante, se propone la idea de encontrar un punto de articulación vectorial entre **la “praxis de los objetos y las teorías”** que anteceden a estos. A continuación, se exponen éstas perspectivas con el ánimo de que puedan aportar en la definición de otros objetos de investigación para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica y la construcción colectiva de aprendizajes significativos.

➤ **En cuanto a los métodos para la enseñanza de la ciencias exactas.**

Esta investigación propone que se revisen los métodos aplicados en cuanto a los aprendizajes en el área de ciencias naturales. Se requiere una práctica del conocimiento a partir de métodos que estimulen la creatividad, que se reconozcan en el marco de los conocimientos previos y que coincidan con las dinámicas tecnológicas del momento, para que los estudiantes sientan reflejados sus objetos de aprendizaje desde las prácticas y tecnologías que el contexto pone a su disposición.

El cuerpo de la propuesta implica actualización de las herramientas educativas al aula de clase, formación docente, apertura y contextualización de los objetos de estudio. En consecuencia se requiere una institución proyectada para incursionar en los cambios generacionales sin sesgar las posibilidades que ofrece el contexto y la cultura.

➤ **Reconocimiento de alteridades en comunidades de saber**

Es indiscutible que el constructivismo le apuesta al aprendizaje con “el otro”, “la otra” y en el contexto que representa lo “otro”. En este sentido se propone la implementación de los canales de alteridad para los aprendizajes colectivos. Hoy más que nunca, la escuela requiere fraternalizar el conocimiento, aprender en redes y validando pares académicos para dar paso al conocimiento. Está demostrado que nadie aprende solo y cada vez el universo es más abierto, por lo que se requiere trabajar en clave de comunidad académica.

## **Praxis de objetos y teorías.**

En esta investigación se demostró que si las teorías se demuestran con las prácticas, los conceptos se fijan e introyectan con mayor seguridad. Se propone por tanto implementar un modelo de enseñanza que integre práctica y teoría. Lo anterior como una manera de interactuar desde el ámbito de la demostración. En el proceso experimental que acometió este trabajo fue evidente como los estudiantes cuando hicieron práctico el saber, desarrollaron mayores competencias respecto de los aprendizajes significativos. La escuela en el siglo XXI debe aportarle a esa posibilidad ya que el conocimiento ha descendido de la percepción informativa en el dato, dogmática en el principio, para convertirse en posibilidad de problematización. Es por ello que un objeto parte de una pregunta hasta alcanzar su demostración en las prácticas tangibles de los saberes significativos.

El área de ciencias naturales encuentra su razón de ser en el trabajo investigativo, por eso la invitación es a no perder este aliento y permanecer con un currículo abierto, para que los diversos objetos que integran las preocupaciones y expectativas de los estudiantes pueda integrarse a su contexto, y sean ellos quienes puedan aplicarlo a su diario vivir mediante la reflexión y análisis crítico.

## BIBLIOGRAFÍA

Constitución Política de Colombia (Asamblea Nacional Constituyente 1991. Artículo 44).

Ley 115 (Congreso de la República 1994. Art. 5).

Decreto 1860 (Congreso de la República 3 de Agosto de 1994. Artículo 2).

Ley 115 (Congreso de la República de Colombia 1994. Artículo 23).

Ley General de Educación (Asamblea Nacional Constituyente 1994. Artículo 92).

Andrade, V. (2011). "Pajitex": una propuesta de modelo didáctico para la enseñanza de ácidos nucleicos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(1), 115-124.

Brandan, N. (2011). *Conceptos de Genética*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste.

Briones, G. (1996). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior.

Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias*, 227-244.

Embrios.org. (2013). *Embrios.org*. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de Embrios.org: <http://www.embrios.org/celula/celula.htm>

- Gardner, H. (2011). *Inteligencias Múltiples en la Teoría Práctica*. (M. T. Nugués, Trad.) España: Paidós.
- Iñiguez, F. (2005). *La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista*. Universidad de Barcelona, Didáctica de les Ciències Experimentals i de la Matemàtica. Bienni. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Meyer, S. (2013). El DNA y el origen de la vida: Información, especificidad y Explicación. (<http://ebookbrowse.com/el-adn-y-el-origen-de-la-vida-stephen-meyer-pdf-d66210956>, Ed.) *Ebookbrowse*, 34.
- Ministerio de Ed. Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales*. Bogotá, República de Colombia: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. (www.mineducacion.gov.co, Ed.) Bogotá, Colombia: MEN.
- Moreira, M. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Encuentro Internacional Sobre Aprendizaje Significativo*(001), 19-44.
- Pierce, B. (2010). *Genética Un enfoque conceptual* . Madrid- España: Medica Panamericana.
- Rodríguez, M. (2004). La Teoría del Aprendizaje Significativo. *Conference on Concept Mapping*(01), 10.
- Universidad de Alcalá. (2013). *Biblioteca Universidad de Alcalá*. Recuperado el 13 de Marzo de 2013, de Biblioteca Universidad de Alcalá:

[www2.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos\\_de\\_fuentes\\_de\\_informacin.html](http://www2.uah.es/bibliotecaformacion/BPOL/FUENTESDEINFORMACION/tipos_de_fuentes_de_informacin.html)

Velásco, J. (21 de febrero de 2008). Sobre la teoría de la Educación Dialógica. *Educere: Artículos Arbitrados*, 461-470.

# ANEXOS

## ANEXO 1.

### Cuestionario de entrada y salida



INSTITUCIÓN EDUCATIVA DIEGO ECHAVARRIA MISAS MEDELLIN

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: 9 \_\_\_\_

Área: Ciencias naturales y Educación. ambiental Fecha: / / 2013

Asignatura: Ciencias naturales Tipo de Guía: Cuestionario introductorio

Docente: Deyvis Becerra Murillo. Tiempo de Duración: 55 min.

#### CUESTIONARIO PRESABERES

El siguiente taller, representa una conducta de entrada y de salida para la investigación **“SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DE APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTRUCTURA DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS - DNA CON ESTUDIANTES DE NOVENO GRADO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DIEGO ECHAVARRÍA MISAS DEL MUNICIPIO DE MEDELLÍN – 2013”**, que se adelanta con los estudiantes de 9.5, de la Institución, bajo la orientación de la docente de ciencias naturales, en el marco de la maestría Enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Los datos obtenidos con este instrumento, servirán exclusivamente para la fundamentación y análisis del objeto estructura de los ácidos nucleicos – DNA. Por favor, diligencie la actividad siguiendo las instrucciones.

*¿Te has preguntado alguna vez qué se podría conseguir con una imagen de tu huella genética? Hoy en día, las imágenes basadas en ADN pueden considerarse las imágenes más fiables de nuestra época. De ahí que tengan tanto peso en la investigación médica, genética y criminal, llegando incluso a denominarse “máquinas de la verdad”, “huellas de Dios” y “estándar de referencia” en la identificación de sospechosos (Paul Vanouse)<sup>13</sup>.*

---

<sup>13</sup> URL: <http://www.ticketea.com/taller-vida-paul-vanouse>

## Instructivo

Para conocer más sobre estos temas es necesario identificar lo que tu como estudiante al respecto, en consecuencia, responda usted las siguientes preguntas:

### Pregunta 1:

Las células como organismos vivos contienen estructuras y organelas, en una de éstas se encuentra el material genético. Teniendo en cuenta la información dada y luego de observar la siguiente figura de una célula animal que a continuación se ofrece; diga dónde, se almacena el material genético.

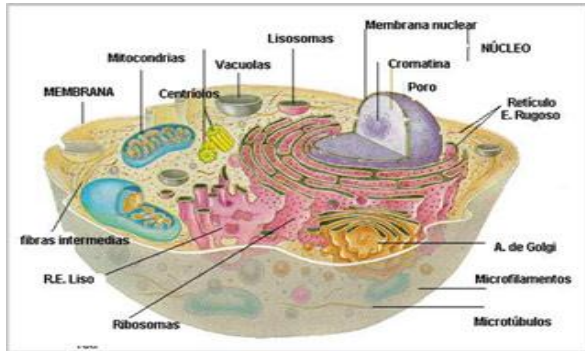


Ilustración 19: La célula animal

<sup>14</sup>

---

---

---

---

---

---

---

### Pregunta 2.

En el desarrollo de esta área usted ha escuchado hablar de la terminología, que se presenta en la tabla. Por favor defina cada una de esas categorías, con base en los dominios que posee:

- |              |           |
|--------------|-----------|
| a. Gen       | b. Gameto |
| c. Cromosoma | d. DNA    |
| e. RNA       |           |

---

---

---

---

---

---

---

<sup>14</sup> Imagen tomada de Google imágenes

**Pregunta 3:**

Resuelva las siguientes inquietudes biológicas:

- a. ¿Qué son los ácidos nucleicos?
- b. ¿Por qué se les denomina ácidos nucleicos?
- c. ¿Cuál es la importancia biológica de los ácidos nucleicos?

---

---

---

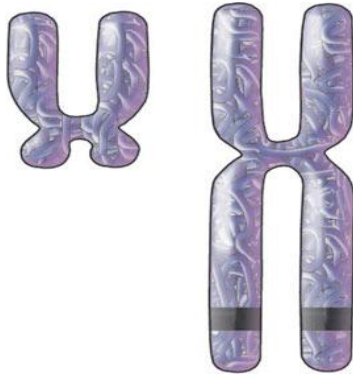
**Pregunta 4:**

Los ácidos nucleicos existentes son: DNA y RNA. Los cromosomas en consecuencia están constituidos por:

- a. El RNA
- b. El DNA
- c. El DNA y el RNA
- d. Por ninguna de estas dos moléculas

**Pregunta 5:**

Observe la figura y diga; (a) ¿Qué representa? (b) ¿Qué relación conserva la figura con los ácidos nucleicos?



<sup>15</sup> \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

**Ilustración 20: Estructura tridimensional del DNA**

---

<sup>15</sup> Imagen tomada de Google imágenes

## ANEXO 2

### Galería de fotos: elaboración de mapas conceptuales





**Ilustración 21: Galería de fotos elaboración de mapas conceptuales**

# ANEXO 3

## Prueba de seguimiento a clases magistrales

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DIEGO ECHAVARRÍA MISAS

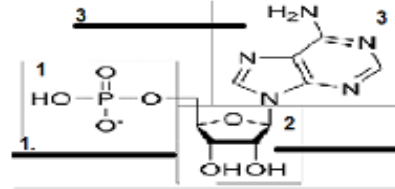


Evaluación sobre ADN.  
Docente: DEYVIS BECERRA MURILLO.

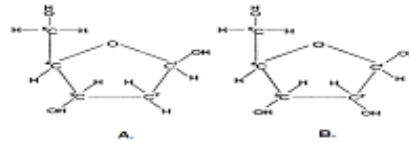
NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

- La contribución de Rosalind Franklin en relación a la estructura del ADN fue:
  - El descubrimiento de una sustancia a la que denominó nucleína.
  - La determinación de que las proteínas realizan la función de llevar la información genética.
  - El desarrollo de un modelo de la estructura.
  - La determinación de que la proporción de purinas era igual a la de pirimidinas.
  - Obtener una fotografía del ADN por difracción de rayos X.
- En 1962 recibieron el premio nobel en medicina por el descubrimiento de la estructura del ADN
  - Chargaff, Pauling y Franklin
  - Crick, Wilkins y Watson
  - Franklin, Wilkins y Watson
  - Chargaff, Wilkins y Franklin
- Son bases nitrogenadas tipo purinas:
  - Adenina y guanina
  - Adenina y timina
  - Timina y citosina
  - Timina y guanina
  - Adenina y uracilo
- ¿Cuántos puentes de hidrogeno se forman entre adenina y timina?
  - 1
  - 2
  - 3
  - 4
- Uno de los siguientes es un apareo de bases correcto
  - A=A
  - C=A
  - T=A
  - T=G
  - G=A
- La dirección en la que corren las cadenas del ADN es:
  - Amabas corren del extremo 3' al 5'
  - Ambas corren del extremo 5' al 3'
  - Una corre del 3' al 5' y otra corre del 5' al 3'
  - Una corre del 1' al 2' y la otra del 2' al 1
  - Ambas corren de extremo 1' al 2'
- Un fragmento de ADN lee sigue ATCGCAATC, la cadena complementaria se leería como sigue:
  - ATCGCAATC
  - GCTATGGCT
  - TAGCGTTAG
  - CGAATTGCA
  - CTAACGCTA

8. Identifique y nombre cada una de las partes del siguiente nucleótido



9. El enlace que se da entre el azúcar y el grupo fosfato recibe el nombre de:
- Glicosídico
  - Fosfodiéster
  - Puente de hidrogeno
  - transformante
10. Es el azúcar del ADN es A o B y se diferencia de la del ARN por:



11. En el ADN, las bases nitrogenadas se emparejan:
- A-T y C-G
  - A-C y T-G
  - A-G y T-C
12. Explique en qué consistió el experimento de Griffith

