

**APLICACIÓN DE LA V HEURÍSTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL  
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS DE GENÉTICA  
MOLECULAR: UNA EXPERIENCIA CON LOS ESTUDIANTES DE 8º Y 9º DE LA  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

**CLAUDIA PATRICIA GARNICA GUEVARA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
ESCUELA DE EDUCACIÓN  
BUCARAMANGA  
2005**

**APLICACIÓN DE LA V HEURÍSTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL  
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS DE GENÉTICA  
MOLECULAR: UNA EXPERIENCIA CON LOS ESTUDIANTES DE 8º Y 9º DE LA  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

**CLAUDIA PATRICIA GARNICA GUEVARA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y  
Educación Ambiental**

**Directora  
LUZ MARINA ÁLVAREZ SANTOYO  
Magíster en pedagogía**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS  
ESCUELA DE EDUCACIÓN  
BUCARAMANGA  
2005**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Luz Marina Álvarez magíster en pedagogía, quien como directora de esta tesis de grado oriento y acompaño con sabios consejos su diseño, aplicación y presentación.

A Cesar Augusto Roa, director de la Escuela de Educación por su insistente motivación en la realización de diferentes proyectos que promueven la calidad de licenciados en educación básica y por ende de la educación.

A la Escuela Normal Superior de Piedecuesta y todos sus integrantes, por la colaboración y participación en la elaboración de este proyecto.

A compañeros y amigos con quienes compartí esta experiencia por su colaboración y motivación.

A todas aquellas personas que de alguna forma participaron y aportaron con su sabiduría, paciencia, apoyo y compañía.

*A mis padres y hermanos quienes me han  
motivado y apoyado al asumir retos que  
conlleven al deseo de ser un mejor  
ser humano cada día.*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	
1. PROBLEMA Y OBJETIVOS	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1.1 Formulación del problema	21
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo general	21
1.2.2 Objetivos específicos	21
1.3 JUSTIFICACIÓN	22
2. MARCO TEÓRICO	25
2.1 FUNDAMENTOS LEGALES	26
2.2 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS	27
2.3 FUNDAMENTOS PSICOLÓGICOS Y PEDAGÓGICOS	30
2.3.1 Constructivismo	30
2.3.2 Aprendizaje significativo	31
2.3.3 Desarrollo cognitivo según Piaget	37
2.3.3.1 Razonamiento hipotético deductivo	39
2.3.4 Aprendizaje social según Vigotsky	39
2.3.5 Las ideas alternativas	41

2.4 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN	
AMBIENTAL	42
2.4.1 Formación del pensamiento científico	43
2.5 LA V HEURÍSTICA	43
2.5.1 Niveles de competencias propuestas para la V heurística	48
2.6 FUNDAMENTO DISCIPLINAR	51
2.6.1 Estudio de genética molecular	52
2.6.2 La célula	53
2.6.3 Los ácidos nucleicos	57
2.6.3.1 Acido desoxirribonucleico (ADN)	58
2.6.3.2 Acido ribonucleico (ARN)	60
2.6.4 Síntesis de proteínas	61
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	65
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	65
3.1.1 Técnicas cualitativas de Investigación Acción Participativa	66
3.2 HIPÓTESIS	67
3.3 POBLACIÓN	67
3.4 FASES DE LA PROPUESTA	68
3.5 DISEÑO Y APLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN EL GRADO 9º	69
3.5.1 Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.	69
3.5.2 Fase nº 2: Diseño y aplicación de la propuesta	83
3.5.3 Fase nº 3: Evaluación de la propuesta	106

3.6 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN EL GRADO 8º	113
3.6.1 Fase nº 1: Indagación y caracterización de la ideas alternativas	117
3.6.2 Fase nº 2: Aplicación de la propuesta	120
3.6.3 Fase nº 3: Evaluación de la propuesta	139
3.7 RESULTADOS	
147	
4. PROPUESTA	151
4.1 OBJETIVOS	
153	
4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	
153	
4.3 METODOLOGÍA	
155	
4.3.1 Fase nº 1: Indagación de la ideas alternativas	
156	
4.3.2 Fase nº 2: Aplicación de la propuesta	
157	
4.3.3 Fase nº 3: Evaluación	169
4.4 SUGERENCIAS	
172	
5. RECOMENDACIONES	174
6. CONCLUSIONES	
176	

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

### LISTA DE CUADROS

	<b>Pág</b>
1. Mapa conceptual de la propuesta	25
2. Conceptos de genética	52
3. Cronograma de actividades en 9º	70
4. Resultados del instrumento diagnóstico aplicado a 9º, 10º y 11º.	74
5. Resultados del instrumento de apropiación de conceptos sobre la célula aplicado a 9º	77

5.1	Glóbulo	rojo
77		
5.2		Neurona
78		
6.	Procedimientos y materiales sugeridos por los estudiantes de 9º	
82		
7.	Preguntas formuladas por los estudiantes de 9º	
83		
8.	Preguntas y conceptos registrados por los estudiantes de 9º	
84		
9.	Ítems formulados por los estudiantes de 9º para la construcción de la V heurística sobre los ácidos nucleicos	90
10.	Resultados de las graficas del proceso de transcripción del ADN elaboradas por los estudiantes de 9º	
95		
11.	Resultados de las graficas del proceso de transcripción del ADN elaboradas por los estudiantes de 9º	
100		
12.	Resultados de la evaluación conceptual en 9º	
107		
13.	Cronograma de actividades en 8º	114
14.	Resultados del instrumento diagnostico aplicado a 8º	
117		

15. Resultados de la representación del fragmento de ADN elaboradas	
	por los estudiantes de 8º
126	
16. Resultados de las graficas del proceso de duplicación del ADN	
	elaboradas por los estudiantes de 8º
130	
17. Resultados de las graficas del proceso de transcripción del ADN	
	elaboradas por los estudiantes de 8º
134	
18. Resultados de la evaluación conceptual en 8º	
19. Resultados de la V heurística de la actividad evaluativo elaborada	
	por los estudiantes de 8º
143	
20. Cronograma	de actividades
154	

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
1. Muestra de dibujo de la célula realizado por un estudiante de 9º	
82	
2. V heurísticas sobre mitosis y meiosis construida por estudiantes de 9º	87
3. Grafica realizada por estudiantes de 9º para ilustrar la mitosis y meiosis	
88	
4. V heurística elaborada por un estudiante de 9º sobre las diferencias	
entre los ácidos nucleicos	
91	
5. V heurística sobre la duplicación del ADN	94
6. V heurística sobre la transcripción del ADN por estudiantes de 9º	98
7. Muestra de las graficas de las categorías uno y dos de la transcripción	
del ADN elaboradas por estudiantes de 9º	
100	

7.1 Grafica	sobre	la	transcripción	del	ADN	
101						
7.2 Grafica	sobre	la	transcripción	del	ADN	
101						
8.	V	heurística	sobre	la	síntesis	de
104						proteínas
9.	Grafica	sobre	la	síntesis	de	proteínas
105						elaborada
10.	Evaluación	escrita	presentada	por	un	estudiante
110						de
11.	V	heurística	evaluativa	construida	por	un
112						estudiante
12.	V	heurísticas	sobre	el	lenguaje	en
122						clave
						elaboradas
						por
						estudiantes
						de
						8º
12.1V	heurística	sobre	el	lenguaje	en	clave
122						
12.2V	heurísticas	sobre	el	lenguaje	en	clave
123						
13.	V	heurística	construida	por	estudiantes	de
125						8º
14.	Grafica	de	un	fragmento	de	ADN
127						elaborada
15.	V	heurística	sobre	la	duplicación	del
129						ADN
16.	Grafica	de	la	duplicación	de	un
131						fragmento
						de
						ADN
						realizada
						por
						estudiantes
						de
						8º

17. V heurística sobre la transcripción del ADN elaborada por  
estudiantes de 8º  
133
18. Grafica de la transcripción de un fragmento de ADN realizada por  
estudiantes de 8º  
135
19. Trascrición de la V heurística de la síntesis de proteínas  
elaborada por estudiantes de 8º  
137
20. Grafica sobre la síntesis de proteínas elaborada por estudiantes de 8º  
138
21. Trascrición de la V heurística de la actividad de evaluación,  
construida por un estudiantes de 8º 142
22. V heurística sobre la mitosis y meiosis elaborada por estudiantes de 8º  
146
23. Respuesta elaborada por un estudiante de 8º  
147

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág</b>
1. Instrumento nº 1. Ideas alternativas y apropiación de conceptos. 183	
2. Instrumento nº 2. Apropiación de conceptos sobre la célula.	184
2.1 Instrumento: Glóbulo rojo.	
184	
2.2 Instrumento: Neurona.	
185	
3. Muestra de los dibujos de la célula de la actividad 2 de la fase nº 1 de caracterización en 9º	
186	
4. Lectura: División celular.	
188	
5. Lectura: Ciclo celular.	
190	
6. Representación de la mitosis y la meiosis por estudiantes de 9º.	193
7. Lectura: Los ácidos nucleicos.	
194	

8. Gráfica sobre la duplicación del ADN la V heurística de la  
figura 5, elaborada por estudiantes de 9º  
196
9. V heurística y grafica de la duplicación de un fragmento de ADN  
197
10. Gráfica de la duplicación de un fragmento de ADN elaborada  
por una estudiante de 9º.  
198
11. Gráfica de la transcripción del ADN, por estudiantes de 9º.  
199
12. Gráfica de síntesis de proteínas elaborada por estudiantes de 9º.  
200
13. Instrumento evaluativo a y b. 201
14. Gráfica de la duplicación de un fragmento de ADN por  
estudiantes de 8º.  
203
15. Esquema de las características de padres e hijos realizadas  
por estudiantes de 8º.  
204

## RESUMEN

TITULO: APLICACIÓN DE LA V HEURÍSTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS DE GENÉTICA MOLECULAR: UNA EXPERIENCIA CON LOS ESTUDIANTES DE 8° Y 9° DE LA ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA\*

AUTORA: CLAUDIA PATRICIA GARNICA GUEVARA\*\*

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje significativo, estrategia didáctica, constructivismo, V heurística, características

hereditarias, conceptos.

## DESCRIPCIÓN:

El trabajo de investigación “Aplicación de la v heurística como estrategia didáctica en el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular: una experiencia con los estudiantes de 8° y 9° de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta” se fundamenta en el enfoque constructivista, los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales; los planteamientos epistemológicos de Popper, Husser, Bachelar y Lakatos, y fundamentos psicológicos y pedagógicos de Ausubel, Piaget, Vigotsky y Driver; reconoce las ideas alternativas en los educandos a partir de las cuales se diseñan las actividades que apoyadas en una estrategia didáctica como la V heurística favorecen la construcción de conocimiento.

La aplicación de la propuesta se evalúa constantemente, para hacer los aportes pertinentes, se contrastan los resultados y se puede concluir que una estrategia basada en el aprendizaje significativo no puede ser eficaz si el grupo en el cual se desarrolla presenta problemas de actitud que interfieren y obstaculizan la construcción de conocimiento.

Los resultados de la evaluación final del proceso permiten dar sugerencias para la construcción de experiencias que den continuidad a la propuesta y permitan indagar sobre los diferentes aspectos que influyen en la construcción de conceptos.

\* Trabajo de grado.

\*\* Facultad de Ciencias Humanas. Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Luz Marina Álvarez Santoyo

## SUMMARY

TITLE: HEURISTIC V APPLIED AS A DIDACTIC STRATEGY THE SIGNICANT LEARNING OF THE CONCEPTS OF THE MOLECULAR GENETICS: A EXPERIENCE WITH STUDENTS OF EIGHT AND NINETH GRADE OF THE ESCUELA NORMAL SUPERIOR OF PIEDECUESTA.

AUTOR: CLAUDIA PATRICIA GARNICA GUEVARA\*\*

**KEY WORDS:** significant learning, didactic strategy, constructivism, heuristic v, hereditary characteristics, concepts

## DESCRIPTION

The research work "heuristic v applied as a didactic strategy the significant learning of the concepts of the molecular genetics: a experience with students of eight and ninth grade of the Escuela Normal Superior of Piedecuesta." is based on the constructivism approach, the curriculum guidelines, the basic standars of competences in science and social studies;the epistemologic ideas pose by Popper, Husser, Bachelar and Lakatos, y the phsychological basiisfo Ausubel, Piaget, Vigotsky and Driver; it recognizes the alternative ideas of the students and starting from them there are designed the activities that based on a didactic stratagy as the heuristic v lead to knowledge

The apliccation of the proposal is evaluated constantly, to make the pertinent contributions it is made a contrast of the results and can be concluded that a strategy based on the significant learning can not be eficient if the group in which it is developed has behavior problems that impede and interven in the construction of knowledge.

The results of the final examination of the process allow to give suggestions to new experiences that could follow with the process and to investigate about diferent aspects than affect the construction of concepts

\* Thesis

\*\* Human Sciences Faculty. License in Elementary Education focused on the Natural Science an Environmental education. Luz Marina Álvarez Santoyo

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento científico en su continuo proceso de construcción ha presentado una serie de cambios respecto de la forma en que se elabora y aborda por todos los entes sociales, entre los cuales figura la escuela; desde donde, se busca

generar estrategias que conduzcan al aprendizaje, lo cual implica desarrollar procesos que requieren la realización de un cambio sobre la forma como se genera conocimiento en el aula y fuera de ella.

En este sentido surge la pregunta por las estrategias didácticas y su relación con el tipo de aprendizaje que se busca privilegiar, es así como se diseña una propuesta que intenta responder al interrogante ¿La utilización de una estrategia didáctica basada en la V heurística permite contribuir con el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular en los estudiantes de 8º y 9º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta?

La propuesta se diseña con base en lo estipulado en los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, respecto al estudio de genética en los grados 8º y 9º de educación básica secundaria, junto con los planteamientos de Ausubel sobre el aprendizaje significativo y la construcción de la V heurística (Vh) de Gowin.

Es una propuesta de investigación en el aula, se desarrolla desde la perspectiva de aprendizaje significativo de conceptos. El aprendizaje significativo parte del reconocimiento de las ideas previas y busca el desarrollo de un proceso conciente sobre la forma como el ser humano crea el conocimiento en torno a un problema que formula a manera de pregunta; conlleva la construcción de una metodología para dar solución al problema planteado desde unos referentes soportados en los planteamientos epistemológicos de Popper, Husser, Bachelar y Lakatos.

Su objetivo apunta al diseño y aplicación de una estrategia didáctica basada en la V heurística (Vh) para el aprendizaje significativo de conceptos de genética molecular relacionada con la transmisión de caracteres hereditarios en los seres humanos.

La población objeto de estudio son 80 estudiantes de básica secundaria de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta de los grados 8º y 9º, cuyas edades oscilan entre los 12 y 15 años.

La propuesta contempla conceptos fundamentales sobre la transmisión de características hereditarias a nivel molecular, incluye actividades que desarrollan competencias y se basan en el empleo de la Vh. La intervención inicial se hace con un grupo de grado 9º, con quienes se desarrolla y evalúa la propuesta y se hacen evidentes dificultades actitudinales del grupo frente al trabajo, por tanto se toma la decisión de aplicarla en un grado 8º de la misma institución, quienes, por estar próximos a culminar el año se pueden equiparar al grado (novenio) para el cual se diseñó la propuesta, con el cual se otorga un mayor grado de validez a la propuesta.

La propuesta se evalúa durante todo el proceso de intervención con los educandos, lo cual permite detectar falencias y retroalimentarla constantemente. Al finalizar su aplicación se realiza una evaluación que consta de dos fases; en la

primera se evalúa la adquisición de conceptos mediante preguntas claves sobre la transmisión de las características hereditarias en el ser humano (apropiación de conceptos) y en la segunda se busca determinar el manejo de estos conceptos en la construcción de la Vh.

La evaluación se realiza de igual forma en los dos grados 8º y 9º, lo cual permite contrastar los resultados obtenidos, haciéndose evidente la influencia de la actitud para el aprendizaje significativo, situación que se pone de manifiesto en la construcción de conceptos y la apropiación de la herramienta (Vh) entre los estudiantes de grado 8º.

La evaluación del proceso permite analizar y comprender los resultados obtenidos y plantear sugerencias para la construcción de experiencias que posibiliten la continuidad de la propuesta y por tanto indagar sobre los diferentes aspectos que influyen en el desarrollo del pensamiento científico, así como la aplicación de la Vh como herramienta didáctica para el aprendizaje de conceptos.

## **1. PROBLEMA Y OBJETIVOS**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales contemplan la enseñanza de la genética en los grados 8º y 9º de educación básica secundaria; es así como en la Escuela Normal Superior de Piedecuesta, lo concerniente a genética, se prevé abordar en los grados 8º y 9º. Para lo cual se requiere de una estrategia de enseñanza - aprendizaje que permita a los estudiantes una interacción más dinámica con el conocimiento y contribuya al aprendizaje significativo de genética molecular.

También cabe resaltar expresiones de los estudiantes en relación con el desagrado por el área, argumentando que poco entienden, que no les gusta la metodología pues solo leen, desarrollan proyectos; además de recoger papeles dentro y fuera del aula.

Por lo tanto se hace necesario realizar un proyecto de investigación educativo que genere nuevas formas de enseñanza - aprendizaje capaces de motivar y permitir al educando su interacción en la construcción de conocimiento; utilizando la Vh como herramienta didáctica para la construcción de conceptos de genética molecular en la transmisión de características hereditarias en los seres humanos, teniendo como base los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Grafica

### **1.1.1 Formulación del problema**

¿La utilización de una estrategia didáctica basada en la V heurística permite contribuir al aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular en los estudiantes de 8º y 9º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General:**

- Diseñar y aplicar una estrategia didáctica basada en la V heurística para el aprendizaje significativo de conceptos de genética molecular relacionada con la transmisión de caracteres hereditarios en los seres humanos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos:**

- Caracterizar las ideas alternativas que sobre los conceptos de genética poseen los estudiantes de 8º y 9º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta.
- Proponer y utilizar la V heurística como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética en estudiantes de 8º y 9º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta.
- Evaluar la V heurística como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Para el desarrollo del conocimiento científico de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental, se han desarrollado una serie de propuestas de enseñanza que con el transcurso del tiempo han sido revaluadas y modificadas; de este proceso han resultado opciones para elegir y aplicar en el aula de clase.

El proyecto de investigación se justifica en la medida que permita generar procesos significativos en la construcción de conceptos en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, tomando como aspecto primordial lo establecido en los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, donde se plantea el estudio de genética en los grados 8º y 9º, para los cuales se especifica la importancia del estudio de los diferentes procesos que se dan en la transmisión de características hereditarios a nivel celular en los seres vivos.

La propuesta ofrece diferentes actividades que tienen como base la utilización de la Vh como herramienta didáctica para la construcción de conceptos de forma significativa, demostrando que existen herramientas que son útiles en el contexto educativo que permiten la interacción del educando con el conocimiento científico que nace del mundo real donde tiene su aplicación y posibilitan el desarrollo de competencias frente a las diferentes situaciones que se le presentan.

A su vez los referentes legales como los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, que enmarcan la educación colombiana se sustentan en diferentes teorías del aprendizaje, dentro de las cuales se contempla el enfoque constructivista, desde donde se concibe el conocimiento como producto de una construcción constante a través de la experiencia y participación activa del educando en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

El educando se considera portador de conocimiento adquirido en interacción con el contexto mas cercano, sus ideas alternativas deben tenerse en cuenta al diseñar y aplicar una estrategia, para que sea capaz de renovarlas; esto implica que el educando encuentre sentido a aquello que aprende y desarrolle su capacidad de asombro.

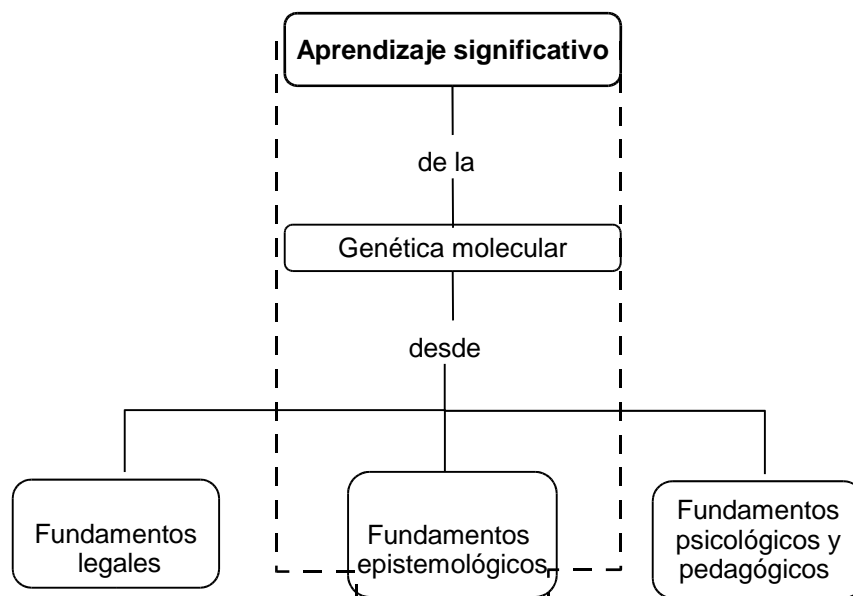
Propiciar aprendizaje significativo requiere de estrategias didácticas que favorezcan el cuestionamiento, la formación científica, la experimentación, la capacidad para formular preguntas, plantear hipótesis y generar procesos y la concepción del conocimiento como algo que nace de la realidad, es útil en la misma y no solo en el aula de clases.

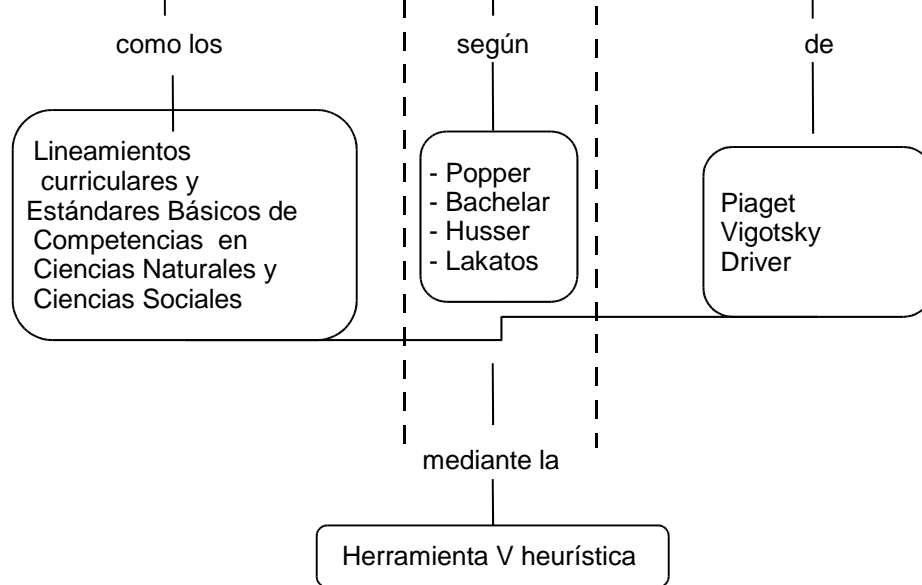
El conocimiento de la composición interna de los seres vivos, los fenómenos a nivel microscópico y particularmente la genética como una rama de las ciencias naturales que aporta grandes avances como el estudio de la composición

molecular y los diferentes procesos de transmisión de caracteres en los seres vivos; ha suscitado gran interés en las últimas décadas.

Desde la escuela se ve la necesidad de procurar un ambiente que favorezca el estudio de la genética, en este sentido es oportuno el diseño de una estrategia que permita desarrollar en los educandos el pensamiento científico al utilizar como herramienta central la V heurística (Vh), que facilita la construcción de conocimiento, al tener como punto de partida un interrogante que lo motiva a buscar soluciones y lo lleva a generar un proceso pertinente para la confrontación y construcción de conocimiento.

## 2. MARCO TEÓRICO





**Cuadro1:** Mapa conceptual del marco teórico.

## 2.1 FUNDAMENTOS LEGALES

La Constitución Política de 1991 en el artículo 27 garantiza la libertad de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra; y en el artículo 67 establece la educación como un derecho de las personas y su carácter público.

La Ley General de Educación (Ley 115) amplia y estipula los parámetros que rigen el sistema educativo de la nación, los fines de la educación se establecen en el artículo 5 y en el literal c del artículo 20 destaca entre los objetivos generales de la educación básica el “ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico

para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y de la vida cotidiana”<sup>1</sup>; para el logro de estos objetivos desde el aula se debe propiciar un ambiente que favorezca la reflexión sobre las diferentes situaciones que vivencia el estudiante y el diseño de alternativas que permitan reconstruir el conocimiento de forma significativa.

-

Los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental dentro de los contenidos correspondientes al conocimiento científico básico, contempla la “Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos”<sup>2</sup> como conocimiento de procesos biológicos, dirigido hacia el entendimiento sobre la forma como el ADN controla la síntesis de proteínas. Así mismo, en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales en el núcleo temático entorno vivo para 8º y 9º se propone como tópico el siguiente: “reconozco la importancia del modelo de doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario”<sup>3</sup>

## **2.2 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS**

El ser humano suele cuestionar el por qué de las cosas que suceden a su alrededor, este cuestionamiento incluye el querer saber como surge y evoluciona

---

<sup>1</sup> MEN. Ley General de Educación. Ley 115 de 1994. Bogotá. 1994. p.17.

<sup>2</sup> Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá: Magisterio, 1998. p.82.

<sup>3</sup> MEN. Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer, 2004. p.20.

el conocimiento; de entre las teorías sobre el conocimiento científico se retoman las propuestas por: Gaston Bachelard, Popper, Lakatos y Husser.

Gaston Bachelard plantea “para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta no puede haber conocimiento científico”<sup>4</sup>, los interrogantes requieren una formulación clara que permita la creación de procesos metodológicos para su resolución; en este sentido el problema es el que determina el desarrollo del espíritu científico, mientras que la opinión es criticada ya que la considera como ausencia de conocimiento “la opinión piensa mal; no piensa; traduce necesidades en conocimiento”<sup>5</sup> considerándola como un obstáculo epistemológico en la construcción del pensamiento científico; de esta manera se muestra una cultura científica en movimiento constante desde el conocimiento dogmático sobre el mundo hasta un conocimiento dinámico y abierto que le permite evolucionar

Por su parte Karl Popper plantea que “desde un punto de vista lógico dista mucho de ser obvio que estemos justificados al inferir enunciados universales partiendo de enunciados singulares, por elevado que sea su número; pues cualquier conclusión que saquemos de este modo corre siempre el riesgo de resultar un día falsa”<sup>6</sup> Popper cuestiona la objetividad de las teorías científicas puesto que las considera como registros científicos de la realidad, también lo hace con el método inductivo como forma de trabajo de las ciencias empíricas para acercarse a la

---

<sup>4</sup> BACHELARD, Gaston. La formación del espíritu científico. México: Siglo Veintiuno, 1985. p. 16.

<sup>5</sup> *Ibíd.* p. 16.

<sup>6</sup> POPPER, Kart. La lógica de la investigación científica. Paidós, 1985. p. 27

verdad, las cuales muestran falencias en algunas situaciones que no se acogen al carácter objetivo y plantea el método deductivo, desde donde se formulan hipótesis respecto a un hecho y mediante la experiencia se determina la veracidad o falsación de las mismas, además de presentarse ante un grupo de expertos (científicos).

Es pertinente mencionar la teoría del mundo de la vida de Husserl, en la cual se plantea la necesidad de comprender el mundo cotidiano, desde donde se construye el conocimiento, se enfatiza en la comprensión del conocimiento científico como algo asequible para cualquier individuo, disminuyendo su valor dogmático. De igual forma, recalca la importancia del desarrollo de experiencias de laboratorio donde el educando es el sujeto fundamental en el proceso de enseñanza – aprendizaje tanto en la escuela como fuera de ella.

Lakatos, postula la existencia de un programa de investigación formado por un núcleo firme, fundamentado en teorías fuertes, aceptadas y validadas por la comunidad científica y un cinturón protector, conformado por una serie de hipótesis que a través del tiempo han fortalecido el núcleo firme “la continuidad de las ciencias, la tenacidad de algunas teorías, la racionalidad de cierta magnitud de dogmatismo, solo puede explicarse si interpretamos la ciencia como un campo de batalla de los programas de investigación y no de las teorías aisladas”<sup>7</sup> que implica el reconocimiento de grupos fuertes de científicos que apoyan los núcleos

---

<sup>7</sup> LAKATOS, Imre. Ciencia pseudociencia. En: La metodología de los programas de investigación científica. Madrid: Alianza Editorial, 1983. p. 116.

de teorías que lo conforman disminuyendo la posibilidad de que una teoría simple y aislada pueda modificar por completo el núcleo.

En este caso la falsación se da mediante la socialización de las nuevas teorías ante una comunidad o expertos (científicos), quienes certifican su falsación o veracidad. Estas hipótesis pueden renovar algunos aspectos del núcleo firme siendo poco probable la refutación del núcleo completo.

## **2.3 FUNDAMENTOS PSICOLÓGICOS Y PEDAGÓGICOS**

Los referentes conceptuales en cuanto a los diferentes aportes psicológicos y pedagógicos, han permitido el desarrollo de nuevos modelos educativos que propician la investigación e innovación en la enseñanza – aprendizaje; a continuación se presentan algunos de estos modelos constructivistas.

### **2.3.1 Constructivismo**

A partir de los postulados de Piaget, Joseph D. Novak plantea la existencia de esquemas conceptuales en los educandos y desarrolla una teoría constructivista desde donde el conocimiento se concibe como una construcción mental que surge a partir de la interacción del ser humano con el mundo.

Para Rafael Florez el constructivismo plantea “que el aprendizaje humano es una construcción de cada educando que logra modificar su estructura mental y alcanzar un mayor nivel de diversidad, de complejidad y de integración”<sup>8</sup>. Esto significa que la construcción de nuevos conceptos se da a partir de la relación del educando con el mundo de manera gradual, lo cual le permite adquirir un desempeño de mayor complejidad a medida que evoluciona su estructura cognitiva y su capacidad conceptual.

Desde el enfoque constructivista es fundamental que el docente reconozca la existencia de ideas alternativas en el educando, las cuales son confrontadas y procesadas con la nueva información que se le presenta; y para que se dé el aprendizaje, según Rafael Florez Ochoa<sup>9</sup> es esencial que se:

1. Tenga en cuenta las ideas alternativas que el educando trae sobre el tema a trabajar.
2. Visualice el cambio conceptual que se da en los educandos mediante la construcción del nuevo concepto y sus consecuencias en su nueva estructura mental.
3. Contraste las ideas alternativas con el nuevo concepto científico que se le presente.
4. Aplique el nuevo concepto a situaciones concretas con el objeto de utilizarlo adecuadamente.

---

<sup>8</sup> FLOREZ, Rafael. Constructivismo pedagógico y enseñanza por procesos. En: Hacia una pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill, 1994. p 235

<sup>9</sup> Ibid. p.238.

### 2.3.2 Aprendizaje significativo

David Paúl Ausubel psicólogo de procedencia estadounidense, seguidor de la corriente constructivista plantea numerosas investigaciones, valiosas en el campo educativo, las cuales brindan múltiples aportes a la psicología de la educación, en el aspecto cognoscitivo.

Ausubel “postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva”<sup>10</sup>; lo cual indica que el niño ingresa a la escuela con una estructura cognitiva e intelectual definida, esto significa que posee unas ideas sobre el mundo en el que interactúa.

Estas ideas son de gran importancia en la escuela puesto que permiten la confrontación con las teorías ya existentes para la construcción de una interpretación válida y útil en su contexto.

El aprendizaje es realmente significativo cuando:

- El educando muestra una actitud positiva hacia el aprendizaje.

---

<sup>10</sup> DÍAZ, Frida y HERNÁNDEZ, Gerardo. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. México: Mc Graw Hill. 2002. p.35.

- El material que se va a utilizar es potencialmente significativo para el educando; esto implica que posee una significatividad lógica, que es relacionable intencionalmente y que se encuentra dentro del dominio de la capacidad de aprendizaje del educando

Según Díaz Barriga<sup>11</sup> el procesamiento activo de la información requiere:

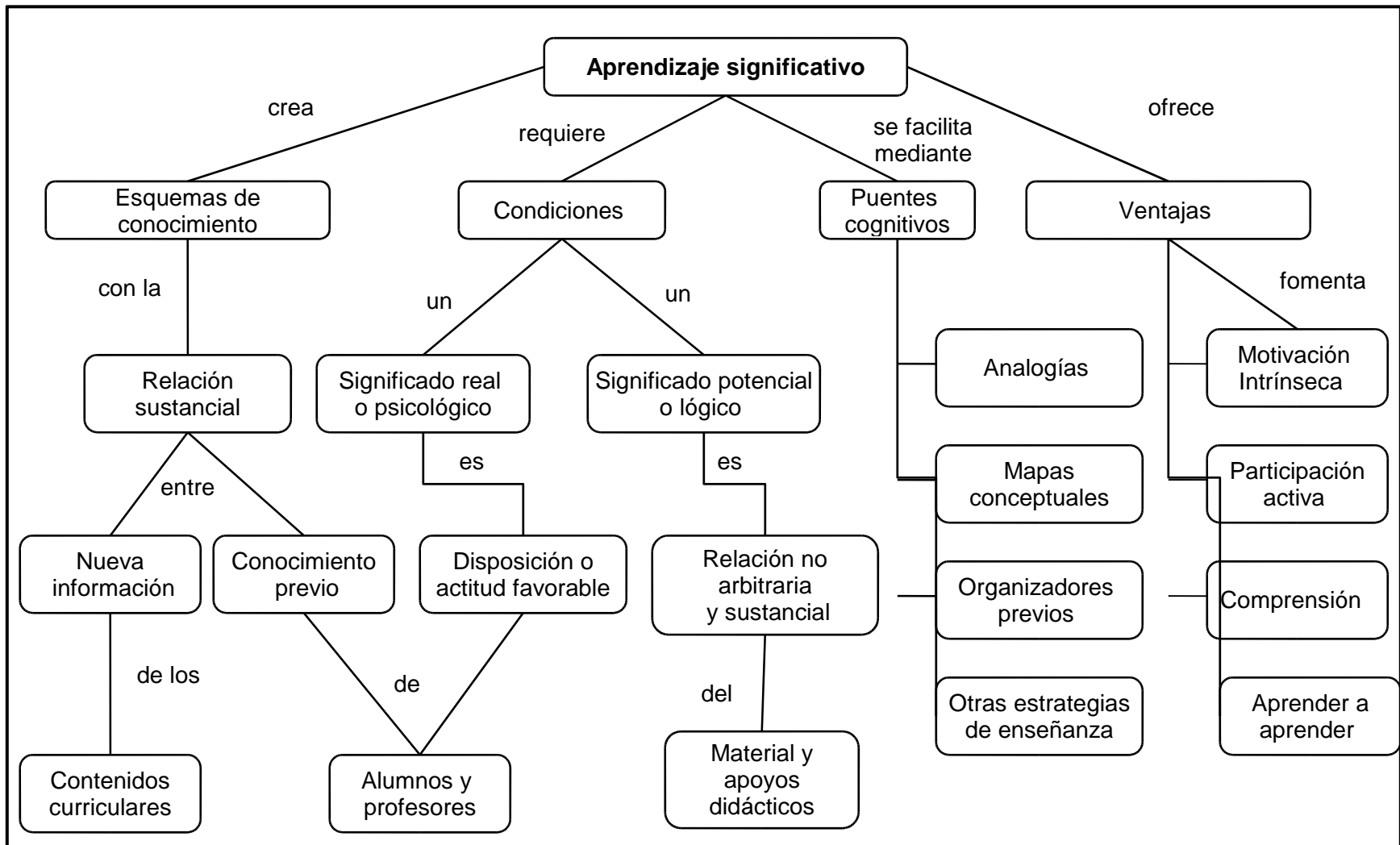
- a. La realización de un juicio de pertinencia para decidir cuales de las ideas que ya existen en la estructura cognitiva del educando son las mas relacionadas con las nuevas ideas.
- b. Determinar las discrepancias, contradicciones y similitudes entre las ideas nuevas y las previas.
- c. Con base en el procedimiento anterior, la información nueva, vuelve a reformularse para poderse asimilar en la estructura cognitiva del educando.
- d. La reconciliación entre las ideas nuevas y previas para la realización de un proceso de análisis y síntesis con la información reorganizando sus conocimientos, bajo principios explicativos más exclusivos y amplios.

Para que exista un aprendizaje significativo es necesario que la nueva información no sea impuesta ni utilizada como un medio de represión para el educando; lo cual implica que exista una negociación docente - educando, en la cual se desarrollen actitudes positivas hacia la construcción de un nuevo concepto,

---

<sup>11</sup> Ibíd. p.40.

teniendo en cuenta la gradual transformación de la información y la interacción del docente y educando, como se muestra a continuación:



Tomado de: Díaz Barriga y Hernández.

p.44.



Ausubel propone tres tipos de aprendizaje significativo:

- a. El aprendizaje de representaciones; de el dependen todos los demás y consiste en el aprendizaje de símbolos o de los que estos representan.
- b. El aprendizaje de proposiciones que consiste en hacerse al significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposición.
- c. El aprendizaje de conceptos el cual implica construir las representaciones comprendidas en esas palabras o nombres; por consiguiente el aprendizaje de proposiciones como el de conceptos posee una misma base la cual los hace relacionables. A continuación se presenta el aprendizaje de conceptos como una de las bases fundamentales para la construcción de conocimiento.

En la actualidad se busca que el educando interprete y comprenda el mundo de acuerdo a su estructura cognitiva y su capacidad de resolver problemas significativamente. Para tal aspecto se hace necesario que el educando tenga una claridad conceptual frente a la situación que se le presente.

Para Ausubel los conceptos son atributos de criterios abstractos, comunes a una categoría dada de objetos, eventos o fenómenos; los cuales poseen unos

nombres que le asignan un significado que permite su manipulación, comprensión y transferencia con claridad.

Para que exista una asimilación de conceptos, se cree pertinente la realización de experiencias adecuadas que le permitan al educando remover y reestructurar sus ideas alternativas, ya que al intentar cambiar estas concepciones puede presentarse un nivel alto de dificultad, puesto que son conceptos construidos mediante la interacción con su medio más cercano (familia y amigos).

También es importante que el aprendizaje propicie un conflicto cognitivo en el cual se despierte el interés del educando sobre el concepto que se va a construir. Es durante este proceso que se presenta un desequilibrio conceptual porque el educando contrasta las ideas alternativas que ya poseía con la nueva información que se le presenta, llegando a construir un nuevo concepto: “El aprendizaje se producirá cuando tuviera lugar un desequilibrio o un conflicto cognitivo”<sup>12</sup>.

El aprendizaje significativo proporciona al educando la posibilidad de reconstruir sus ideas alternativas y utilizarlas en la resolución de problemas reales que se le presentan en su entorno más cercano; proceso por el cual se busca que él educando construya conceptos a partir de la teoría existente y su confrontación con el mundo por medio de experiencias prácticas que le permitan relacionar la

---

<sup>12</sup> POZO, J. I: Teorías cognitivas del aprendizaje: la teoría de la equilibración de Piaget. Madrid: Morata. 1989. p 178.

nueva información y crear conceptos acordes con las situaciones que se le presentan en su contexto.

Para lograr un aprendizaje significativo de conceptos es pertinente retomar los postulados sobre el desarrollo cognitivo de Piaget y el aprendizaje social de Vigotsky, puesto que permiten obtener una visión global sobre el educando en cuanto a los aspectos psicológicos que influyen en la construcción de conceptos.

### **2.3.3 Desarrollo cognitivo según Piaget**

Jean Piaget concibe el desarrollo cognitivo de manera gradual y en estrecha relación con el desarrollo físico, la teoría cognitiva postula una serie de etapas características sobre las capacidades cognitivas del ser humano en relación con su edad biológica. En este apartado se hace referencia a la etapa comprendida entre los 11 años y la edad adulta, denominada por Piaget como estadio de las operaciones formales. Se plantea que los adolescentes en esta etapa alcanzan un alto desarrollo a nivel cognitivo mediante la capacidad de generar pensamientos abstractos y concebir el tiempo histórico y el espacio exterior; esto implica la capacidad de imaginar sucesos y lugares diferentes a su contexto local, “pueden pensar en términos de lo que podría ser y no solo de lo que es, pueden imaginar posibilidades, elaborar y probar hipótesis”<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> PAPALIA, Diane y otros. Desarrollo humano. 8a ed. Bogotá: Mc Graw Hill, 2001. p.426.

Estos factores son indispensables para la construcción del conocimiento científico, concibiéndose como un proceso de adaptación, asimilación, acomodación y equilibración planteados por Piaget, para describir la forma en que el educando entra en conflicto con lo que el ya sabe y la nueva situación que se le presenta.

Para llegar a la adaptación de la información se conciben dos pasos, “a) la asimilación que consiste en aceptar la información nueva e incorporarla a la estructura cognitiva existente y b) la acomodación, que consiste en cambiar las estructuras propias para incluir el conocimiento nuevo”<sup>14</sup>, durante el desarrollo de estas dos etapas se da la equilibración, que consiste en el animo constante del educando por lograr un balance de la información que posee (ideas alternativas) y la nueva información que se le presenta.

Este proceso implica que el nuevo conocimiento sea significativo para que logre remover las ideas alternativas del individuo mediante la confrontación y construcción de conceptos propios y útiles en cualquier situación. Permite que el educando perteneciente a la etapa de operaciones formales cuente con la posibilidad de prever consecuencias, generar hipótesis y probarlas, partiendo de un cuestionamiento sobre acontecimientos del mundo real. Con esta etapa se entiende que el educando que pertenece a ella logra concebir la solución a ciertas situaciones problemáticas que se le presenten mediante el razonamiento hipotético deductivo.

---

<sup>14</sup> Ibíd. p.38.

### **2.3.3.1 Razonamiento hipotético deductivo**

El desarrollo cognitivo al adolescente le permite formular hipótesis y generar experimentos para probarlas, teniendo en cuenta todas las relaciones que se dan en esta, estudiándolas sistemáticamente para determinar su estado de validez “el razonamiento hipotético deductivo le proporciona una herramienta para resolver situaciones problemáticas”<sup>15</sup>. Estas situaciones problemáticas requieren ser acordes al contexto del educando y por lo tanto tener la capacidad de despertar su interés, motivándolo a buscar posibles procedimientos para encontrar su solución.

### **2.3.4 Aprendizaje social según Vigotsky**

Todas las capacidades que posee el individuo son el producto de su interacción social y por lo tanto de su manifestación en el mismo (contexto), permitiendo su desarrollo como un sujeto activo dentro de la comunidad en la que se desenvuelve; para tal efecto Vigotsky hacia los años treinta postula la teoría del desarrollo social como un factor inherente al desarrollo individual, que requiere comprender que el desarrollo individual surge como resultado de la vida social, exponiendo una teoría que denomina “histórico – cultural” con la cual busca dar a conocer el proceso del desarrollo humano. Mediante dos hipótesis:

---

<sup>15</sup> *Ibíd.* p. 427

- “Las funciones psíquicas superiores del hombre (percepción – atención – memoria – pensamiento) son el resultado de la asimilación individual de los productos de la cultura humana”<sup>16</sup>. Esto significa que el ser humano al entrar en interacción con un grupo interioriza de manera individual sus diferentes experiencias generando desarrollo a nivel cognitivo. Lo cual se hace evidente en la utilización de los símbolos por parte del hombre, para interactuar en un grupo social y luego reestructurar sus funciones psíquicas a través del análisis e interiorización de estos símbolos y signos.
- Vigosky en su segunda hipótesis sobre el origen de los procesos intelectuales, plantea que “la conciencia se halla mediatizada por la actividad práctica externa y material del individuo”<sup>17</sup> enfatizando que la conciencia no es ajena a la relación del individuo con sus vivencias sociales, dan una relación recíproca entre los dos aspectos (individual y social).

Postula la teoría de la zona de desarrollo próximo, en la que resalta la interacción del niño con su medio social y cultural, quien aprende a autorregular su aprendizaje “regulando sus propias funciones psicológicas”; el docente es visto como un mediador entre la cultura y el conocimiento del educando, y su interacción con el conocimiento uno de los aspectos más importantes.

Existen como mínimo tres aspectos indispensables para que el individuo aprenda:

---

<sup>16</sup> MORALEDA, Mariano. Psicología del desarrollo. Infancia, adolescencia, madurez y senectud. México: Alfaomega. 1999. p. 12.

<sup>17</sup> *Ibíd.* p. 13.

- a. El educando es un agente activo dentro del proceso enseñanza – aprendizaje.
- b. La cultura o conocimiento inmersa(o) en el contexto en el cual se desarrolla el educando y contenidos en el currículo.
- c. El docente mediador activo entre la cultura o conocimiento y el educando.

### **2.3.5 Las ideas alternativas**

“Rosalin Driver, enmarcada en la psicología cognoscitiva de Ausubel desarrolla sus investigaciones en la enseñanza de las ciencias reconociendo las elaboraciones previas de los alumnos a las que denomina esquemas alternativos”<sup>18</sup>. Estos esquemas hacen referencia a los conceptos adquiridos mediante la experiencia en la interacción con su contexto, donde son validos, aunque no estén acordes con los conceptos aceptados por la comunidad científica, “las ideas alternativas obedecen a una concepción que como tal denominamos concepción alternativa”<sup>19</sup>.

Las ideas alternativas son permanentes y difíciles de reestructurar, son el resultado de la experiencia y también de las relaciones en el aula, su validez es otorgada por esa experiencia y porque permite que el educando interactúe con su contexto socio – cultural, para lo cual el docente necesita generar procesos

---

<sup>18</sup> PEREZ M. Roiman, GALLEGO B. Romulo. Corrientes constructivistas. De los mapas conceptuales a la teoría de la transformación intelectual. Bogotá: Colección Mesa Redonda. 1994. p 37

<sup>19</sup> *Ibíd.*, p 38

prácticos que permitan la interacción del educando con el conocimiento, causando la reestructuración de estas ideas alternativas.

## **2.4 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**

La escuela tradicional concibe la enseñanza – aprendizaje de las Ciencias Naturales como la transmisión enciclopédica de conocimientos, en donde el educando es un agente pasivo, reproductor de saberes. “Cuando se planteaba la resolución de problemas, estos consistían en ejercicios de aplicación de una teoría previamente explicados por el profesor”<sup>20</sup>, este enfoque carece de un proceso en el cual se permite al educando generar un método para la solución del problema; el aprendizaje se delimita a un proceso memorístico y repetitivo y se le da un valor dogmático al conocimiento científico.

Aproximadamente hace tres décadas nace la preocupación por el bajo interés de los educandos hacia el conocimiento científico, y el abismo significativo que se establece entre conocimiento, tecnología y las ciencias escolares; situación relacionada con el estancamiento del proceso enseñanza – aprendizaje dentro de la escuela.

En los años sesenta y setenta en los Estados Unidos y Europa se crean proyectos para la enseñanza en la educación media y básica, con los cuales buscan tener el método científico como eje de aprendizaje y del desarrollo de habilidades propias

---

<sup>20</sup> WEISSMAN, Hilda. La enseñanza de las ciencias naturales. Un área de conocimiento en pleno debate. En: Didácticas especiales. Estado del debate. Compilador: IAIES, Gustavo. Buenos Aires: Aique, 1994. p. 129-152

de quienes trabajan en las ciencias naturales y propiciar las bases para el desarrollo del pensamiento científico.

#### **2.4.1 Formación del pensamiento científico.**

Según Pozo, 1987 la formación del pensamiento científico se busca a través de la enseñanza siguiendo el “método de descubrimiento, ya que intentaba que el alumno, a la manera del científico produjera su propio conocimiento en lugar de recibirlo ya elaborado”<sup>21</sup>. Se parte de una pregunta problematizadora que provoca un desequilibrio entre las ideas alternativas y el nuevo conocimiento, ante lo cual él individuo genera un proceso que verificara la validez de la posible solución al problema (hipótesis); lo cual permite que el estudiante confronte sus ideas alternativas, el proceso empírico del conocimiento y el conocimiento científico ya existente para después generar su propio conocimiento (acomodación).

### **2.5 LA V HEURÍSTICA**

La V heurística (Vh) fue diseñada por Bob Gowin en 1977 como una herramienta que permite a los agentes que intervienen en el proceso educativo “comprender la estructura del conocimiento y la forma que tienen los seres humanos para producir este conocimiento”<sup>22</sup>.

---

<sup>21</sup> *Ibíd.* p 132

<sup>22</sup> NOVAK, J. D. y GOWIN. B: *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca. 1988. p76

La Vh parte de un interrogante central, que el sujeto intenta resolver, el cuestionamiento inicial; se ubica dentro de la herramienta para facilitar la visión global sobre el proceso que se adelanta al producir un nuevo conocimiento.

“La Vh tiene un valor psicológico no solo porque estimula el aprendizaje significativo, sino también porque ayuda a los educandos a comprender el proceso mediante el cual los seres humanos producen el conocimiento”<sup>23</sup>, este instrumento permite al sujeto desarrollar metacognición sobre la forma en que se genera el conocimiento, implica comprender su construcción y utilización, facilita al educando reconocer la relación entre sus ideas alternativas y los nuevos conceptos. También le permite concebir el conocimiento científico como resultado de la interacción del ser humano con el mundo de la vida y por lo tanto, como un ciclo inacabado, que además, le permite desarrollar el método científico.

La Vh como herramienta didáctica “no necesariamente se restringe a situaciones en la cuales, debe estar presente un experimento, es posible utilizarla para la interpretación y análisis de conferencias y textos científicos en los que se presenta el conocimiento”<sup>24</sup> haciéndose evidente su valor didáctico en situaciones desarrolladas en el aula de clases y no solo en un laboratorio.

Para el desarrollo de este proyecto se toma como base algunos aspectos de la Vh (pregunta central, acontecimiento, registros, transformaciones, afirmaciones

---

<sup>23</sup> *Ibíd.* p 79

<sup>24</sup> CÁRDENAS, Fidel y SARMIENTO, Fernando. Desarrollo y evaluación de competencias en ciencias. En: Competencias y proyecto pedagógico. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2001. p194.

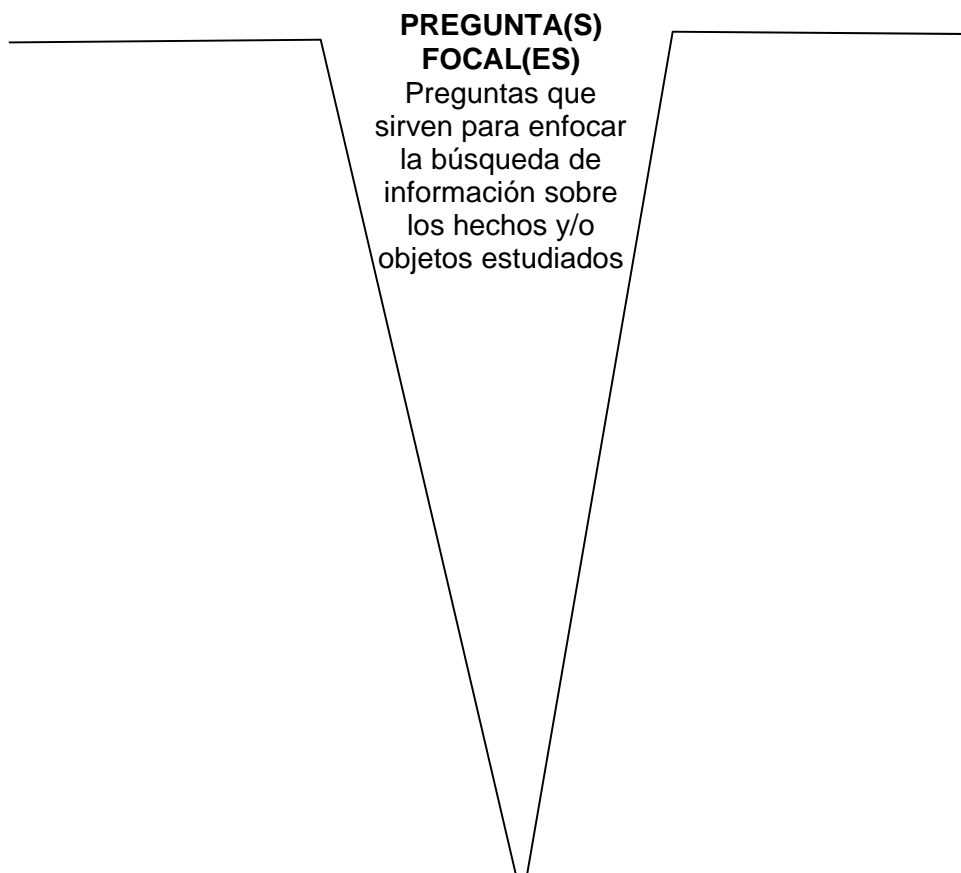
juicios de valor, conceptos y principios) ya que son de fácil comprensión para la población de estudio, permitiendo un progresivo acercamiento a este instrumento (Vh); además se consideran indispensables para generar un conocimiento gradual sobre el proceso por el cual se llega al conocimiento científico.

Esta herramienta tiene forma de V, en la base o parte inferior se ubica el acontecimiento, sustento de toda actividad científica pues es ahí a donde se dirige la propuesta por la cual se da solución al eje central de todo conocimiento científico “el interrogante”, este se ubica en la parte superior o cabeza de la herramienta, por ser el principio que dirige el proceso; además presenta diferentes aspectos que posibilitan la comprensión del proceso, los cuales se describen a continuación:

- Pregunta central: es la que dirige el proceso a desarrollar para generar nuevo conocimiento mediante la interacción de los dos campos de la Vh (campo conceptual y campo metodológico).
- Acontecimiento: registro del proceso diseñado para dar solución a la pregunta central:
- Conceptos: son los signos, símbolos y/o conocimientos compartidos por el grupo, propios del aspecto teórico necesario para dar solución a la pregunta central.
- Registros: es el material y el procedimiento empleado en la recolección de la información resultante del acontecimiento.

- Transformaciones: es la forma de mostrar la información recolectada del acontecimiento.
- Afirmaciones: son los enunciados claros extractados del proceso experimental y la confrontación teórica.
- Principios: son los conceptos construidos durante el proceso, con cuales se da solución a la pregunta central.
- Juicios de valor: es una valoración del proceso desarrollado a nivel metodológico y conceptual.

### **Modelo heurístico en “V”**



## **CONCEPTUAL/TEÓRICO (En el pensamiento)**

### **Visión Universal:**

El sistema de creencias  
Generales que motivan y  
Orientan la indagación.

### **Filosofía:**

Las creencias sobre la  
naturaleza del conocimiento  
y de cómo orientar la  
búsqueda de información

### **Teoría:**

El(los) principio(s)  
general(es) que orienta(n) la  
búsqueda de información y la  
explica(n) por qué los hechos u  
objetos los que se observa.

### **Principios:**

Enunciados de relaciones  
entre conceptos que  
explican cómo puede  
esperarse que los hechos  
u objetos aparezcan o se  
comporten.

### **Conceptos:**

Regularidad percibida en los hechos  
u objetos (o los registros de hechos  
u objetos) designados por medio  
de una etiqueta.

### **Hechos y/u objetos**

Descripción del(os) hechos(s)  
a estudiar para poder responder  
a las preguntas focales.

### **Declaraciones de valor:**

Enunciados basados en  
declaraciones de conocimiento  
que revelan el valor o  
justificación de la búsqueda.

### **Afirmaciones:**

Enunciados que responden a la  
(s) pregunta(s) focal(es) y son  
interpretaciones razonables de  
los registros tal cual y  
transformados (o datos)  
obtenidos

### **Transformaciones:**

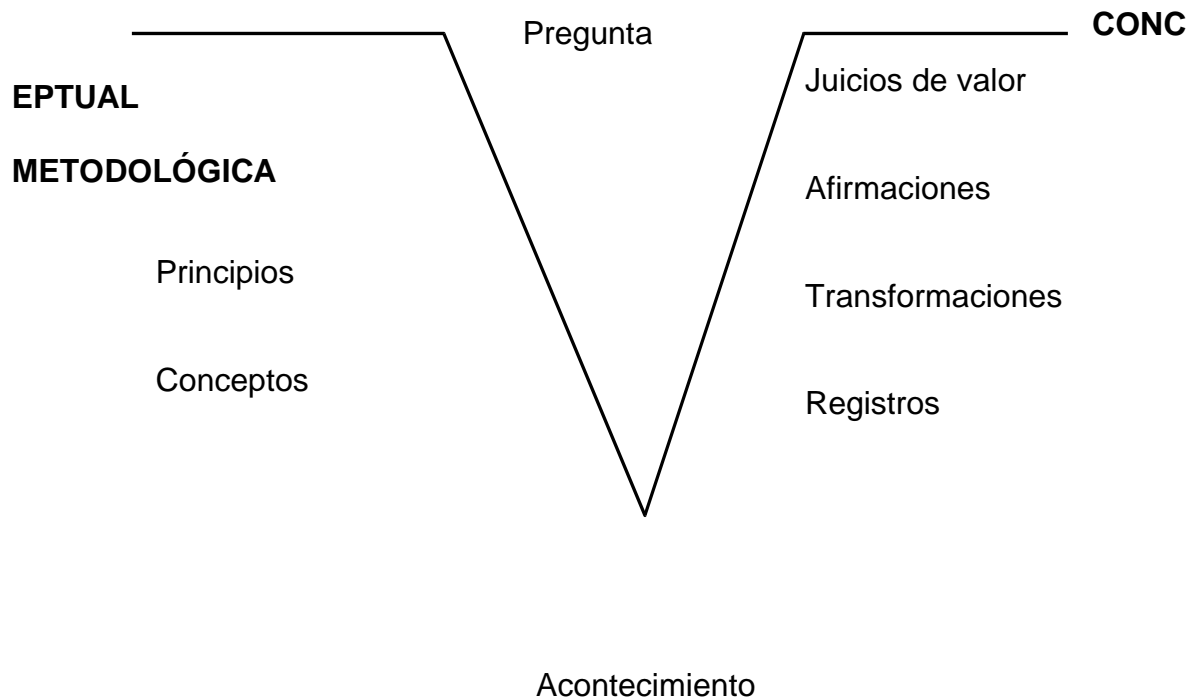
Tablas, gráficos, mapas  
conceptuales, estadísticas u  
otras formas de organización de  
los registros

### **Registros:**

Las observaciones hechas y  
registradas a partir de...

**Tomado de:** BOGOYA, Daniel y otros. Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Taller sobre evaluación de competencias básicas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.2001. p.130

**Modelo de la V heurística empleada en la propuesta.**



### 2.5.1 Niveles de competencias propuestas para la V heurística

La Vh como instrumento de apoyo permite tanto al docente como al educando el entendimiento de la estructura científica y su proceso de construcción haciéndose evidente mediante la evaluación en competencias, entendidas como la capacidad de desempeño que adquiere el educando para enfrentarse a situaciones problemáticas en diferentes contextos.

Los niveles de competencias propuestas para el desarrollo de la Vh son las siguientes:

▲ **Nivel 1: reconocimiento y distinción del sistema básico de significación.**

Comprende el reconocimiento de las estructuras básicas para la comprensión de las ciencias; es decir, el manejo y apropiación de los conceptos científicos indispensables para la proposición e interpretación de las ciencias. “Los desempeños propuestos para este nivel incluyen: reconocer e identificar las estructuras básicas de construcción de las ciencias”<sup>25</sup>, lo cual implica el reconocimiento del lenguaje propio de la ciencia y por lo tanto la interpretación de la misma.

▲ **Nivel 2: interpretación y uso comprensivo.**

Hace referencia “a las relaciones entre conceptos, el uso correcto de medición y el razonamiento lógico”<sup>26</sup> entendido como la capacidad que posee el educando para interpretar y aplicar los diferentes conceptos a situaciones concretas en diferentes contextos. “En la competencia teórico explicativa para el nivel 2 se ha propuesto desempeños como: utilizar de manera apropiada los códigos de comunicación propios de una ciencia; establecer relaciones de orden e interdependencia; establecer las propiedades comunes de objetos o hechos en distintos contextos y resolver situaciones problemáticas”<sup>27</sup>. Estos desempeños permiten determinar en

---

<sup>25</sup> *Ibíd.* p.202.

<sup>26</sup> *Ibíd.* p.202.

<sup>27</sup> *Ibíd.* p.202.

que aspecto del nivel se encuentra el educando y de esta forma generar procesos que permitan pasar de un nivel a otro.

### ▲ **Nivel 3: Argumentación y síntesis.**

Para este nivel se tiene como punto de partida el hecho de que el educando ya maneja, comprende y aplica el conocimiento científico en diferentes situaciones, permitiendo que este genere nuevo conocimiento a partir de las estructuras conceptuales que posee.

“Los desempeños en este nivel de competencia están orientados a conjeturar, deducir o predecir explicaciones o manifestaciones de la naturaleza y comprende los siguientes aspectos de la competencia teórico explicativa: conjeturar un resultado no evidente, hacer generalización; generar nuevos desarrollos conceptuales; concebir formas alternativas de explicación a una situación dada y sintetizar”<sup>28</sup> desempeños que permiten desarrollar nuevos conocimientos y por lo tanto ayudar al progreso de la ciencia.

Los niveles de competencia propuestos para la Vh se resumen a continuación:

## **Niveles de competencia y algunos de los desempeños propuestos**

---

<sup>28</sup> *Ibíd.* p. 203.

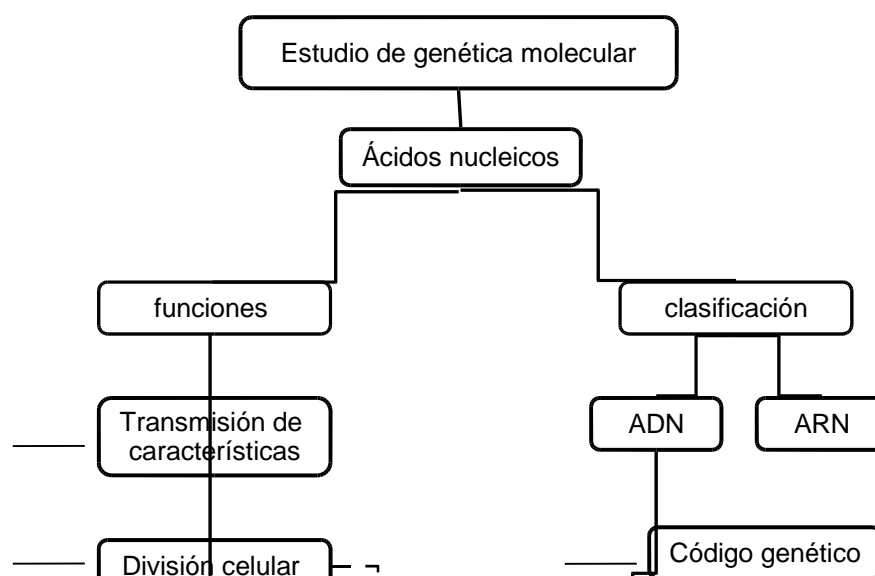
NIVEL DE COMPETENCIA	DESEMPEÑO A EVALUAR
1. RECONOCIMIENTO Y DISTINCIÓN	Reconocer e identificar las estructuras básicas de construcción de las ciencias
2. INTERPRETACIÓN	Establecer las propiedades comunes de objetos u hechos en distintos contextos
	Utilizar de manera apropiada los códigos de comunicación propios de una ciencia
	Interpretar y aplicar conocimientos a hechos o situaciones cotidianas o experimentales
	Establecer relaciones de orden e interdependencia
3. PRODUCCIÓN	Resolver situaciones problemáticas. Conjeturar, deducir o predecir explicaciones de manifestaciones de la naturaleza.

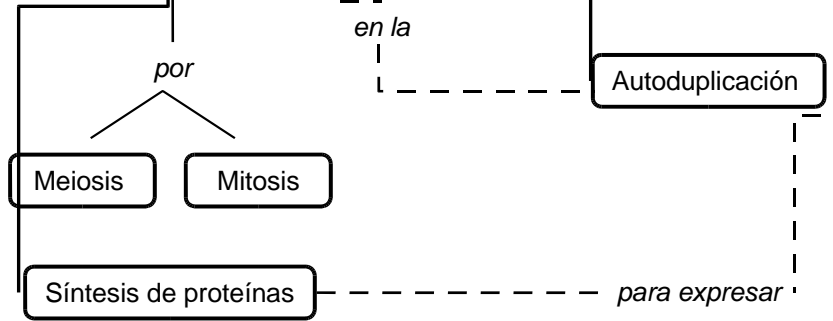
**Tomado de:** BOGOYA, Daniel y otros. Competencias y proyecto pedagógico.

Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2001. p.201.

## 2.6 FUNDAMENTO DISCIPLINAR

Además de los fundamentos consignados en los anexos 4, 5 y 7; en el cuadro 2 se referencian los conceptos de genética fundamentales para esta investigación.





**Cuadro 2:** Conceptos de genética.

### 2.6.1 Estudio de genética molecular

La genética nace con el redescubrimiento del trabajo realizado por Gregor Mendel en el año 1900, desde entonces surge el interés de la comunidad científica por estudiar la forma en que se transmiten los caracteres hereditarios a nivel físico y químico, y descubrir los mecanismos por los cuales se transcriben los códigos biológicos de una célula a otra.

En este apartado, se estudia la estructura y función de los ácidos nucleicos en la transmisión de características hereditarias, en los seres humanos. Para lo cual se hace necesario partir del estudio de la célula, sus funciones reproductoras y las estructuras responsables de realizar los procesos de transmisión de características hereditarias.

### **2.6.2 La célula**

En 1838 Schleiden y Schwann proponen la teoría celular, al descubrir que tanto los animales como los vegetales están formados por células; estas se conciben como la unidad viva más pequeña, compuesta por diferentes organelos, encargados de cumplir con las funciones que permiten la supervivencia y la transmisión de las características hereditarias. Algunos de los organelos y funciones se encuentran a continuación:

- Membrana celular: es la capa externa que protege a la célula y ayuda a seleccionar las sustancias que entran y salen de ella.
- Citoplasma: es el espacio interior de la célula, en el cual se encuentran los diferentes organelos.
- Ribosoma: es el encargado de realizar el proceso de síntesis de proteínas también conocido como traducción de la información genética.
- Membrana nuclear: es una capa doble que separa y protege el núcleo del resto de la célula.

- Núcleo: estructura de mayor tamaño e importancia en la célula, puesto que contiene el material genético.
- Cromatina: se ubica en el núcleo y contiene Acido desoxirribonucleico ADN junto con proteínas, siendo este quien dirige las funciones del núcleo.
- Nucleolo: se encuentra dentro del núcleo, son corpúsculos esféricos que contienen Acido ribonucleico ARN y proteínas.

Para el estudio de la transmisión de características hereditarias se retoma la función reproductiva de las células y los diferentes procesos que se dan al interior de esta durante la división celular.

El ciclo de vida de una célula comprende dos grandes momentos, uno de preparación para la división celular, denominado interfase, en el cual se duplica el material hereditario (ADN), otro de división ya sea por mitosis o meiosis, según se trate de células somáticas o germinales respectivamente.

En la interfase la célula crece y se prepara para iniciar su división al duplicar los cromosomas que son filamentos dobles. Cada cromosoma se encuentra constituido por dos cromátidas (las cromátidas corresponden a una larga cadena de ADN) que se mantienen unidas por un estrangulamiento conocido como centrómero.

La mitosis es el proceso de división celular en el cual una célula da origen a dos células hijas idénticas a la célula madre. Este proceso de división consta de cuatro fases: Profase, Metafase, Anafase y Telofase.

- **PROFASE:** Los cromosomas duplicados en la interfase se acortan asemejándose a bastones. Desaparece la membrana nuclear y los centriolos que también han sido duplicados se alejan, quedando separados y en igual número en cada extremo de la célula. El huso acromático comienza a parecer entre los dos centriolos que se han separado.
- **METAFASE:** Inicia con la ubicación de los cromosomas en el plano ecuatorial de la célula, que a su vez se unen al huso acromático por el centrómero.
- **ANAFASE:** Se divide longitudinalmente el centrómero y cada cromatida se separa y, unida por su centrómero al huso acromático migran al polo respectivo de la célula. La anafase constituye la fase crucial de la mitosis, porque en ella se realiza la distribución de las dos copias de la información genética original.
- **TELOFASE:** Se reconstruye la membrana nuclear, alrededor de cada conjunto cromosómico, lo cual definirá los nuevos núcleos hijos (cariocinesis), el citoplasma también completa su división (citocinesis). Al final se obtienen dos células hijas con igual dotación de cromosomas y de citoplasma.

Otro tipo de división celular se da por meiosis, en la que se producen cuatro células hijas llamadas gametos, los cuales poseen la mitad de la información genética (haploides) que contiene la célula madre, pero al fusionarse dos de ellas se completa la información para el desarrollo de las características estructurales y funcionales del organismo al cual han de dar origen. La meiosis permite la reducción del número de cromosomas por medio de dos divisiones meióticas sucesivas:

➤ **Meiosis I:** Se estudia desde cuatro fases conocidas como: Profase I, Metafase I, Anafase I y Telofase I:

- Profase I: los cromosomas homólogos se aparean formando los cromosomas bivalentes, luego intercambian material genético en lo que se conoce como entrecruzamiento, el cual es de gran importancia en la evolución y variación genética de las especies que se reproducen sexualmente.
- Metafase I: los cromosomas bivalentes se ubican en el plano ecuatorial de la célula y dirige sus centrómeros hacia cada uno de los polos.
- Anafase I: se separan los cromosomas homólogos dirigiéndose cada uno a un polo celular correspondiente.
- Telofase I: es ella se completa la primera división meiotica dando como resultado dos células hijas haploides, con 23 cromosomas cada una. La telofase I es seguida por la meiosis II.

- **Meiosis II:** Las dos células hijas producto de la primera meiosis sufren la Profase II, Metafase II, Anafase II y Telofase II, fases con características similares a la mitosis de las cuales resultan dos células hijas por cada célula madre para un total de cuatro células haploides.

La meiosis presenta grandes diferencias según se trate del varón o de la hembra, sus células resultantes son denominadas espermatozoides en los varones y en las hembras óvulos; cada célula con 23 cromosomas en el ser humano, por consiguiente al producirse la fecundación el cigoto queda conformado por 46 cromosomas, característicos de la especie humana.

### **2.6.3 Los ácidos nucleicos**

Son moléculas constituidas en forma de cadenas largas de nucleótidos; los cuales, a su vez están conformados por la unión de pentosas (azúcar), fosfatos y bases nitrogenadas; su función es almacenar y transmitir información genética, así como controlar la realización de funciones estructurales.

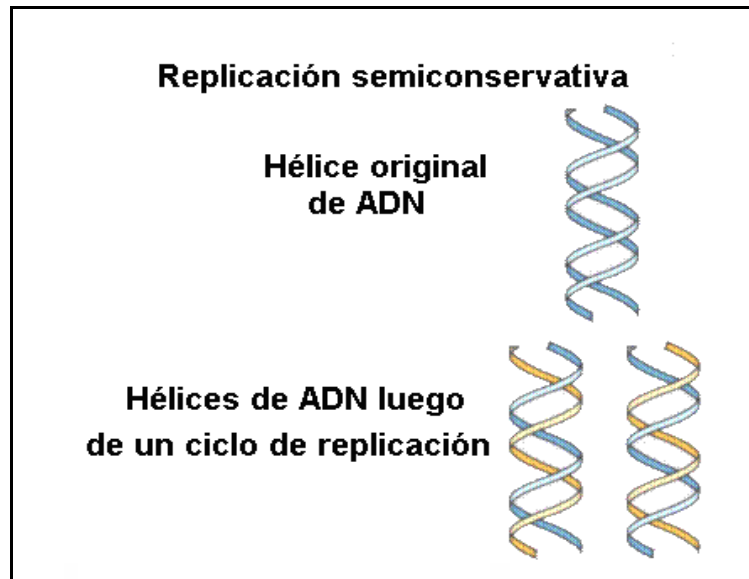
Existen dos clases de ácidos nucleicos en las células de los organismos vivos; Acido desoxirribonucleico (ADN) y Acido ribonucleico (ARN).

#### **2.6.3.1 Acido desoxirribonucleico (ADN)**

El ADN se encuentra ubicado en el núcleo celular y contiene codificada la información genética que se transmite de padres a hijos,

La molécula de ADN contiene el azúcar desoxirribosa, que unido a un fosfato y una base nitrogenada conforma un nucleótido; la unión de varios nucleótidos a su vez forma una de las hebras del ADN, la segunda hebra es complementaria de la primera debido a los puentes de hidrógeno que se establecen entre las bases nitrogenadas que se encuentran en cada una de las hebras del ADN: adenina (A) que se complementa con la timina (T) y la guanina (G) se complementa con citosina (C).

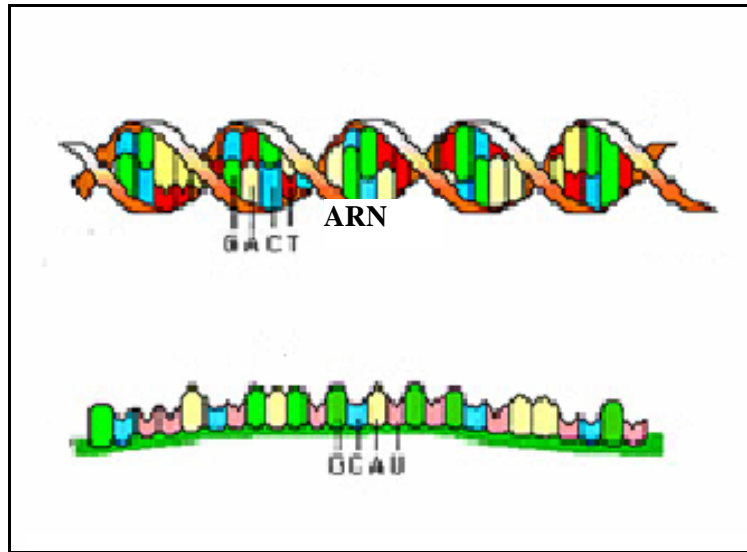
El ADN tiene la propiedad de autoduplicarse, Watson y Crick en 1953, formulan una propuesta para explicar como se da la autoduplicación (duplicación) del ADN; señalan que este proceso inicia con la separación de las dos hebras que lo conforman, por acción de la enzima ADN polimerasa, la cual ingresa y empieza a actuar en cualquier lugar de la cadena. Al estar separadas las hebras sirven de molde para la formación de nuevas hebras complementarias con los nucleótidos que se encuentran sueltos forman dos nuevas cadenas de ADN, cada una contiene una hebra de la cadena original y una nueva hebra complementaria de la vieja; este proceso se conoce como replicación semiconservativa (ver grafica 1)



**Grafica 1.** Duplicación semiconservativa de ADN.

Tomada de: <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/adntema1.htm>

El código genético contenido en el ADN, se transcribe en el núcleo celular para formar el ARNm (ver gráfica 2) molécula organizada en codones (ver grafica 3) los cuales corresponden a grupos de tres nucleótidos o también llamados tripletas.



**Gráfica 2.** Fragmento de ADN y ARN.

Tomada de: <http://www.ehu.es/biomoleculas/AN/an4-4.htm>

### 2.6.3.2 Acido ribonucleico (ARN)

El ARN es una molécula polinucleotídica de una sola cadena, los nucleótidos que la componen están conformados a su vez por el azúcar ribosa, fosfato y bases nitrogenadas que son del tipo guanina (G) que se une con citosina (C) y adenina (A) con uracilo (U) en reemplazo de timina (T).

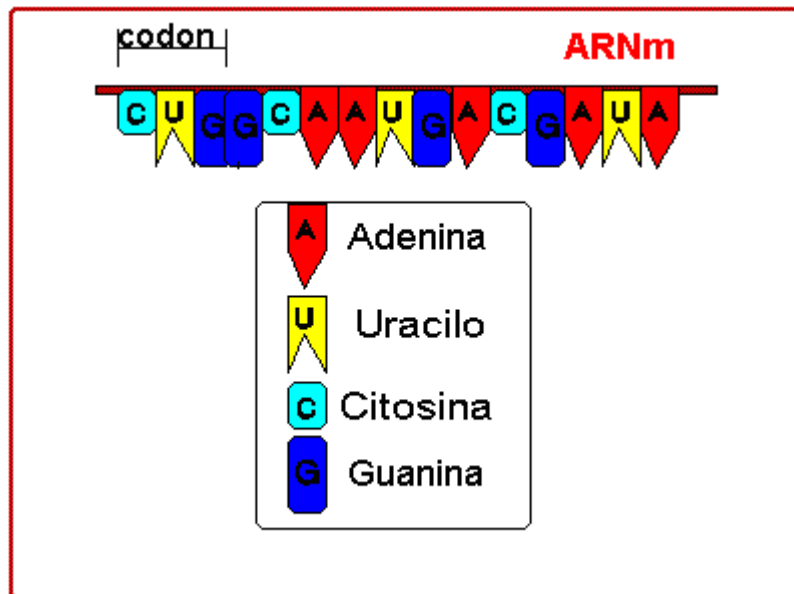
La función del ARN es decodificar la información presente en una de las hebras de la cadena de ADN para sintetizar las proteínas es así que actúa como mensajero, transportando la información del ADN hacia el citoplasma, donde tiene lugar la síntesis de proteínas.

Existen tres tipos de ARN: *a.* ARNm (mensajero) es el encargado de llevar la información contenida en el ADN al citoplasma para realizar la síntesis de proteínas; *b.* ARNt (transferencia) se encuentra en el citoplasma y es el que contiene los aminoácidos; unidades formadoras de las proteínas y *c.* ARNr (ribosómico) conforma la mayoría de las partículas citoplasmáticas denominadas ribosoma, lugar donde culmina la síntesis de proteínas. Con la transcripción del ADN en ARNm se inicia la síntesis de proteínas como se describe a continuación.

#### **2.6.4 Síntesis de proteínas**

Este proceso inicia en el núcleo celular con la transcripción del código genético que se encuentra en el ADN. Las hebras de la cadena de ADN son separadas por la enzima ARN polimerasa, quien al azar utiliza de molde cualquiera de estas hebras para dar inicio a la formación de la cadena de ARNm de forma complementaria al orden de bases de la hebra de ADN que le da origen, teniendo en cuenta que en el ARN se presenta la sustitución de las bases T (timina) por U (uracilo).

Al formarse el ARNm de una de las hebras de ADN, el ARNm sale y se dirige al citoplasma mientras que las dos hebras del ADN vuelven a cerrarse al unirse las bases de cada hebra con ayuda de los puentes de hidrogeno que se establecen, y que son los que permiten que las dos hebras del ADN se unan para conformar una cadena doble.



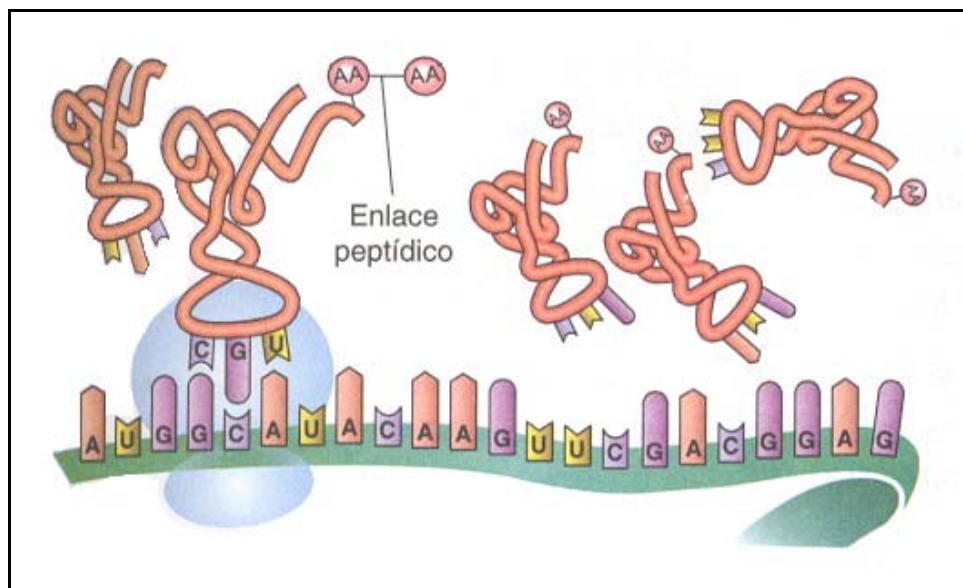
**Gráfica 3.** ARNm producto de la transcripción.

Tomada de: <http://www.arrakis.es/~lluengo/biologia.html>

Al llegar al citoplasma el mensaje codificado en los codones del ARNm, se ubica entre las dos subunidades que conforman al ribosoma (ARNr), donde para cada codón se encuentra un anticodón (tripleta de nucleótidos complementaria) portado por el ARNt, quien a su vez transporta aminoácidos (los aminoácidos son los constituyentes de las proteínas, el orden en que se ubica cada uno de los 20 aminoácidos existentes define la función y estructura para cada una de las proteínas)

El ARNt activa los aminoácidos que van a ser usados de acuerdo con las especificaciones a la ubicación de los codones del ARNm, al llegar al ribosoma el codón del ARNm con su respectivo anticodon del ARNt que contiene a su vez un

aminoácido específico, los ribosomas comienzan a desplazarse a lo largo de la cadena de ARNm, traduciendo uno a uno la información del codón y el anticodón, formando al tiempo largas cadenas de aminoácidos que quedan de las tripletas leídas. La cadena formada por varios aminoácidos o polipeptídica, es la que da lugar a las proteínas (ver grafica 4). Después de realizada esta lectura, se desprende la nueva molécula de proteína y el ARNm queda dispuesto para volver a ser leído.



**Grafica 4.** Síntesis de proteínas.

Tomada de: BIGGS, Alton y otros. Biología. La dinámica de la vida. México: Mc Graw Hill, 2000. p 323

La proteína formada en el proceso de traducción es la resultante de la información genética que se encontraba codificada en el ADN, las proteínas de acuerdo a sus

variaciones en su composición tienen funciones a nivel estructural, metabólico, biológico, entre otras.

La información genética sintetizada en ciertas proteínas puede expresarse de forma fenotípica o genotípica, al hablar de información fenotípica se hace referencia a las características que son visibles en el ser humano y que han sido heredadas de sus padres, como el color de ojos, cabello, piel, etc; mientras que las características genotípicas son aquellas que se refieren a la constitución genética.

La cadena de aminoácidos (proteína) resultante, es la encargada de manifestar la característica específica para la cual es formada.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este proyecto se desarrolla desde la perspectiva de aprendizaje de conceptos, corresponde a un trabajo de Investigación en el aula fundamentado en la Investigación Acción Participativa (IAP) “como actividad integrada que combina la investigación social, el trabajo educativo y la acción”<sup>29</sup>, permite al investigador participar en la solución del problema a investigar. “Según Carr Wilfred los objetivos de la IAP son mejorar e interesar, es decir, estar dispuesto al cambio en el acto pedagógico dentro de la realidad o contexto determinado”<sup>30</sup>; con ello se busca que el proceso investigativo sea gestor de cambios respecto a realidades educativas en las cuales los sujetos y el investigador son entes activos en la identificación del problema y su resolución.

##### **3.1.1 Técnicas cualitativas de Investigación Acción Participativa**

---

<sup>29</sup> FORERO B, Clara Maria. El maestro como investigador de su propia practica pedagógica a partir del modelo etnográfico y de investigación participativa. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia. 1994. p 13

<sup>30</sup> *Ibíd.* p. 13.

Las técnicas empleadas en esta investigación son la recopilación de documentos y el diario de campo.

- **Recopilación de documentos**

Para la construcción y aplicación de la propuesta es fundamental partir del reconocimiento de las ideas alternativas que posee el educando, sobre los conceptos a construir, para lo cual se elaboran instrumentos que permiten recopilar registros impresos con los cuales se busca identificarlos. Siendo además instrumentos de carácter evaluativo durante la ejecución de la misma, en cuanto se convierten en herramientas para el mejoramiento de la propuesta durante cada una de las actividades.

- **Diario de campo**

También se lleva el diario de campo, donde se registran las diferentes situaciones que se presentan durante el desarrollo de las actividades relacionadas directa o indirectamente con la construcción y aplicación de la propuesta; estos registros permiten dar cuenta del proceso y aportan elementos para su retroalimentación.

### **3.2 HIPÓTESIS**

La aplicación de la V heurística como estrategia didáctica para la enseñanza de los conceptos de genética molecular, contribuye al aprendizaje significativo en estudiantes de 8º y 9º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta y al mismo tiempo los aproxima al conocimiento como científicos naturales.

### **3.3 POBLACIÓN**

La población de estudio esta conformada por 80 estudiantes de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta, cuyas edades oscilan entre 12 y 15 años, quienes cursan noveno y octavo grado de Educación Básica Secundaria.

Los estudiantes de 8º se encuentran próximos a culminar el año académico, es el grupo más adelantado de los tres octavos con los que cuenta la institución, por tanto se consideran aptos para aplicar en ellos la propuesta.

También se cuenta con una muestra del 20% de los estudiantes de 10º y 11º de la institución, grupo con el cual se aplicara un instrumento con el que se pretende averiguar la apropiación conceptual sobre genética.

### **3.4 FASES DE LA PROPUESTA**

La propuesta se desarrolla en tres fases denominadas caracterización, diseño y aplicación y evaluación.

En la fase de caracterización se realiza la recolección de información de la institución en cuanto a los procesos que desarrolla, la coherencia con la parte legal y procedimental; además del reconocimiento de los estudiantes de 8º, 9º, 10º, 11º y de las ideas alternativas y la apropiación de conceptos sobre los niveles de organización del cuerpo humano y la transmisión de las características hereditarias.

En la fase de diseño y aplicación de la propuesta se tiene en cuenta la información obtenida en la anterior fase para la incorporación de la V heurística como estrategia didáctica de aprendizaje y evaluación constante, con miras a favorecer el aprendizaje significativo.

La fase de evaluación corresponde a un proceso continuo que acompaña a cada una de las actividades, es decir se evalúa el proceso para oportunamente formular correctivos y logros.

### **3.5 DISEÑO Y APLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN EL GRADO 9º**

Las tres fases de la propuesta para el grado 9º se desarrollan a través de una serie de actividades organizadas en un cronograma, ver cuadro 3.

### **3.5.1 Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.**

Esta propuesta inicia con el reconocimiento de las ideas que los estudiantes de 9º y los estudiantes de 10º y 11º poseen sobre los conceptos de genética; para lo cual se diseña y aplica un instrumento de seis preguntas abiertas (ver anexo 1).

Se trabaja con todos los estudiantes de 9-02 (quienes de acuerdo con el plan de área, aún no han abordado los conceptos de genética) y una muestra tomada al azar, de los grados 10º y 11º (quienes lo abordaron uno y dos años atrás respectivamente), la cual corresponde al 20% de cada grupo, con el fin de identificar el estado de apropiación de conceptos.

**Cuadro 3:** Cronograma de actividades en 9º

Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Reconocer la ideas alternativas en los estudiantes de 9º y la apropiación de conceptos de genética en los grados 10º y 11º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta.	Aplicación de instrumento diagnóstico a estudiantes de 9º, 10º y 11º.
2	Reconocimiento de la célula como elemento clave para el estudio de la genética.	Aplicación de instrumento
Fase nº 2: Diseño y aplicación de la propuesta		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Reconocer la importancia de la célula en la reproducción de los seres vivos.	Lectura: "La división celular"
2	Resaltar la importancia de la V heurística como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.	Representación de la mitosis y meiosis por medio de lapiceros y círculos de papel.
3	Reconocer los ácidos nucleicos y sus funciones en los seres vivos.	Construcción de la V h
4	Representar el proceso de duplicación del ADN.	Dinámica: representación de la duplicación del ADN con camisetas de diferentes colores.
5	Comprender el proceso de la transcripción del ADN.	Representar gráficamente el proceso de transcripción del ADN.
6	Comprender la importancia de la síntesis de proteínas para la producción de las diferentes proteínas que expresan las características que se heredan de padres a hijos.	Representar gráficamente el proceso de síntesis de proteínas
Fase nº 3: Evaluación de la propuesta		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Identificar la apropiación conceptual y metodológica desarrollada en esta propuesta.	Aplicación de instrumentos evaluativos

### Actividad nº 1: Categorización

El análisis de la información obtenida se realiza a la luz de los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, la teoría molecular que sustenta los conceptos de genética y el conocimiento común; desde donde se establecen las categorías de análisis (ver cuadro 4).

En el cuadro se consignan las seis preguntas y en cada una se especifican las categorías de análisis, con las respectivas frecuencias “*f*” (número de “sujetos” que se ubican en ella) y porcentajes “%”, para la población de grado 9º y la muestra de 10º y 11º. Algunas categorías son reiterativas, es decir aparecen en más de una pregunta, a continuación se describe cada una de ellas:

- Parental: hace referencia a las respuestas donde asocian su parecido al papá, mamá o a los dos.
- Familiar: son aquellas respuestas en las que relacionan su parentesco a otros familiares como tíos, primos, hermanos y abuelos.
- Rasgos físicos: se refiere a todos los aspectos físicos, que son percibidos por los sentidos como: estatura, contextura, color de cabello, de ojos, de piel, entre otros.
- Comportamiento: se refiere a una serie de aspectos de orden comunicativo, afectivo, intelectual y de valores.
- Social: hace alusión a relaciones interpersonales, costumbres, creencias, que son parte de un saber popular.

- Términos genéticos: en esta categoría se encuentran todas aquellas respuestas dadas con palabras asociadas a genética, sin embargo carece de sentido en el contexto que las utilizan.
- Parento-familiar: cuando las respuestas se refieren tanto a la relación padres-hijo, como a otros familiares.
- Ambiental: hace referencia a la influencia del medio en el que se desenvuelve el individuo, ya sea a nivel comportamental o físico.
- Creacionista: se asigna a la transmisión de caracteres hereditarios al orden divino.
- Destino: incluye respuestas que señalan el parentesco como algo que se da por azar, sin existir una explicación lógica para tal suceso.
- Parentesco: esta categoría comprende aquellas respuestas en donde se hace alusión a los caracteres hereditarios como aspectos que se encuentran dentro del grupo familiar (papás, tíos, hermanos y abuelos).
- Estructural: son respuestas que se refieren a la composición del cuerpo, como las células sanguíneas,
- Funcional: se refiere a procesos fisiológicos como la fecundación.
- No sabe: desconocimiento de la respuesta a la pregunta formulada.
- Factores genéticos: corresponde a aquellas respuestas en donde se mencionan términos de genética relacionados con la determinación del sexo.
- Ideas alternativas: se refiere a términos que manejan los estudiantes sobre las características que determinan el sexo en el ser humano, originadas de

su experiencia, las cuales no muestran claridad conceptual, como: genes, hormonas,

- Órganular: son los registros en donde se señalan los órganos genitales como los determinantes de la diferenciación entre la existencia del ser hombre o mujer.

Se detecta el reconocimiento de la transmisión de los caracteres hereditarios de padres a hijos, con mayor énfasis en los rasgos físicos en los estudiantes de grado 9º y 10º y en lo comportamental por los de grado 11º. Al preguntar por la razón del parecido, sorprende que en elevado porcentaje de quienes ya abordaron el estudio de la genética no logran asociarlos con ellas y sí el 44% de los estudiantes de 9º, lo hacen con términos de genética pero de manera incoherente; puede ser debido a la expectativa que genera el conocimiento de la programación a desarrollar.

Es de resaltar que un elevado porcentaje de la población asigna a los factores genéticos, la determinación del sexo en el ser humano es probable que el nivel de desarrollo biológico por el cual atraviesan, este influyendo en la apropiación de estos conceptos.

**Cuadro 4:** Resultados del instrumento diagnostico aplicado a 9º, 10º y 11º

PREGUNTA	CATEGORÍAS	9º		10º		11º	
		F	%	F	%	f	%
1 ¿A quién me parezco más?	Parental, papá y/o mamá	33	82.5	28	87.5	28	80
	Familiar	7	17.5	4	12.5	7	20
	<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>100</b>
2 ¿En qué me parezco a esa persona?	Rasgos físicos	37	64	28	54.9	28	45.16
	Comportamental	19	33.3	23	45.1	34	54.84
	Social	1	2.7				
	<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>51</b>	<b>100</b>	<b>62</b>	<b>100</b>
3 ¿Por qué me parezco más a esa persona?	Rasgos físicos	8	17.02	12	34.28	6	15.38
	Términos genéticos	21	44.68	10	28.5	14	35.89
	Comportamental	8	17.02	4	11.42	6	15.38
	Parento-familiar	10	21.27	9	25.7	11	28.2
	Ambiental					1	2.56
	Creacionista					1	2.56
	Destino			2	5.71		
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>35</b>	<b>100</b>	<b>39</b>		
4 ¿Qué entiende por características hereditarias?	Rasgos físicos	10	38.46	20	57.14	6	18.18
	Términos genéticos	22	84.61	12	34.28	17	51.5
	Comportamental	1	3.84	2	5.71	5	15.15
	Social	1	3.84	1	2.85		
	Parentesco					2	6.06
	Estructural	1	3.84			1	3.03
	Funcional					2	6.06
	No sabe	1	3.84				
	<b>TOTAL</b>	<b>26</b>		<b>35</b>		<b>33</b>	
5 ¿Cómo se transmiten las características hereditarias en los seres vivos?	Rasgos físicos					1	2
	Términos genéticos	27	56.25	23	62.1	36	72
	Comportamental	3	6.25	1	2.7		
	Social					6	12
	Estructural	3	6.25	4	10.8	1	2
	Funcional	13	27.08	9	24.3	5	10
	No sabe	2	4.16				
	<b>TOTAL</b>	<b>48</b>		<b>37</b>		<b>50</b>	
6 ¿Qué determina que unos seres humanos sean hombres y otros sean mujeres?	Rasgos físicos	5	12.1				
	Factores genéticos	30	73.17	16	57.14	24	63.15
	Ideas alternativas	2	4.87	8	28.57	12	31.57
	Comportamental					1	2.63
	Funcional			2	7.14		
	Organular			2	7.14		
	Ambiental	1	2.43			1	2.63
	Creacionista	1	2.43				
	No sabe	2	4.87				
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>		<b>28</b>		<b>38</b>		

Las respuestas dadas por los estudiantes del grado 9º manifiestan la presencia de ideas alternativas sobre genética, en cuanto a los factores que intervienen en la transmisión de las características hereditarias en el ser humano, influenciados

por aspectos físicos (empíricos), sociales y la falta de claridad conceptual. De estos resultados deriva la necesidad de generar una estrategia que permita el aprendizaje significativo de conceptos sobre el proceso de transmisión de características hereditarias en el ser humano.

Al analizar los resultados obtenidos con los grados 10º y 11º y compararlos con 9º, no se encuentran diferencias significativas, pues no se evidencia la transformación de las ideas alternativas respecto a la transmisión de caracteres hereditarios en los seres vivos. Es notable el bajo desempeño de los educandos al interpretar y explicar cada ítem del instrumento.

### **Actividad nº 2: Reconocimiento de la célula como elemento clave para el estudio de la genética en 9º.**

El conocimiento de la estructura, organización y función de la célula es clave para el estudio de la genética y en el instrumento aplicado, solo un bajo porcentaje de estudiantes la reconoce como tal; en este sentido se elabora un instrumento en dos versiones (a y b), en uno de ellos la célula representada es un glóbulo rojo y en el otro una neurona, el estudiante debe identificar las imágenes desde la estructura de menor nivel de organización (la célula), hasta la más compleja (el ser humano) (ver anexo 2.1 y 2.2); de esta manera se busca evidenciar el reconocimiento de los diferentes niveles de organización, partiendo del celular,

pasando al tisular, el organular, el sistémico y por último el organismo pluricelular, en este caso el ser humano.

El análisis de los desempeños alcanzados en los resultados se realiza en forma cualitativa al establecer categorías de análisis y cuantitativa al trabajar con frecuencias y porcentajes (ver cuadro 5.1 y 5.2) en el cuadro se encuentran las respuestas dadas por los estudiantes teniendo en cuenta que en un instrumento se hallaba mas de una o ninguna respuesta.

Las categorías para este instrumento se establecen según el ítem formulado y los resultados obtenidos en cada una de ellas, como se describe a continuación:

La primera pregunta permite identificar las concepciones de los estudiantes sobre la célula, quienes en más de un 60% las conciben como la unidad estructural de los organismos. De las respuestas analizadas derivan tres categorías:

- Organización ascendente: hace referencia a aquellos registros en donde se observa una organización de las imágenes presentadas, de menor a mayor nivel de complejidad.

**Cuadro 5 (5.1 y 5.2):** Resultados del instrumento de apropiación de conceptos sobre la célula aplicado en 9º.

**Cuadro 5.1: (a) Glóbulo rojo**

<b>PREGUNTA</b>	<b>CATEGORIAS</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<p><b>1</b> <i>Ordenar las imágenes que observa, desde la que parece la organización más sencilla hasta la más compleja; para lo cual debe escribir el nombre en el espacio que hay sobre la letra que encuentra en la escala de la A a la E.</i></p>	Organización ascendente	9	50
	Organización descendente	3	16.66
	Organización al azar	6	33.33
	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100</b>
<p><b>2</b> <i>¿Qué tuvo en cuenta al elegir la imagen que ocupa el puesto A?</i></p>	Tamaño	12	57.14
	Estructura	9	42.85
	<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	
<p><b>3</b> <i>¿De las anteriores imágenes cuál se podría identificar como una célula?</i></p>	Celular	10	58.82
	Tisular	5	29.41
	Dual	2	11.76
	<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100</b>
<p><b>4</b> <i>¿Qué funciones cumplen las células?</i></p>	Estructural	8	34.78
	Funcional	15	65.21
	<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100</b>
<p><b>5</b> <i>Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.</i></p>	Trazo	1	5.55
	Estructura general	2	11.11
	Estructura detallada	10	83.33
	No identifica:	<b>5</b>	<b>22.22</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100</b>

**Cuadro 5.2: (b) Neurona**

<b>PREGUNTA</b>	<b>CATEGORÍAS</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
<p><b>1</b></p> <p><i>Ordenar las imágenes que observa, desde la que parece la organización más sencilla hasta la más compleja; para lo cual debe escribir el nombre en el espacio que hay sobre la letra que encuentra en la escala de la A a la E.</i></p>	Organización ascendente	12	60
	Organización descendente	1	5
	Organización al azar	7	35
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<p><b>2</b></p> <p><i>¿Qué tuvo en cuenta al elegir la imagen que ocupa el puesto A?</i></p>	Tamaño	11	37.93
	Estructura	18	62.06
	<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>100</b>
<p><b>3</b></p> <p><i>¿De las anteriores imágenes cuál se podría identificar como una célula?</i></p>	Celular	16	80
	Tisular	1	5
	Dual	3	15
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>
<p><b>4</b></p> <p><i>¿Qué funciones cumplen las células?</i></p>	Estructural	7	31.81
	Funcional	9	40.90
	No sabe	6	27.27
	<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100</b>
<p><b>5</b></p> <p><i>Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.</i></p>	Estructura general	3	5
	Estructura detallada	11	95
	No identifica	6	35
	<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

- Organización descendente: son aquellas respuestas en las que se organizan las imágenes presentadas de mayor a menor nivel de complejidad.

- Organización al azar: esta categoría comprende aquellas respuestas donde no se tiene en cuenta un orden coherente, en cuanto al nivel de complejidad de las imágenes.

Con la segunda pregunta se pretende conocer las razones que le llevaron a ubicar una de las imágenes en el puesto (A), derivando dos categorías:

- Tamaño: hace referencia a todas aquellas respuestas en donde se establece la primera imagen atendiendo a su tamaño (la más pequeña) como la forma de organización más sencilla.
- Estructura: el criterio que se tiene en cuenta para la elección de la primera imagen es la forma que se asocia con la organización más sencilla.

Según los resultados, es evidente que los estudiantes reconocen la célula por su tamaño y estructura, más que por su funcionalidad.

La tercera pregunta se analiza a la luz de la relación que logran establecer entre las imágenes impresas y la representación mental de la célula, resultando tres categorías a saber:

- Celular: la imagen impresa seleccionada que representa un tipo de célula, ya sea la neurona o el glóbulo rojo (el reconocimiento de este se dificulta mas).

- Tisular: en esta categoría se encuentran las respuestas en donde se identifica la imagen de un tejido como la representación de una célula.
- Dual: cuando selecciona tanto la imagen de un tipo de célula como la del tejido con la representación de la célula.

Las respuestas a la pregunta por las funciones que cumplen las células permiten establecer dos categorías:

- Estructural: en ella se contemplan aquellos registros en los que se identifican aspectos relacionados con la forma, composición y estructura de la célula.
- Funcional: esta categoría describe algunas funciones que realiza la célula.

Independientemente del tipo de célula que se encuentra en el instrumento se les asigna funciones reproductoras, de almacenamiento y transporte de alimentos, transporte de mensajes entre otras y las funciones estructurales como la formación de tejidos; muy pocos indican no saber que funciones cumple la célula.

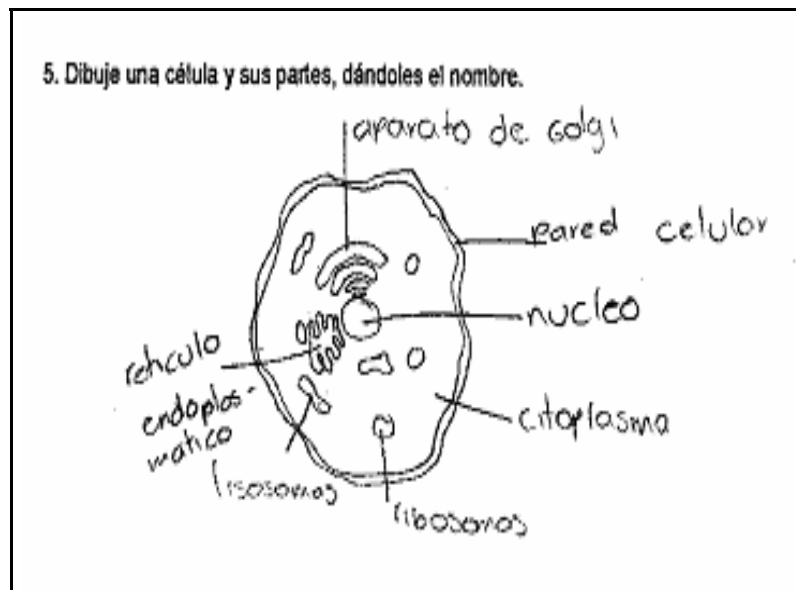
La representación gráfica que los estudiantes hacen de la célula se analiza desde cuatro categorías:

- Trazo: la célula se representa mediante un tenue registro gráfico.
- Estructura general: se dibuja la célula con sus partes fundamentales como: citoplasma, núcleo, nucleolo, membrana celular y/o pared celular.

- Estructura detallada: se grafica la célula con sus partes fundamentales algunos organelos citoplasmáticos como lo son el aparato de golgi, lisosomas, mitocondrias, retículo endoplasmático liso y rugoso, ribosomas y vacuolas.
- No identifica: son aquellos registros gráficos en los cuales no se representan correctamente las partes de la célula, identificándolas como: “centriologo”, confusión entre núcleo y nucleolo y microsoma; además de la inadecuada ubicación del centriolo y los cromosomas.

La figura 1 y anexo 3 registran 5 dibujos realizados por los estudiantes para representar la célula y sus partes y así responder la pregunta 6, estos dibujos pertenecen a cada una de las categorías establecidas en este numeral.

Luego de aplicar el instrumento nº 2, se socializan las preguntas y las respuestas dadas por los educandos; se elabora un escrito y de forma individual se formulan los interrogantes que surgen a partir de la actividad realizada, además se proponen procedimientos que favorezcan su comprensión. Los procedimientos y materiales sugeridos para la construcción de conocimiento en el cuadro 6 y los interrogantes se registran en el cuadro en el cuadro 7, los cuales manifiestan una inclinación de los educandos hacia la formulación de interrogantes memorísticos, lo cual hace evidente la necesidad de generar procesos significativos en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.



**Figura 1:** Dibujo realizado por Viviana Quintero de 9º pertenece a la categoría estructura detallada.

**Cuadro 6:** Procedimientos y materiales sugeridos por los estudiantes de 9º.

Procedimientos y materiales	f
Dinámicas	2
Juegos	2
Conversatorios	1
Videos	13
Consultas	5
Conclusiones	2
Exposiciones	3
Investigaciones	3
Estudiando	3
Prestando atención	1
Experimentos	1
Buenas explicaciones	2
Trabajos	1
Evaluaciones	1
Maquetas	1

**Cuadro 7.** Preguntas formuladas por los estudiantes de 9º.

PREGUNTA	F
----------	---

¿Qué función cumple la célula?	6
¿Qué es la célula?	5
¿Qué es el ADN?	5
¿Qué es el ARN?	5
¿En que consiste el ARN?	3
¿Qué son ribosomas?	3
¿Por qué esta formado mi cuerpo?	3
¿Qué son cromosomas?	2
¿Cómo esta formada la célula?	1
¿Qué funciones cumple la pared celular?	2
¿Para qué sirve el ADN y el ARN?	2
¿Qué clase de células se encuentran en el cuerpo humano?	1
¿Hay células animales y vegetales?	1
¿Qué forman las células?	1
¿De qué forma se transmite el ADN?	1
¿Cuál es y de qué se conforma la cadena de ADN?	1
¿Qué es genética?	1
¿Qué función cumplen los ribosomas?	1
¿Qué son mitocondrias?	1
¿Cómo puedo especificar el concepto general de célula?	1
¿Para que sirven las neuronas?	1
¿Gracias a qué heredamos algunas características de nuestros familiares?	1
¿Cuál es el procedimiento para saber el ADN?	1
¿De cuantas partes se constituye la célula?	1
¿Por qué fue creada la célula y para qué?	1
¿Cuál es la célula?	1
¿Cómo esta conformado mi cuerpo?	1
¿Qué órganos forman mi cuerpo?	1
¿Qué elemento importante hay en la célula y para qué?	1
¿La célula es un tema importante para nuestra vida actual?	1
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>

### 3.5.2 Fase nº 2: Diseño y aplicación de la propuesta

El diseño de la propuesta se plantea a partir de siete actividades con las cuales se pretende lograr un aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular, utilizando la V heurística como instrumento integrador de procesos metodológicos y conceptuales.

#### Actividad nº 1. Lectura: “División celular”

Esta actividad tiene como objetivo reconocer la importancia de la célula en la reproducción de los seres vivos. Como punto de partida se retoman los resultados del instrumento nº 2 y las preguntas formuladas por los estudiantes; se desarrolla en 2 sesiones de 2 horas, en una de ellas se inicia con la lectura “División celular” (ver anexo 4), de la cual se formula una serie de preguntas referentes al tema y se registran conceptos, como una forma de dar inicio al acercamiento de trabajo con la herramienta Vh; donde la elaboración de preguntas se constituye en eje articulador. En el cuadro 8 se consignan las preguntas y los conceptos

**Cuadro 8:** Preguntas y conceptos registrados por los estudiantes de 9º.

Preguntas formuladas	Conceptos Registrados
¿Cuál es el objetivo de la meiosis? ¿Qué es la división celular? ¿Cuántas fases tiene la meiosis? ¿Qué nombre recibe cada fase? ¿Qué diferencia hay entre mitosis y meiosis? ¿Qué importancia tiene la mitosis y la meiosis para el ser humano? ¿Qué es la división celular? ¿Para que sirve la mitosis y la meiosis para el ser humano? ¿Cuál es el resultado de la meiosis?	Eucariota Procariótica Mitosis Meiosis Cromatina División celular

### **Actividad nº 2. Representación de la mitosis y meiosis.**

Esta actividad tiene como objetivo resaltar la importancia de la Vh como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular, se

trabaja en grupos el reconocer las diferencias entre la mitosis y la meiosis, y representar los dos procesos por medio de lapiceros y círculos de papel.

Se inicia con la lectura: “Ciclo celular” (ver anexo 5) la cual se interpreta con el propósito de profundizar en los conceptos seleccionados en la actividad, seguidamente se les presenta la herramienta Vh como instrumento integrador de procesos metodológicos y conceptuales para la construcción de conocimiento, con esta herramienta se trabajara en todas las sesiones.

Se seleccionan dos de las preguntas formuladas por los estudiantes en la actividad anterior para trabajar con la Vh, estas son: ¿Qué importancia tiene la mitosis y la meiosis para el ser humano? y ¿Qué diferencias hay entre mitosis y meiosis?

Esta actividad permite que el educando construya la V heurística, destacando la importancia de la pregunta central como orientadora del proceso que conlleva al diseño de graficas que representan los dos procesos de división celular.

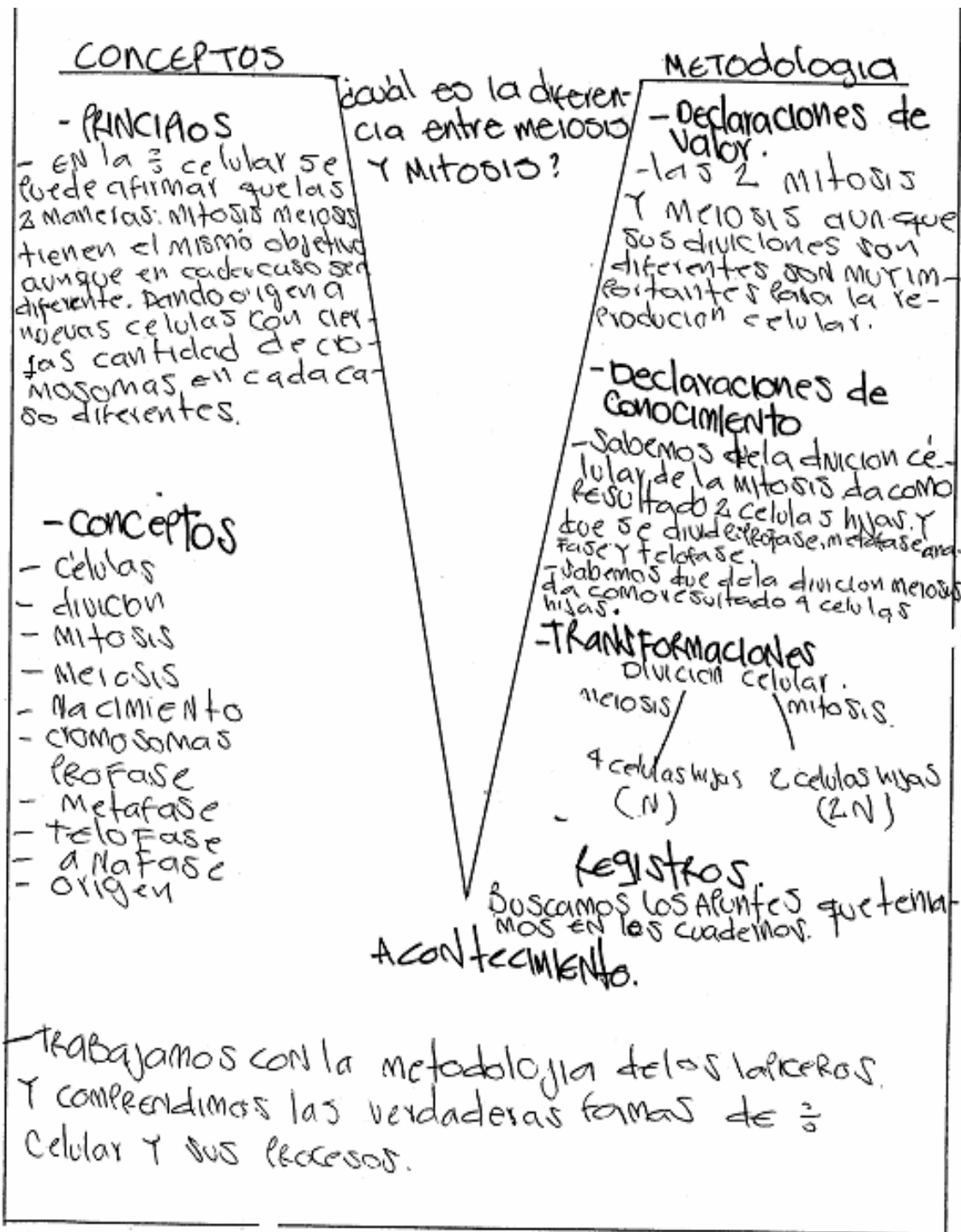
Los grupos de trabajo se constituyen días antes y los integran entre 4 o 5 estudiantes, quienes traen materiales (lapiceros y/o círculos de papel), realizan la lectura y representan el proceso que le correspondió de acuerdo con la pregunta asignada; y por último se registra el proceso y los resultados en la V h.

## **Análisis de la V heurística**

Las V heurísticas realizadas por los educandos (ver figura 2) reconocen la teoría o sustento conceptual, necesario para la resolución de la pregunta central; pero no se realiza una abstracción conceptual sobre las diferencias e importancia de la meiosis y la mitosis, por ende no alcanzan a ubicarse en el nivel 1 de competencias propuestas para la Vh ya que no se realiza una apropiación conceptual por parte de los educandos sobre estos conceptos indispensables para la comprensión de la transmisión de características hereditaria.

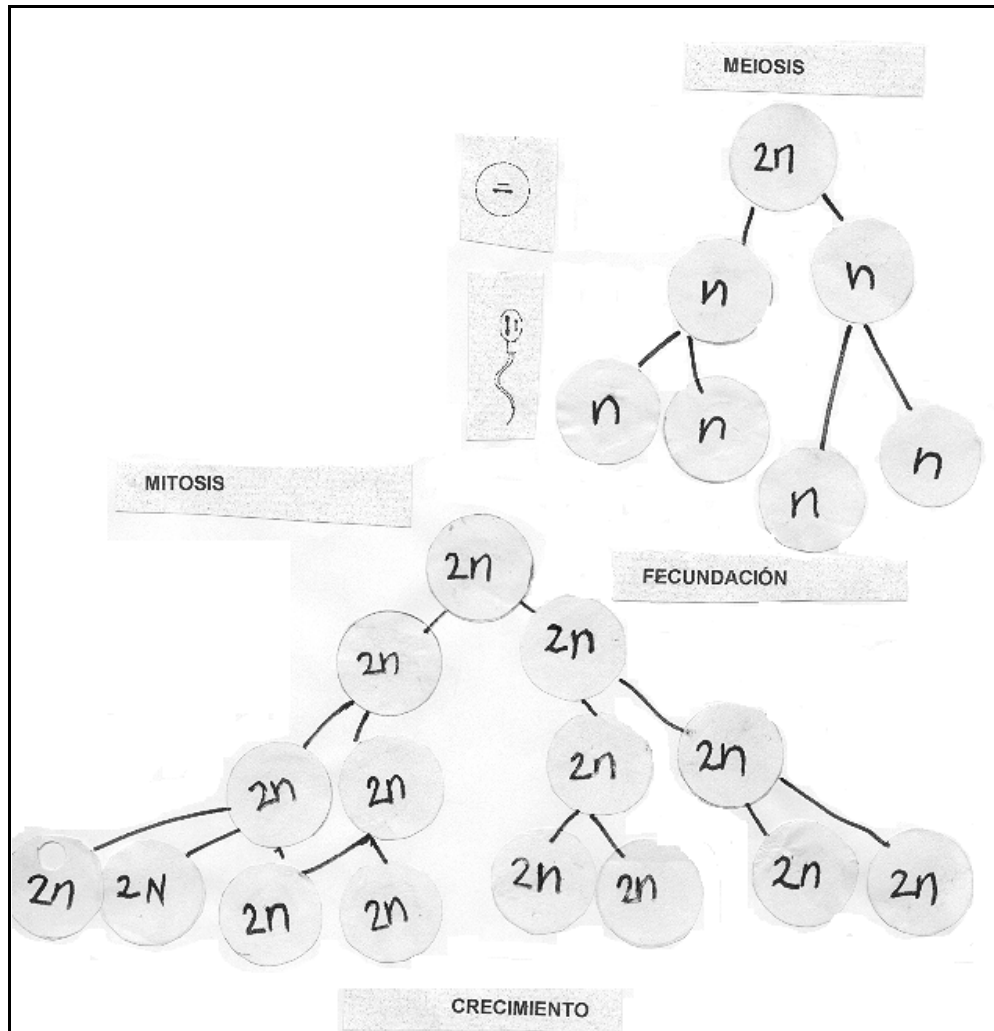
Durante el desarrollo de la actividad se presentó confusión al construir la herramienta, situación que conllevó al análisis y socialización de las dudas existentes, con el fin de establecer criterios.

**Figura 2:** V heurística sobre mitosis y meiosis elaborada por Viviana Quintero, Leydi Suárez y Ruth Rueda de 9º.



La V heurística construida por cada uno de los grupos fue revisada y devuelta con sugerencias, para luego socializar con todo el grupo, la representación, de la mitosis y la meiosis con círculos de papel (ver figura 3 y anexo 6) y construir la Vh

en el tablero. Los vacíos conceptuales y metodológicos detectados en la Vh son aclarados durante la sesión.



**Figura 3:** Representación de la mitosis y meiosis, grafica realizada por Lindsay Vásquez, Jesica Jerez, y Geidy Jaimez de 9º.

### Actividad nº 3. Construcción de la V heurística

Con esta actividad se pretende reconocer los ácidos nucleicos y sus funciones en los seres vivos, se trabaja de manera individual con el fin de determinar el grado de apropiación conceptual y la claridad en la construcción del instrumento, lo cual se realiza a partir del desarrollo de la lectura: “Los ácidos nucleicos” (ver anexo 7), en la cual se conceptualiza sobre qué son, dónde se encuentran y cuál es la función de los ácidos nucleicos, al interpretar y explicar el texto.

En esta ocasión se le pide al educando formular la pregunta central con base en la lectura, con la cual se da inicio a la elaboración de la V heurística, que por motivos de tiempo se termina de construir en la casa.

### **Análisis de la V heurística**

Se recogen 23 de 41 instrumentos que debían ser elaborados, las preguntas se agrupan en tres categorías denominadas: diferenciación, importancia y reconocimiento.

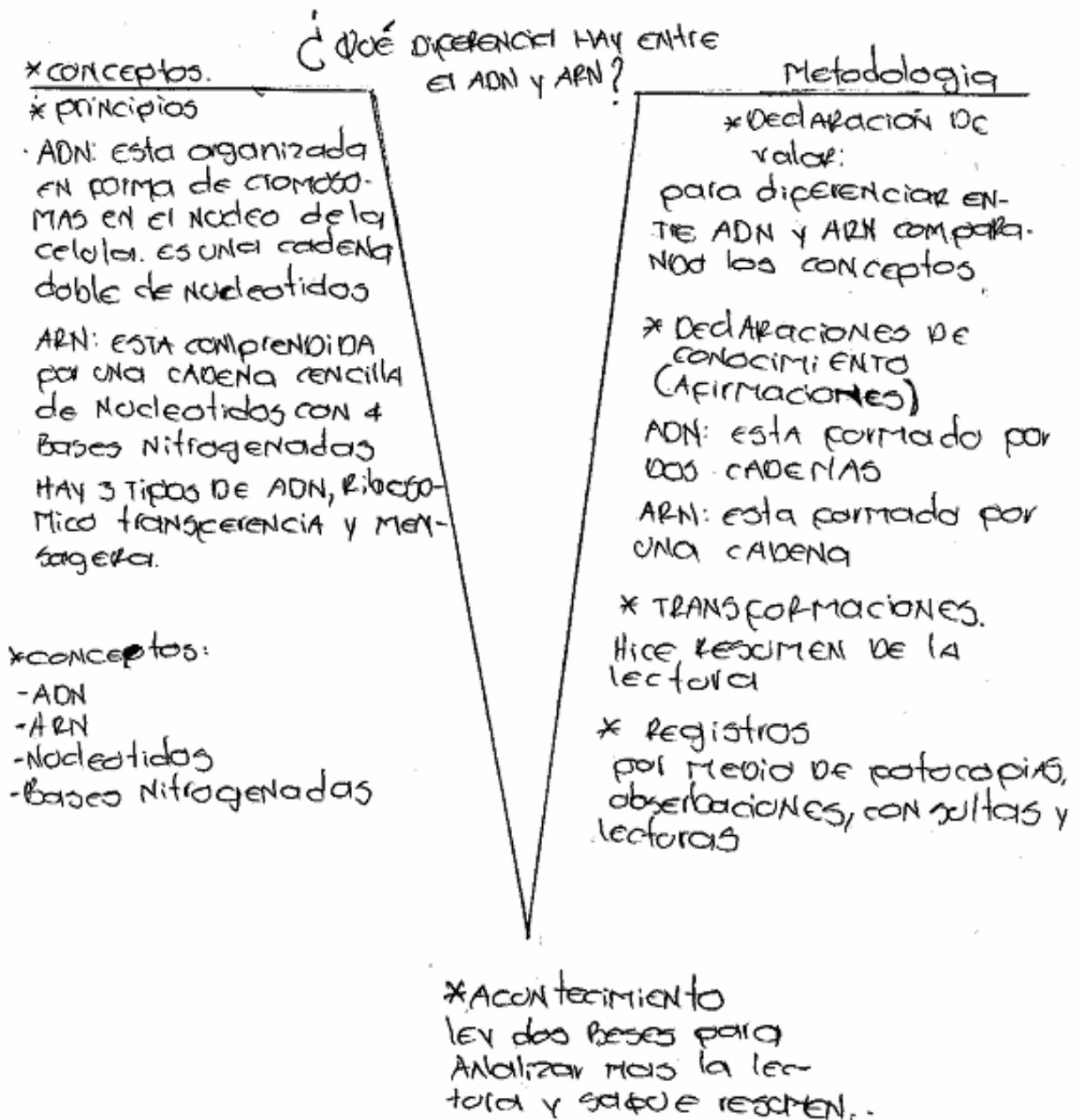
- Diferenciación: tienen que ver con los interrogantes que buscan identificar las diferencias entre los ácidos nucleicos.
- Importancia: hace referencia a las preguntas relacionadas con la importancia de los ácidos nucleicos en el ser humano.
- Reconocimiento: comprende los ítems formulados para reconocer los ácidos nucleicos. Los interrogantes representativos de cada categoría se registran en

el cuadro 9. a través de estos se identifica el interés de los educandos por contrastar y definir ¿Qué es el ADN y el ARN?

**Cuadro 9:** Ítems formulados por los estudiantes de 9º para la construcción de la V heurística sobre los ácidos nucleicos.

Categorías	Preguntas
Diferenciación	¿Qué diferencia hay entre ADN y ARN?
	¿Cuáles son las diferencias entre ADN y el ARN?
	¿Cuál es la diferencia entre ADN y ARN?
Importancia	¿Qué importancia tiene el ADN y para qué nos puede servir?
	¿Para qué nos sirve el ADN y el ARN?
Reconocimiento	¿Qué es el ADN y el ARN?
	¿Qué es el ARN?

La Vh. realizada por los estudiantes muestra un mayor grado de elaboración de la herramienta, en cuanto al acontecimiento, afirmaciones y registros; y en aspectos como transformaciones, principios y juicios de valor, se percibe un mayor grado de conceptualización, que permite demostrar la eficacia de la herramienta, puesto que los instrumentos se pueden ubicar en el nivel1 de competencias, ya que demuestran apropiación conceptual en cuanto a los ácidos nucleicos (ver figura 4).



**Figura 4:** V heurística sobre las diferencias entre los ácidos nucleicos elaborada por Edinson Castro de 9º.

#### **Actividad nº 4. Representación de la duplicación del ADN con camisas de diferentes colores.**

El proceso de duplicación del ADN se representa con los estudiantes, quienes portan camisas de diferentes colores que con anterioridad se les pide, la actividad inicia con la preparación de los participantes para la dinámica, ellos forman diferentes grupos según los colores y se tiene en cuenta las diferentes unidades que conforman la cadena de ADN; luego se realiza la lectura “Los ácidos nucleicos” (ver anexo 7) se forma una hebra de ADN con seis estudiantes, simulando la unión del fosfato, la pentosa (azúcar) y las bases con el cuerpo de los participantes; seguidamente se forma la hebra complementaria uniéndose las bases respectivas, para dar paso a la separación de las hebras con un estudiante que simula ser la enzima ADN polimerasa, hasta cumplirse la duplicación del fragmento de ADN.

Terminada la dinámica se prosigue al salón de clases donde con ayuda de acetatos que contienen imágenes de fragmentos de ADN y su duplicación, se formulan preguntas que ayudan a esclarecer las dudas surgidas a partir del proceso representado. A continuación por parejas se representa el proceso de duplicación con papeles de colores y pitillos; la pregunta central: ¿Cómo se duplica el ADN? formulada por los educandos al iniciar la sesión en el aula de clases, orienta la construcción de la Vh.

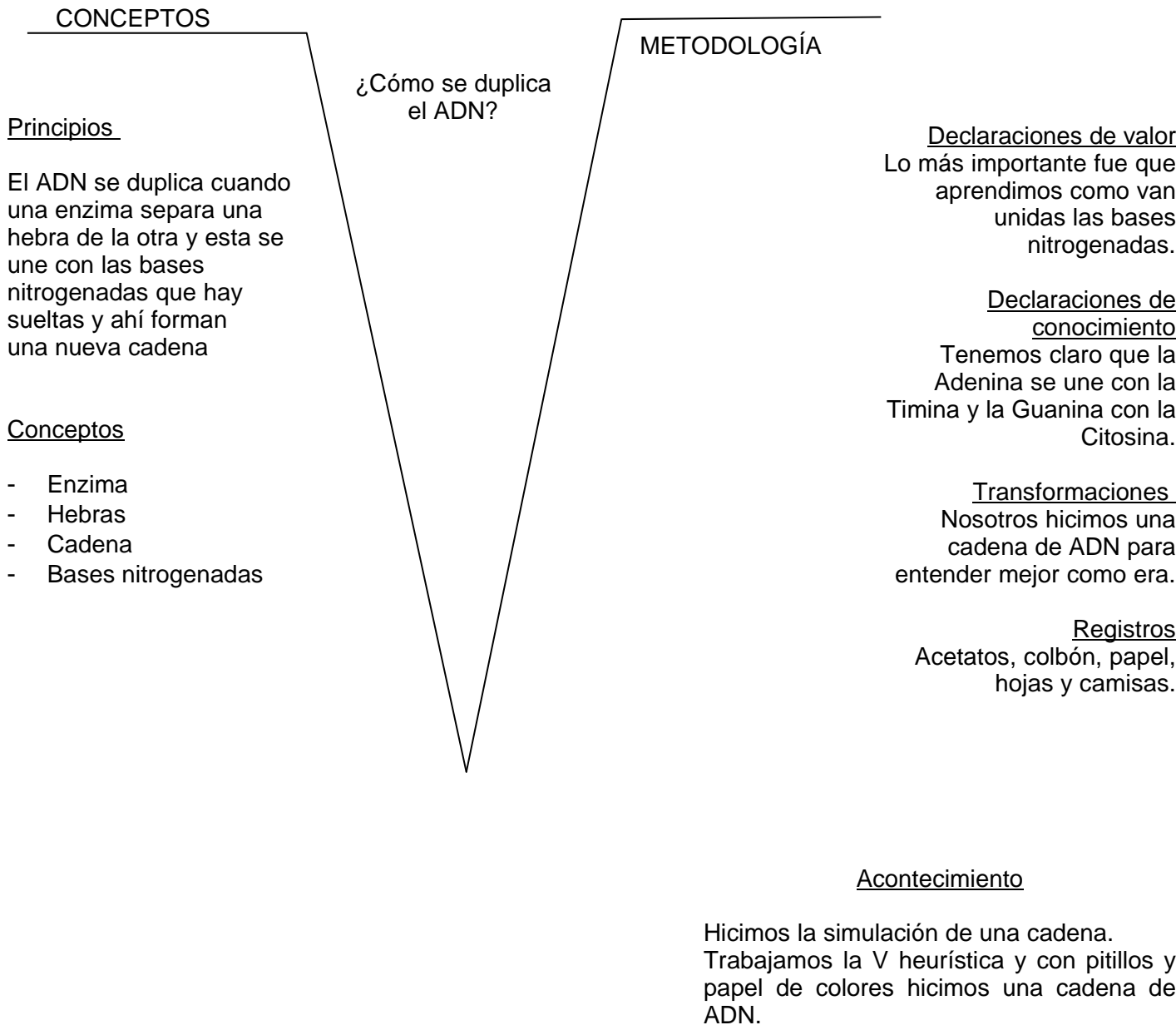
## **Análisis de la V heurística y la gráfica del proceso de duplicación del ADN**

Se recogen en total 18 Vh con sus respectivas graficas sobre el proceso de duplicación del ADN, en 5 de los instrumentos la pregunta central se cambia por: ¿Cómo se aplica el ADN? En la mayoría de las Vh se evidencia que la conceptualización se realiza en torno a la construcción del ADN y no la duplicación; en muy pocas Vh se nombra el proceso pero no identifican la enzima; por tanto las herramientas de esta actividad se ubican en el nivel 1 de competencias, ya que no se logra una apropiación conceptual.

En cuanto a las graficas muestran la relación entre diferentes bases nitrogenadas pero no representan el proceso de duplicación (ver anexo 8), al igual que la mayoría de Vh (ver figura 5).

Se presentan vacíos conceptuales, hay confusión al identificar las bases, el contenido y papel que cumple el ADN, además de la dificultad por trabajar con el instrumento, en toda su extensión, pues se dejan espacios en blanco y el desarrollo del aspecto metodológico es inadecuado (anexo 9).

A partir del análisis de las elaboraciones de los estudiantes, se establecen tres categorías de análisis (ver cuadro 8).



**Figura 5:** Transcripción de la V heurística elaborada por July Angélica Guevara y Mayerly López 9º.

**Cuadro 10:** Resultados de las gráficas del proceso de duplicación del ADN elaboradas por los estudiantes de 9º.

<b>Categorías</b>	<b>f</b>
Identifica bases y enzimas	3
Identifica bases	10
No identifica bases ni enzimas	5
<b>Total de dibujos:</b>	<b>18</b>

- Identifica bases: en esta categoría se encuentran los trabajos en que solo representan las bases nitrogenadas, sin incluir las enzimas y el proceso de duplicación.
- Identifica bases y enzimas: se consideran en esta categoría aquellos trabajos en que se grafican las bases nitrogenadas y la enzima ADN polimerasa correctamente, olvidando el proceso de duplicación.
- No identifica bases ni enzimas: comprende aquellos trabajos donde las gráficas no representan las moléculas formadoras del ácido nucleico.

Del cuadro anterior se puede deducir que los estudiantes no lograron representar en detalle el proceso de duplicación, lo cual evidencia dificultad para la conceptualización a pesar de haber realizado con ellos, una actividad representativa sobre este proceso, además de su socialización.

A partir de los resultados obtenidos se ofrece retroalimentación a cada grupo de trabajo con el propósito de aclarar dudas derivadas de las herramientas, en esta actividad solo participan siete grupos, con quienes se identifica dificultad para reconocer la enzima participante en el proceso, además de persistir la confusión al identificar y unir las bases nitrogenadas complementarias.

Se realiza una actividad con el objetivo de reforzar los conceptos de duplicación del ADN, en la cual se asesora a cada grupo sobre las dificultades presentadas en la herramienta Vh y la gráfica construida.

Se observa un cambio conceptual en los 7 trabajos analizados con los grupos que participaron, en relación con la búsqueda de la solución a la pregunta central de la Vh, se identifica la participación de una enzima que separa el fragmento de ADN y da como resultado dos nuevos fragmentos a los que denominan cadenas de ADN por lo cual se ubican en el nivel 2 de competencias, ya que Interpretan y aplican los conceptos sobre el proceso de duplicación del ADN, para dar solución al interrogante formulado. En el anexo 10 se evidencia la representación del proceso.

**Actividad nº 5. Representar el proceso de transcripción del ADN.**

Con el fin de reconocer la importancia de la transcripción del ADN, y establecer las diferencias entre este proceso y la duplicación, se retoma lo visto en la sesión anterior para luego representar en el tablero la transcripción de un fragmento de ADN; además se enfatiza en la importancia de las enzimas ADN y ARN polimerasa en los dos procesos. Las dudas que surgen sobre la dificultad para diferenciar la acción de la polimerasa en cada uno de los procesos se esclarecen.

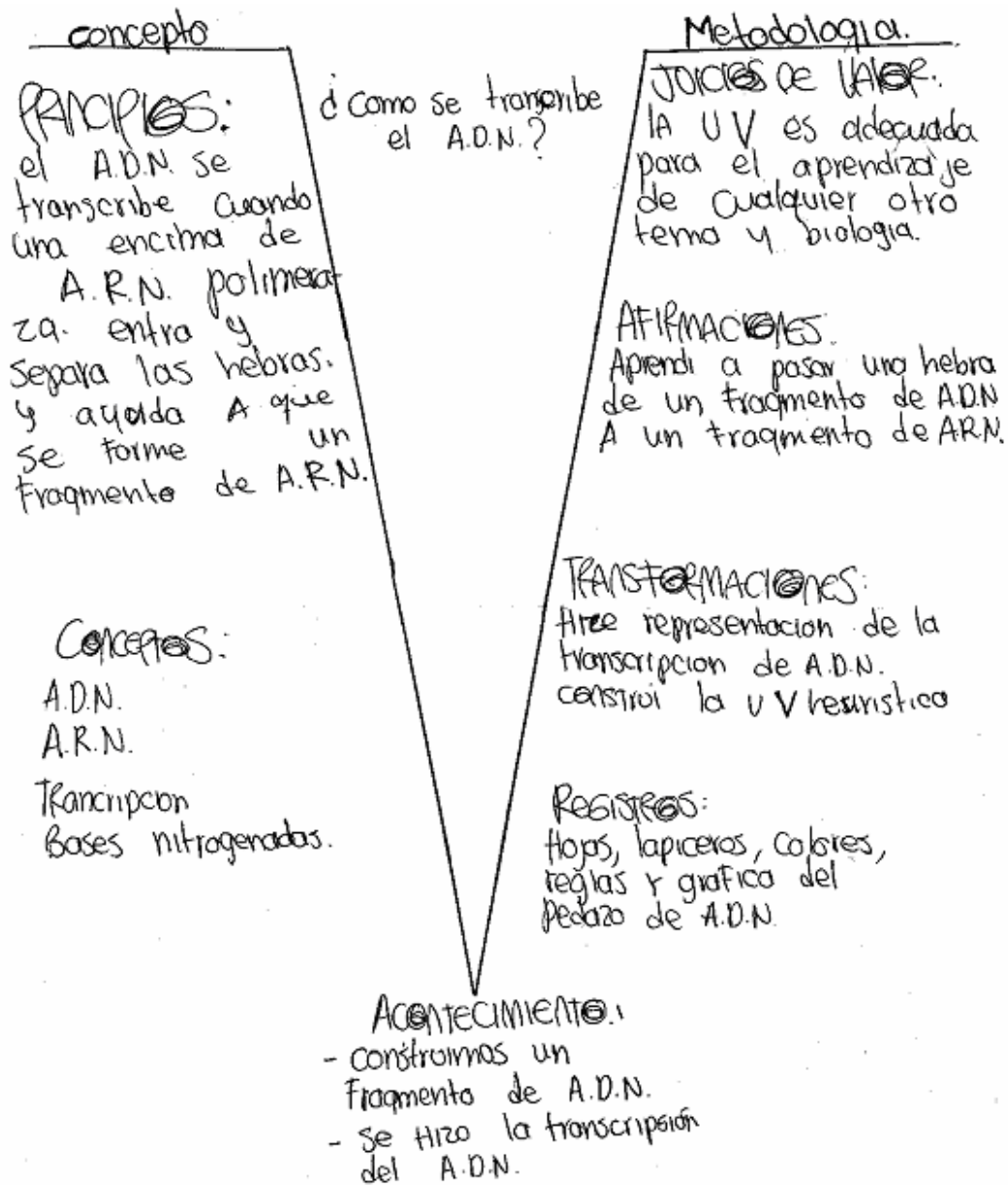
Culminada la socialización, la representación de la transcripción y la construcción de la Vh por cada uno de los grupos, se formula la pregunta central: ¿Cómo se da la transcripción del ADN? la cual orienta la construcción de la herramienta (Vh) a desarrollar en casa.

### **Análisis de la V heurística sobre la transcripción del ADN.**

Los estudiantes organizados en grupos de 3 construyen la Vh para responder al interrogante ¿Cómo se transcribe el ADN?, entregan 11 Vh, de las cuales dos son copia, pues escriben la pregunta: ¿Cómo se transmite el ADN? y es evidente la igualdad de su contenido, por tanto para el análisis se asume como una.

Las Vh analizadas dan muestra de una evolución en cuanto a la construcción de la herramienta, de las cuales, hay tres que desarrollan las diferencias e importancia de los ácidos nucleicos, resaltan las bases nitrogenadas que diferencian al ADN del ARN como lo son la timina (T) y el uracilo (U);

respectivamente (ver figura 6); en otras Vh se evidencia un incipiente desarrollo de la pregunta central, sin mayor profundización en el proceso; registran palabras claves, reconocen la enzima participante en el proceso de transcripción del ADN.



**Figura 6:** V heurística sobre la transcripción del ADN construida por Maria Katherine Solano de 9º.

En relación con la metodología, algunas herramientas no se desarrollan en su totalidad, dejan de lado lo correspondiente a las transformaciones y los registros, manifestando dificultad para reconocer el trabajo realizado en cada actividad como parte de la construcción del conocimiento.

A nivel metodológico se identifica mayor nivel de elaboración de cada uno de los aspectos que conforman la Vh, también es evidente que los educandos en la descripción realizada en la herramienta (en el acontecimiento) se muestran poco participes como los sujetos que llevan acabo el proceso de conceptualización de la transcripción del ADN, mantienen una posición que les hace ver ajenos al mismo proceso, por lo cual se ubican en el nivel 2 de competencias al interpretar y confrontar los dos procesos (duplicación y transcripción del ADN)

La representación gráfica de la transcripción del fragmento de ADN se analiza a la luz de los elementos que intervienen (ADN, nucleótidos, enzima, ARNm) y la claridad al señalarlos, de esta manera se establecen 3 categorías (ver cuadro 11)

- En la primera se incluyen aquellas gráficas donde se representan y señalan parcialmente (ADN y ARNm o ARNm y enzima ARN polimerasa) (ver figura 7.1)
- En la segunda, aquellas graficas que representan el proceso pero sin identificar los elementos que hacen parte del mismo (ver figura 7.2).

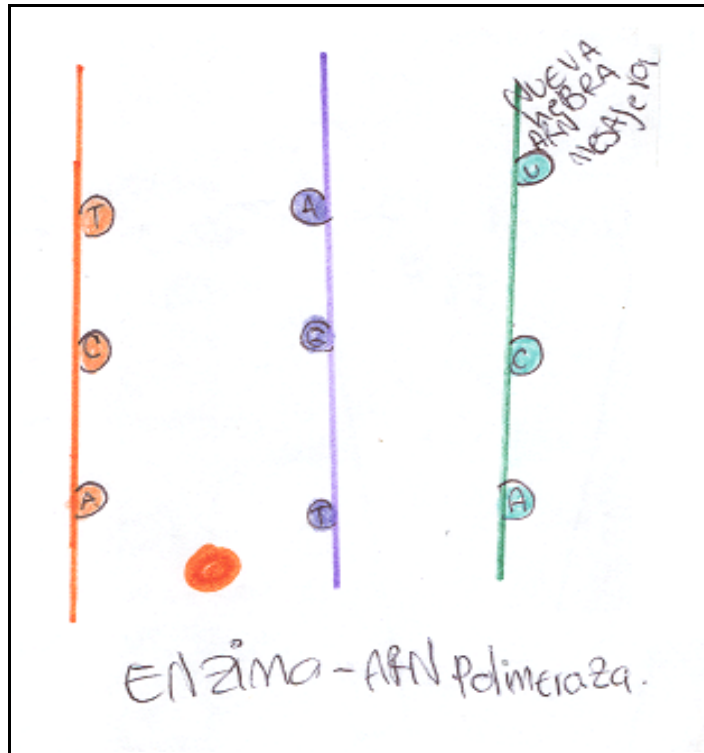
- En la tercera, las graficas que tienen en cuenta los elementos y los señalan claramente (ver anexo 11)

**Cuadro 11:** Resultados de las graficas sobre el proceso de transcripción del ADN elaboradas por los estudiantes de 9º

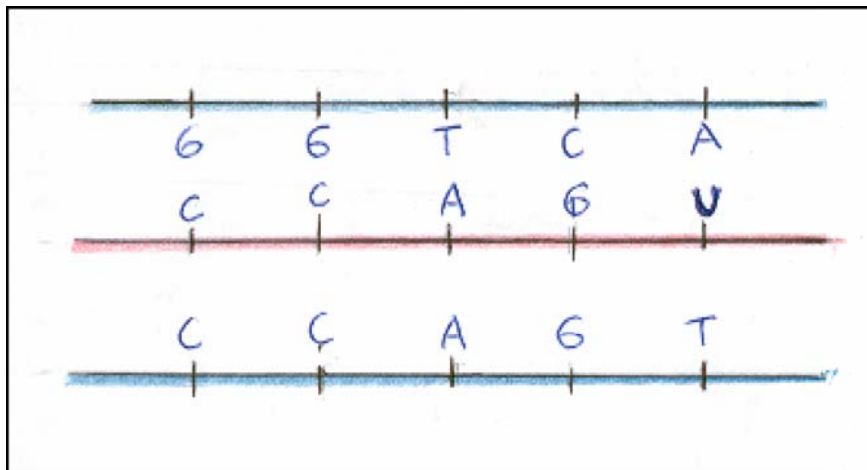
<b>Categorías</b>	<b>f</b>
Representa e identifica algunos elementos	6
Trazo del proceso	1
Representa e identifica los elementos	3
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>

En el cuadro anterior se registran los elementos señalados en cada una de las gráficas, teniendo en cuenta que en todas se representa la transcripción, unas con un mayor nivel de elaboración, como en la segunda categoría (Representa e identifica algunos elementos) donde se ubican aquellos que representan adecuadamente la transcripción, identificando algunos de los elementos, aunque en cuatro de estas graficas no reconocen la enzima que interviene en el proceso.

**Figura 7 (1 y 2):** Muestra de las graficas de las categorías uno y dos de la transcripción del ADN, elaboradas por estudiantes de 9º .



**Figura 7.1:** Grafica de la transcripción del ADN. Elaborada por Leisy Quintero y Leidy Suárez de 9º



**Figura 7.2:** Grafica de la transcripción del ADN. Elaborada por de Geidy Jaimes y Maria Ayala 9º

## **Actividad nº 6. Síntesis de proteínas**

Con el estudio de la síntesis de proteínas se finaliza la construcción de los conceptos sobre genética molecular previstos para el desarrollo de la propuesta; si se tiene en cuenta que son las proteínas el resultado de la expresión del código genético y por consiguiente la manifestación de las características que se heredan de padres a hijos.

La socialización se realiza con ayuda de carteleras con información sobre aminoácidos y proteínas, también se presenta la gráfica de una célula en la cual se encuentran representados el proceso de transcripción del ADN y la traducción. Se termina la sesión con la construcción de la Vh para resolver el interrogante ¿Cómo se da la síntesis de proteínas?

### **Análisis de V heurística sobre síntesis de proteínas**

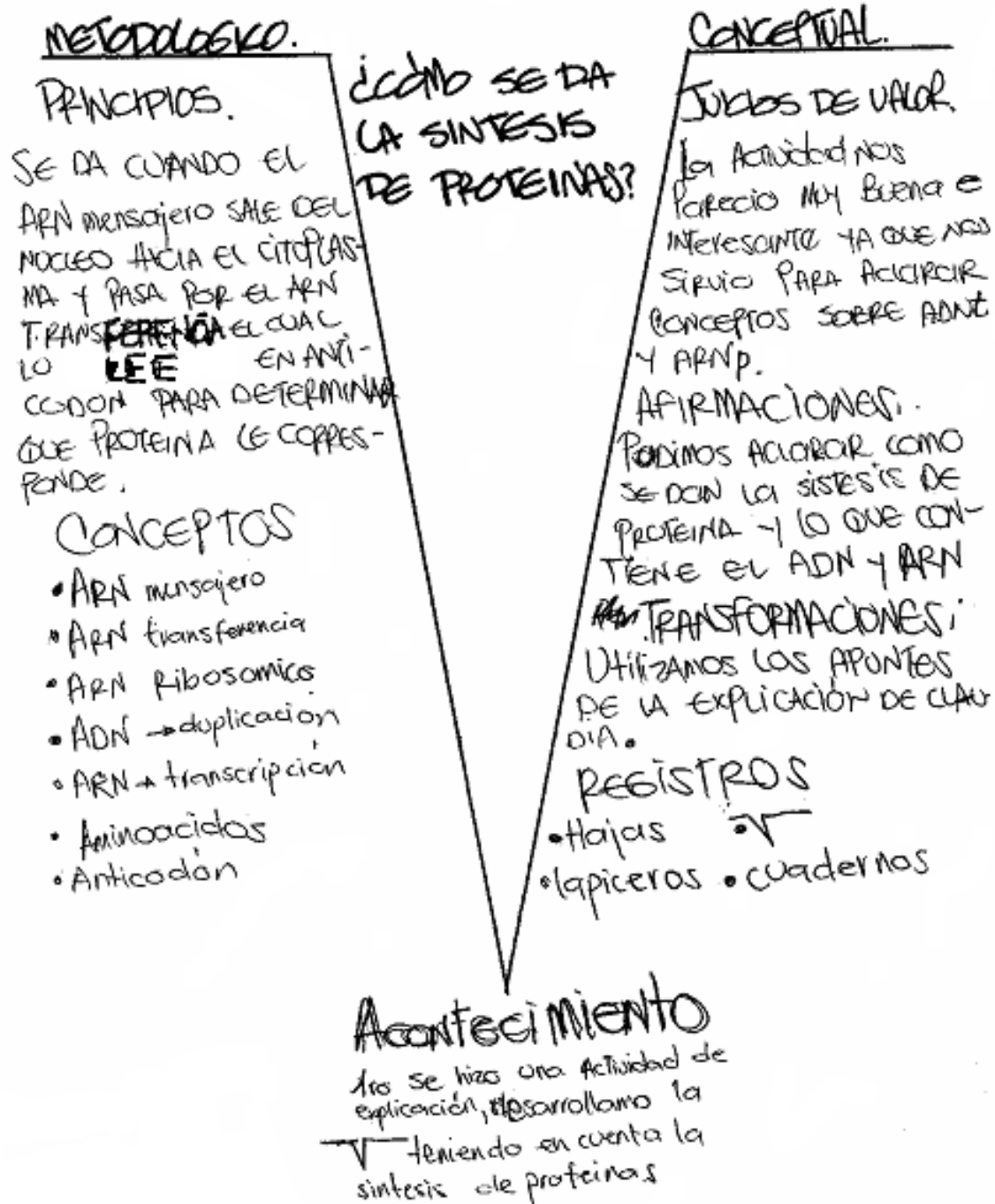
En esta sesión se recogen 13 Vh, (2 de ellas incluyen gráficas) elaboradas por 30 estudiantes. Para su debido análisis se organizan tres grupos basados en la formulación de la pregunta central, así:

- a. En este grupo se ubican las 10 de las 13 Vh, en las que se trabaja la pregunta formulada, en unas hay notables logros a nivel conceptual y metodológico en cuanto a la profundidad con que se elaboran estos dos componentes de la

Vh, en ellos se aprecia como se construyen conceptos al describir el proceso de la síntesis de proteínas (ver figura 8) aún cuando se encuentran algunos vacíos a nivel conceptual y metodológico; en este último se registra la secuencia de las actividades realizadas durante la sesión. También se encuentran herramientas en las que se limitan a nombrar pasos o secuencias sin coherencia como lo expresa la metodología, con actividades poco participativas y ajenas al proceso, que demuestran la falta de comprensión e interpretación de lectura; por ende los datos registrados señalan otros aspectos y no se centran en la pregunta.

- b. Hace referencia a un instrumento sin interrogante, en el cual se evidencian vacíos conceptuales y metodológicos; la síntesis de proteínas se concibe como un espacio donde ocurre algo, pero no como el proceso en sí.
- c. A este grupo corresponden 2 herramientas que desarrollan como pregunta central: ¿Cómo se realiza la síntesis de proteínas?, en una de ellas la metodología muestra una evolución en la construcción de la herramienta ceñida al proceso realizado, pero en lo conceptual hay confusión y poca claridad en lo planteado.

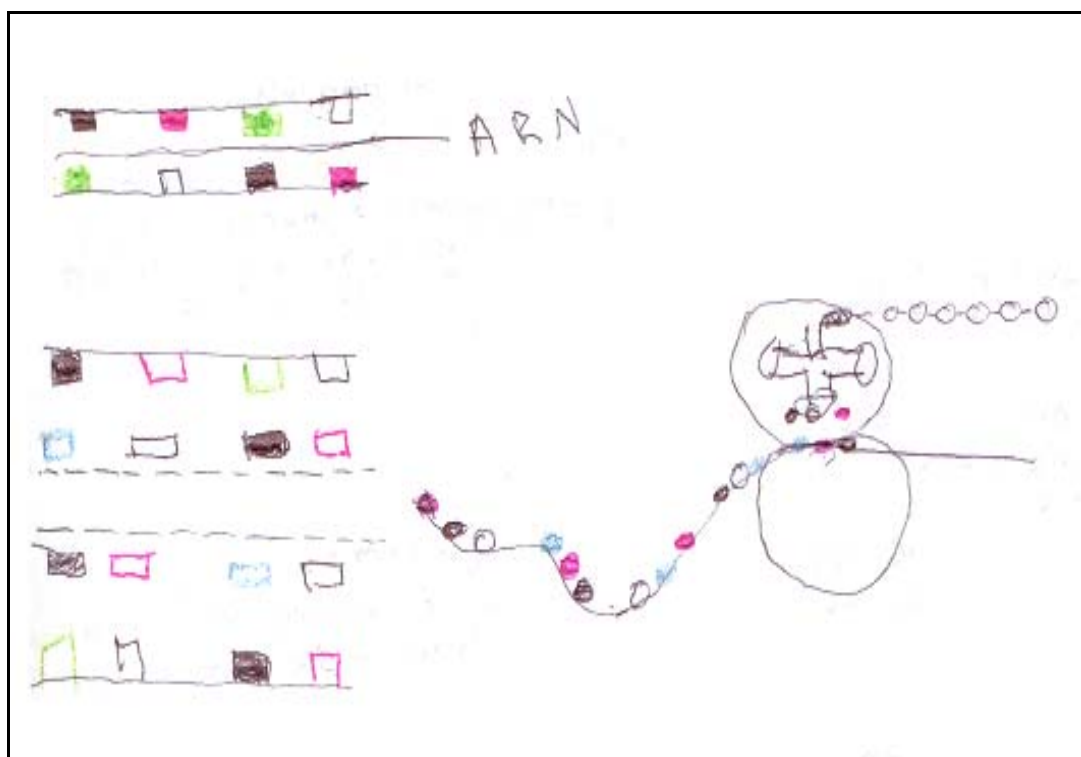
Para esta actividad la mayoría de las Vh se ubican en el nivel 1 de competencias ya que reconocen los conceptos pero manifiestan dificultad al describir cada uno de los aspectos que componen la Vh para dar solución al interrogante central.



**Figura 8:** V heurística sobre síntesis de proteínas elaborada por July Rangel, July Almeida y Mayerly López de 9º.

**Análisis de gráficas sobre la síntesis de proteínas**

Las dos gráficas fueron realizadas por 6 estudiantes, se diferencian en el contenido; una de ellas permite identificar los elementos necesarios para la síntesis de proteínas (ver anexo 12), mientras que la otra grafica (ver figura 9) es confusa al darle origen al ARNm, ya que muestran dos fragmentos sin especificar a cual acido nucléico corresponde y cuál da origen al ARNm.



**Figura 9:** Gráfica de síntesis de proteínas elaborada por Maria Anaya, Marlyn Barrera y Diana Rueda de 9º.

### 3.5.3 Fase nº 3: Evaluación de la propuesta.

Como estrategia de evaluación individual sobre el manejo conceptual y metodológico desarrollado en esta propuesta se diseñan dos instrumentos con los cuales se pretende valorar el aprendizaje significativo logrado por los estudiantes.

El primer instrumento permite medir el aprendizaje conceptual por medio del desempeño frente a una prueba que consta de tres puntos en los que se sintetizan los aspectos más importantes del estudio de genética molecular llevado a cabo con los estudiantes de 9º, del cual se hacen dos modelos con igual número de interrogantes solo cambian los ejercicios que en ellos se plantean (ver anexo 13 a y b). La otra experiencia que hace parte del proceso evaluativo consiste en construir la Vh para reconocer el manejo conceptual y metodológico.

La dinámica a seguir inicia con la aplicación del primer instrumento, al culminar se prosigue con la construcción de la Vh con ayuda de los materiales que deben llevar (fotografías de ellos y sus papás, libros, fotocopias y apuntes sobre el tema, colores, reglas y hojas). En la construcción de la herramienta se trabaja con la pregunta: ¿Cómo podría explicar la transmisión de características hereditarias de padres a hijos? con la cual se pretende que se relacionen los procesos de división celular, duplicación, transcripción y síntesis de proteínas en la transmisión de características hereditarias; al final entregan la herramienta junto con el esquema elaborado con las fotografías. De esta manera culmina el proceso con los estudiantes de 9º.

#### **Análisis del instrumento escrito.**

Los resultados se toman de 30 instrumentos (10 del a y 20 del b) los cuales se analizan y categorizan (ver cuadro 12) para los interrogantes uno y dos, de la siguiente manera:

- Aciertos: hace referencia a las respuestas correctas, en cuanto a los conceptos construidos en la propuesta.
- Desaciertos: son las respuestas que no están acordes con el aprendizaje esperado.
- No se representa: en ella se encuentran los instrumentos en donde no se registra ningún intento de conceptualización.

Para la pregunta número tres, las categorías se establecen según los elementos que intervienen en la síntesis de proteínas así: cuadro de aminoácidos, codones, condón - anticodon, no lo hizo, solo identifica elementos, grafica incompleta.

**Cuadro 12.** Resultados de la evaluación conceptual en 9º.

Pregunta	Categorías	F	
		A	B

<p>1</p> <p>Con la siguiente secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN, construya la hebra complementaria y duplique el fragmento.</p> <p>a : CGT AGC ATG</p> <p>b : ACG AGT ATC</p>	Hebra complementaria	Acierto	5	10
		Desacierto	4	10
		No se representa	1	
	Duplicación	Acierto	3	2
Desacierto		5	4	
No se representa		3	12	
<p>2</p> <p>El fragmento de ARN</p> <p>a: A U C C A U A G C</p> <p>b: U C G G C A A U G</p> <p>es el resultado de la transcripción de una de las hebras de un fragmento de ADN. Escriba a continuación la hebra de ADN de la cual fue transcripta.</p>	Acierto		4	8
	Desacierto		3	11
	Copio del otro instrumento			1
	No se representa		3	
<p>3</p> <p>Realice la síntesis de la proteína codificada por el siguiente fragmento de ARNm</p> <p>a: AGG ACG UAG</p> <p>b: ACC UGC CAG</p> <p>señalando los codones, anticodones y los aminoácidos para cada uno de ellos.</p>	Cuadro de aminoácidos		3	2
	Codones		2	2
	Codon y anticodon		3	
	No se representa		2	7
	Desacierto			1
	Solo identifica elementos			2
	Grafica incompleta			1

Del cuadro anterior se deduce que en el punto número uno es clara la construcción de un fragmento de ADN, pero se hace evidente la dificultad para realizar su duplicación, lo cual implica que no se da una conceptualización completa, puesto que solo reconocen parte del proceso.

En el numeral dos la mayoría de la población no concibe el proceso de transcripción de manera inversa, al no asociar el origen de un fragmento de ARN con una de las hebras del fragmento de ADN, hecho que evidencia cierta dificultad en la conceptualización.

La mayoría de los registros del último interrogante no presentan gráficamente el proceso de síntesis de proteínas, ni los elementos que intervienen en el mismo; quienes lo hacen solo reconocen algunos de los elementos que no son significativos ni suficientes para realizar el ejercicio propuesto. Vale la pena mencionar el hecho de que en algunos registros muestran confusión entre la síntesis de proteínas y el cuadro del código genético.

Se adjunta el instrumento de evaluación desarrollado por uno de los estudiantes (ver figura 10)

**Figura 10:** Evaluación escrita presentada por July Angélica Guevara estudiante de 9º.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

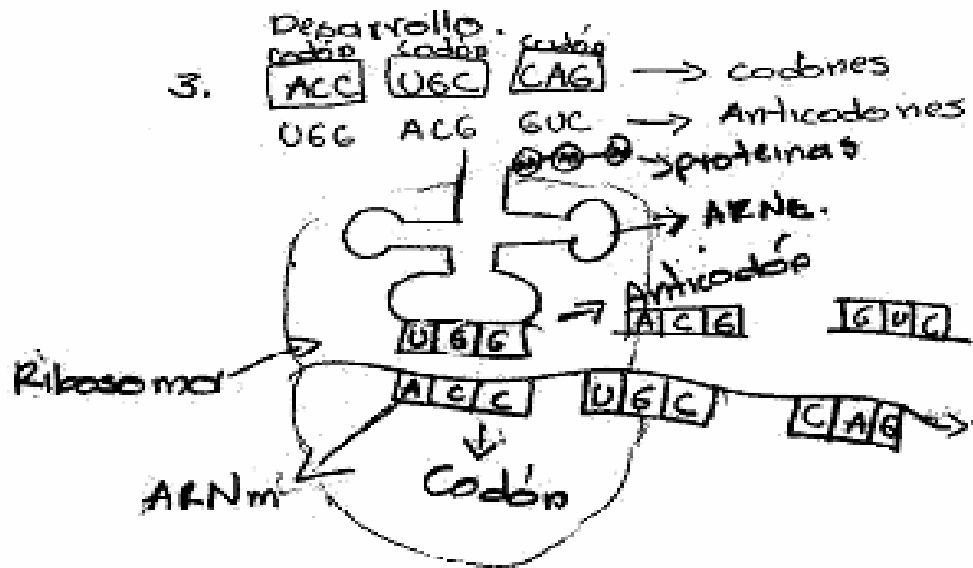
Nombre: Joly Angelica Guzman Quintero Grado: 9-02

1. Con la siguiente secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN, construya la hebra complementaria y duplique el fragmento

TCC GAC TCG  
AGG CTG AGC  
ACG TGC GTC

2. El fragmento de ARN UGC ACG CAG es el resultado de la transcripción de una de las hebras de un fragmento de ADN. Escriba a continuación la hebra de ADN de la cual fue transcripta.

3. Realice la síntesis de la proteína codificada por el siguiente fragmento de ARNm ACC UCC CAG señalando los codones anticodones y los aminoácidos para cada uno de ellos.



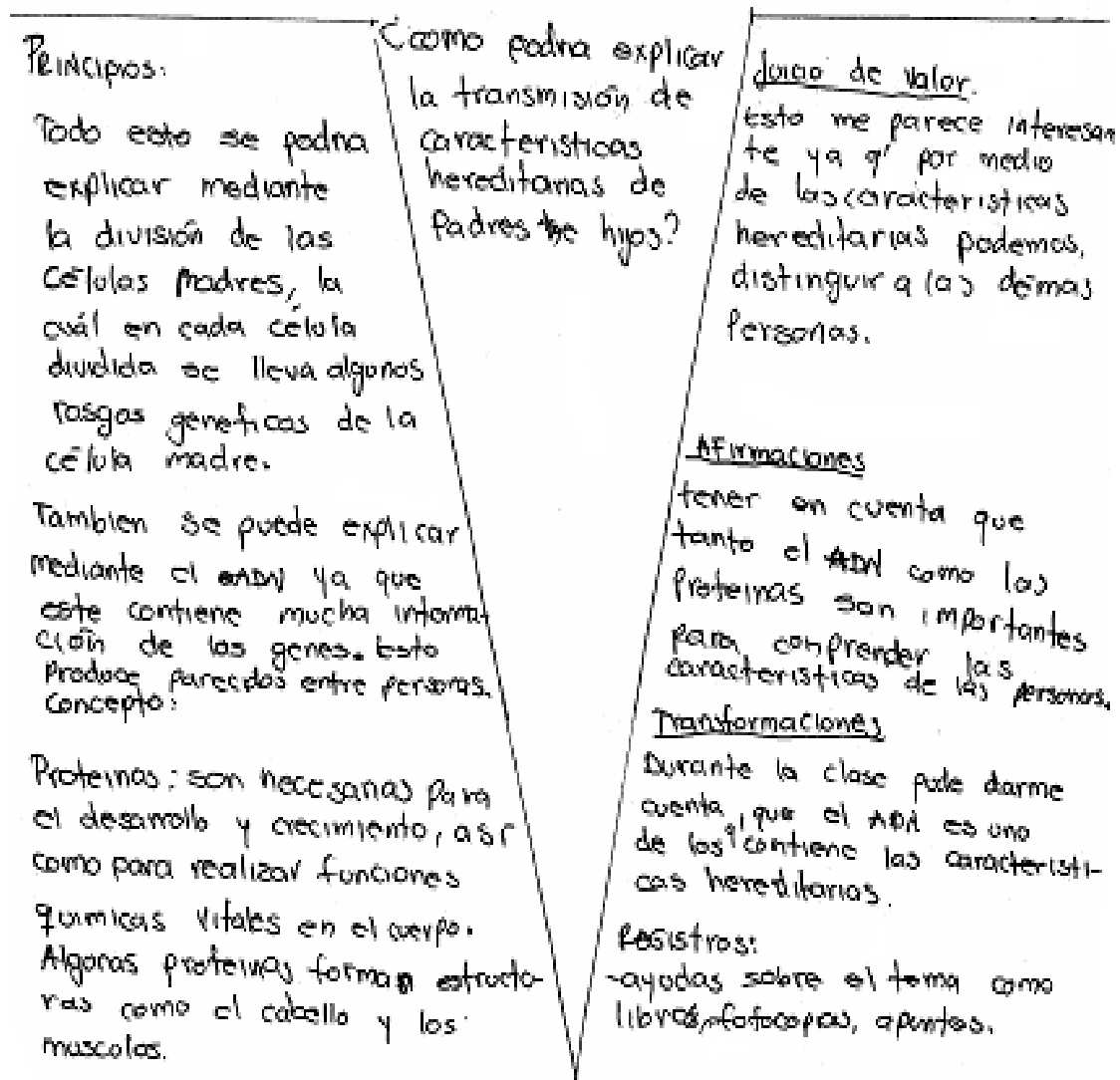
1. AGG CTG AGC  
TCC GAC TCG  
~~AGG CTG AGC~~  
~~TCC GAC TCG~~

**Análisis del segundo instrumento de evaluación: La V heurística sobre  
¿Cómo podría explicar la transmisión de características hereditarias de  
padres a hijos?**

En esta segunda parte del proceso de evaluación se recogen 31 instrumentos (ver figura 11), los cuales no contienen el esquema que forma parte del acontecimiento, al ser importante para la solución del interrogante central.

De los 31 herramientas se deduce que existe confusión respecto al aspecto transformaciones (entendido como las modificaciones, elaboraciones que realiza el educando en la experiencia, las diferentes formas en que él organiza la información) también en las afirmaciones (entendido como el nivel alcanzado por el educando luego de realizar una experiencia y contrastarla con el conocimiento establecido); en cuanto a los registros y acontecimientos hacen falta o son limitados.

Respecto a la construcción de conceptos, si bien algunos relacionan el proceso de la transmisión de características hereditarias con la división celular y otros con el ADN, no logran sustentarlo con bases conceptuales.



**Apuntes, recursos**

- Trabajo individual
- explicación de la practicante
- apuntes
- fotocopias

Figura 11: V heurística construída por Jorge Rangel de 9º.

Debido a las dificultades presentadas durante la aplicación y evaluación de la propuesta en 9º se desarrolla la propuesta en el grado 8º para verificar la validez de la misma.

### **3.6 APLICACIÓN DE LA PROPUESTA EN EL GRADO 8º**

El grupo de estudiantes de 8-02 se selecciona junto con el profesor del área de biología, por ser el grado mas avanzado en cuanto a conocimiento de biología y resaltando el hecho de que el año escolar esta a punto de culminar, lo cual los ubicaba próximos al grado noveno curso para el cual se elabora la propuesta.

La aplicación de la propuesta en el grado 8º consta de tres fases, las actividades a realizar en cada una, siguen el modelo de las diseñadas para el grado 9º, con el fin de contrastar los resultados finales. En el cuadro 13 se presentan las actividades a desarrollar.

#### **Objetivos**

Los siguientes objetivos se encuentran redactados en términos de competencias para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambienta en el grado 9º, los cuales son los que se pretenden alcanzar mediante el desarrollo de la propuesta. Los objetivos que se encuentran a continuación pertenecen a la fase nº 2:

“aplicación de la propuesta”, primero se encuentra el objetivo general y tres “objetivos específicos” en forma de competencias para cada objetivo general.

**Cuadro 13:** Cronograma de actividades en 8º

<b>Nº</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.		
1	Reconocer las ideas alternativas de conceptos de genética en los estudiantes de 8º de la Escuela Normal Superior de Piedecuesta.	Aplicación de instrumento diagnóstico a estudiantes de 8º.
Fase nº 2: Aplicación de la propuesta		
1	Resaltar la importancia de la V heurística como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.	Presentación de la V heurística
2	Reconocer las diferencias que se presentan entre los ácidos nucleicos	Lectura: “Los ácidos nucleicos”
3	Representar gráficamente el proceso de duplicación del ADN.	Duplicación del ADN
4	Comprender el proceso de transcripción del ADN.	Transcripción del ADN
5	Comprender la importancia de la síntesis de proteínas para la producción de las diferentes proteínas que expresan las características que se heredan de padres a hijos	Representar el proceso de síntesis de proteínas
Fase nº 3: Evaluación de la propuesta		
<b>Nº</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Identificar la apropiación conceptual y metodológica desarrollada en esta propuesta.	Aplicación de instrumentos evaluativos
2	Reconocer la importancia de la meiosis y la mitosis en la transmisión de las características hereditarias	Mitosis y meiosis.

**Actividad nº 1:**

- Resaltar la importancia de la V heurística como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.
  - Relaciona el lenguaje en claves que utiliza el ser humano para comunicarse entre sí, con el manejo de los diferentes conceptos de la genética.
  - Establece una relación entre la construcción del conocimiento y la V heurística.
  - Construye a manera de ejemplo la V heurística donde relaciona el lenguaje en claves utilizado por el hombre para comunicarse entre sí, con el lenguaje de la genética.

#### **Actividad nº 2:**

- Reconocer las diferencias que se presentan entre los ácidos nucleicos
  - Interpreta textos científicos sobre “Los ácidos nucleicos” realizando una abstracción de los mismos.
  - Participa activamente en la socialización de la lectura “Los ácidos nucleicos”, dando aportes significativos sobre el tema.
  - Representa el ADN gráficamente y conceptualiza sobre los ácidos nucleicos mediante la v heurística.

#### **Actividad nº 3:**

- Representar gráficamente el proceso de duplicación del ADN.
  - Representa de forma creativa el proceso de duplicación del ADN.

- Deduce conceptos sobre el proceso de duplicación del ADN.
- Representa el proceso de construcción de conceptos sobre la duplicación de un fragmento de ADN por medio de la V heurística.

#### **Actividad nº 4**

- Comprender el proceso de transcripción del ADN.
  - Reconoce las diferencias entre el proceso de duplicación y transcripción del ADN.
  - Mediante una gráfica representa el proceso de duplicación y transcripción del ADN.
  - Emplea la V heurística como herramienta para representar el proceso de construcción de conceptos sobre la duplicación del ADN.

#### **Actividad nº 5**

- Comprender la importancia de la síntesis de proteínas para la producción de las diferentes proteínas que expresan las características que se heredan de padres a hijos.
  - Relaciona la síntesis de proteínas con el proceso que da la expresión de las características hereditarias.
  - Representa gráficamente la síntesis de la proteína codificada en un fragmento de ARNm.
  - Utiliza la V heurística para conceptualizar sobre el proceso de síntesis de proteínas.

### **Actividad nº 6**

- Reconocer la importancia de la meiosis y la mitosis en la transmisión de las características hereditarias
  - Reconoce la mitosis y meiosis como dos procesos de división celular.
  - Comprende el proceso de mitosis y meiosis representándolo gráficamente.
  - Emplea la V heurística para representar los procesos de construcción conceptual sobre división celular.

### **3.6.1 FASE Nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.**

Con el propósito de reconocer y analizar las ideas alternativas de los estudiantes de 8º sobre genética, se aplica el mismo instrumento diseñado para 9º, 10º y 11º (ver anexo 1); los resultados de este diagnóstico coinciden con los del grado noveno (ver página 68) estos se registran en el cuadro 14.

**Cuadro 14:** Resultados del instrumento diagnóstico aplicado a 8º.

PREGUNTA	CATEGORÍAS	8º	
		F	%
1 ¿A quién me parezco más?	Parental, papá y/o mamá	33	80.48
	Familiar	8	19.51
	<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100</b>
2 ¿En qué me parezco a esa persona?	Rasgos físicos	29	56.86
	Comportamental	22	43.13
	<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>100</b>
3 ¿Por qué me parezco más a esa persona?	Rasgos físicos	15	34.09
	Términos genéticos	6	29.54
	Comportamental	13	29.54
	Parentofamiliar	5	11.36
	Creacionista	2	4.54
	No sabe	3	6.81
	<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100</b>
4 ¿Qué entiende por características hereditarias?	Rasgos físicos	17	41.46
	Términos genéticos	4	9.75
	Comportamental	4	9.75
	Social	1	2.43
	Parentesco	12	29.26
	Estructural	1	2.43
	No sabe	2	4.87
	<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>100</b>
5 ¿Cómo se transmiten las características hereditarias en los seres vivos?	Rasgos físicos	2	4.65
	Términos genéticos	16	37.20
	Social	1	2.32
	Estructural	4	9.30
	Funcional	7	16.27
	Parentesco	6	13.95
	No sabe	7	16.27
	<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>100</b>
6 ¿Qué determina que unos seres humanos sean hombres y otros sean mujeres?	Rasgos físicos	6	16.66
	Factores genéticos	4	11.11
	Ideas alternativas	4	11.11
	Comportamental	2	5.55
	Funcional	6	16.66
	Organular	3	8.33
	Ambiental	2	5.55
	Creacionista	3	8.33
	No sabe	6	16.66
	<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

De acuerdo con las respuestas dadas a los seis interrogantes formulados en el instrumento, se concluye:

1. La mayoría de la población encuestada el 80.48% asocia el parecido de sus rasgos físicos y algunas características del comportamiento a sus padres. Lo cual permite evidenciar el reconocimiento de la adquisición de rasgos físicos por vínculos familiares.
2. En relación con los rasgos que determinan parecidos, 56.86% lo asocia con aspectos físicos y el 43.13% a comportamentales, lo cual indica una mayor correlación de la herencia con el aspecto físico.
3. La categoría más representativa es la referente al aspecto físico con el 34.09% de aceptación, seguida de la comportamental con el 29.54%, sin registrarse una explicación teórica sobre el por qué del parentesco con sus familiares y el 29.54% se refiere a factores genéticos sin mayor claridad conceptual.
4. Referente al ¿Qué se entiende por características hereditarias el 41.46% lo atribuye a rasgos físicos, y el 29.26% a relaciones de parentesco, lo cual evidencia el reconocimiento de las características como algo inherente a la familia.
5. Al dar explicación sobre el cómo se transmiten las características hereditarias en los seres humanos, el 37.20% menciona términos genéticos, pero sin demostrar una real comprensión y conceptualización

sobre los mismos; el 16.27% describe aspectos funcionales y el 16.27% restante indica desconocer alguna explicación.

6. Las respuestas relacionadas con la determinación del género en los seres humanos son muy dispersas, el 16.66% las atribuye a los rasgos físicos y aspectos funcionales, igual porcentaje manifiesta desconocer la respuesta a esta pregunta.

### **3.6.2 Fase nº 2: Aplicación de la propuesta.**

#### **Actividad nº 1: Presentación de la V heurística**

Se inicia con la pregunta ¿Cómo comunicarnos en clave con los demás?, por medio de la cual se pretende que el educando relacione el lenguaje en clave que utiliza el ser humano para comunicarse con los demás, con el manejo de los diferentes conceptos de la genética para poder comprenderla y reconocerla como una disciplina que tiene su propio lenguaje.

Luego se pide a los educandos que piensen una forma de dar solución al interrogante, en donde incluyan cada una de las actividades a seguir durante la sesión, hasta llegar a la construcción de conceptos. Después de escuchar algunas de las ideas, por consenso se establece una sola metodología de trabajo, con la

cual se evidencie el proceso seguido para dar solución a la pregunta inicial; de esta manera se presenta la Vh. como una alternativa de trabajo durante la realización de la propuesta.

En la sesión se da a conocer la Vh se especifican los diferentes aspectos que la componen y al finalizar cada estudiante la utiliza como herramienta para dar respuesta a la pregunta formulada.

### **Análisis de la V heurística**

En esta sesión se construyen 35 instrumentos, en 13 de ellos el acontecimiento y/o las transformaciones no se registran (ver figura 12.1) probablemente debido a la dificultad para concebir la construcción del conocimiento como un proceso; los principios y los conceptos se explicitan y son acordes con el trabajo realizado, aunque no dan solución a la pregunta central. En los 22 restantes se incluyen todos los elementos, es oportuno destacar las transformaciones alcanzadas al elaborar la Vh (ver figura 12.2), que se ubican en el nivel 2 ya que interpretan y aplican conceptos necesarios para dar solución a la pregunta formulada.

**Figura 12 (1 y 2):** V heurísticas elaboradas por estudiantes de 8º.

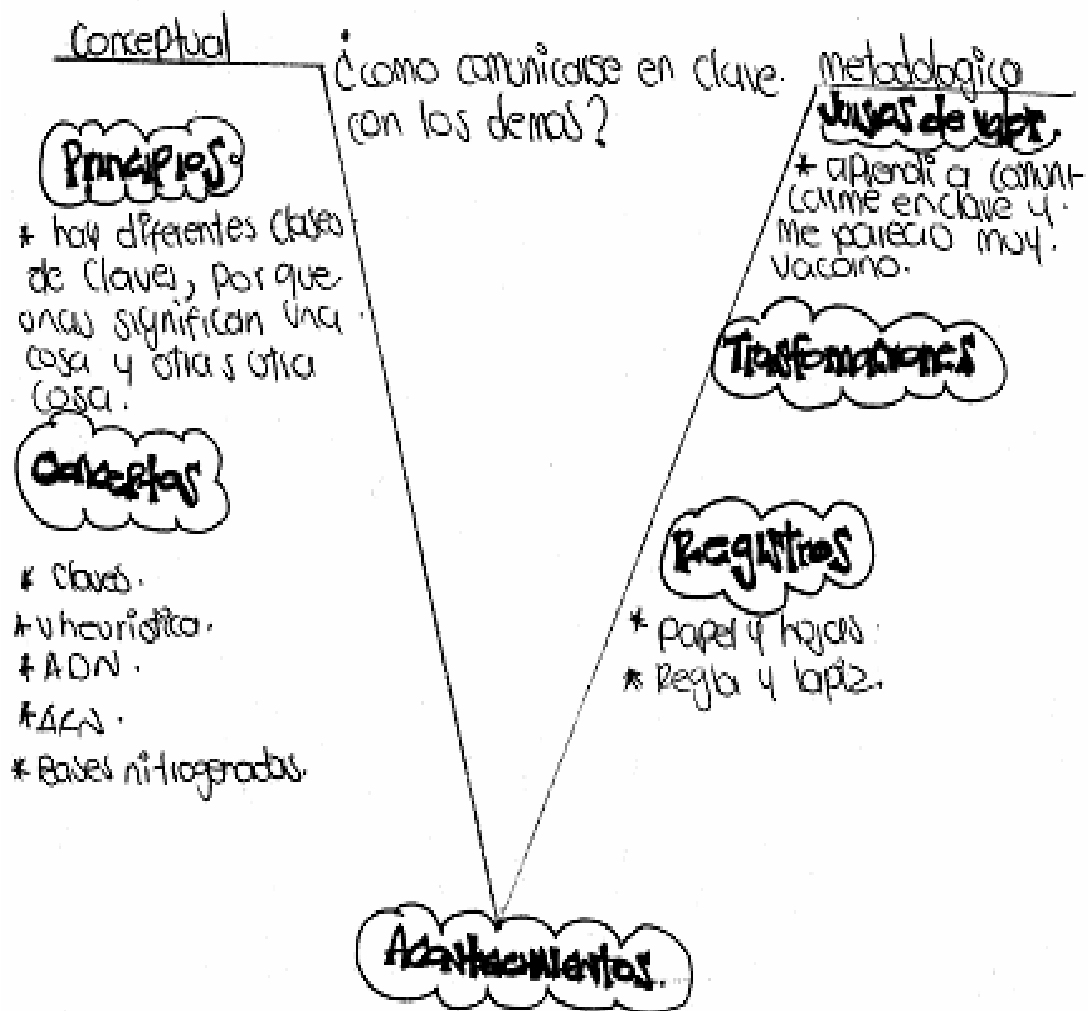


Figura 12.1: V heurística realizada por Jenny Archila de 8º.

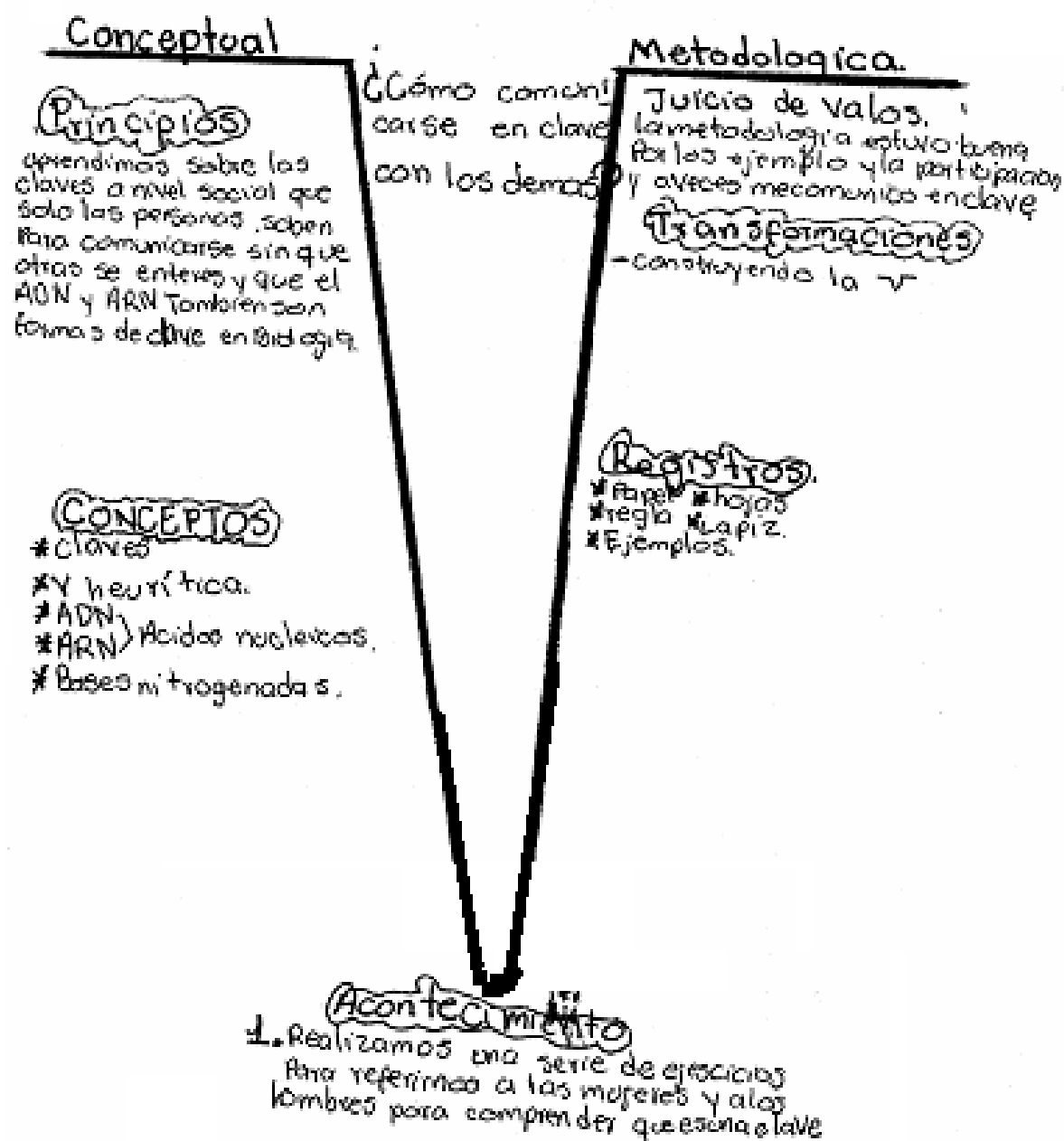


Figura 12.2: V heurística realizada por Ana Milena Santamaría de 8º.

Actividad nº 2. Lectura: "Los ácidos nucleicos"

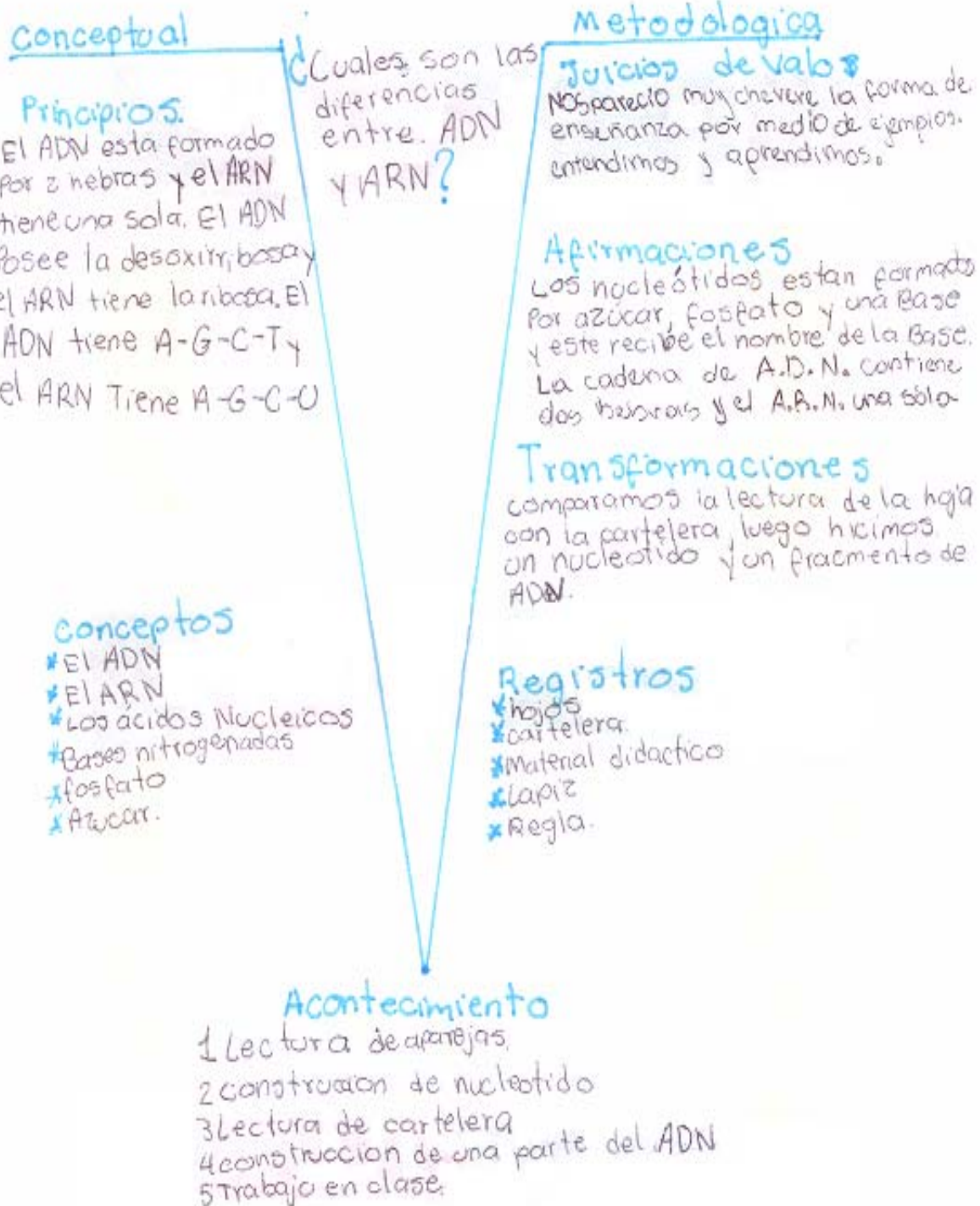
Se inicia con la lectura “Los ácidos nucleicos” (ver anexo 7), como referente conceptual para el desarrollo de la pregunta central: ¿Cuáles son las diferencias entre ADN y ARN? que es formulada por el grupo; se presenta una cartelera que contiene el nombre de las diferentes bases de los ácidos nucleicos (adenina, guanina, citosina, timina y uracilo). Se realiza una grafica de un fragmento de ADN como parte de la metodología y luego los estudiantes organizados en grupos de 2 o 3 construyen la Vh.

### **Análisis de la V heurística**

En la Vh. se evidencia la existencia de un proceso orientado hacia la resolución de la pregunta central, donde se tienen en cuenta todos los aspectos de la herramienta, los cuales se construyen de forma progresiva y articulada, por lo cual se les ubica en el nivel 2 de competencias.

Se recogen 12 Vh, (una de ellas se reporta como figura 13) de las cuales 9 elaboran gráficas para representar el ADN.

**Figura 13:** V heurística construida por Ana Milena Santamaría y Ángela Celis de 8º.



A partir del análisis de las graficas se establecen cuatro categorías (ver cuadro 15):

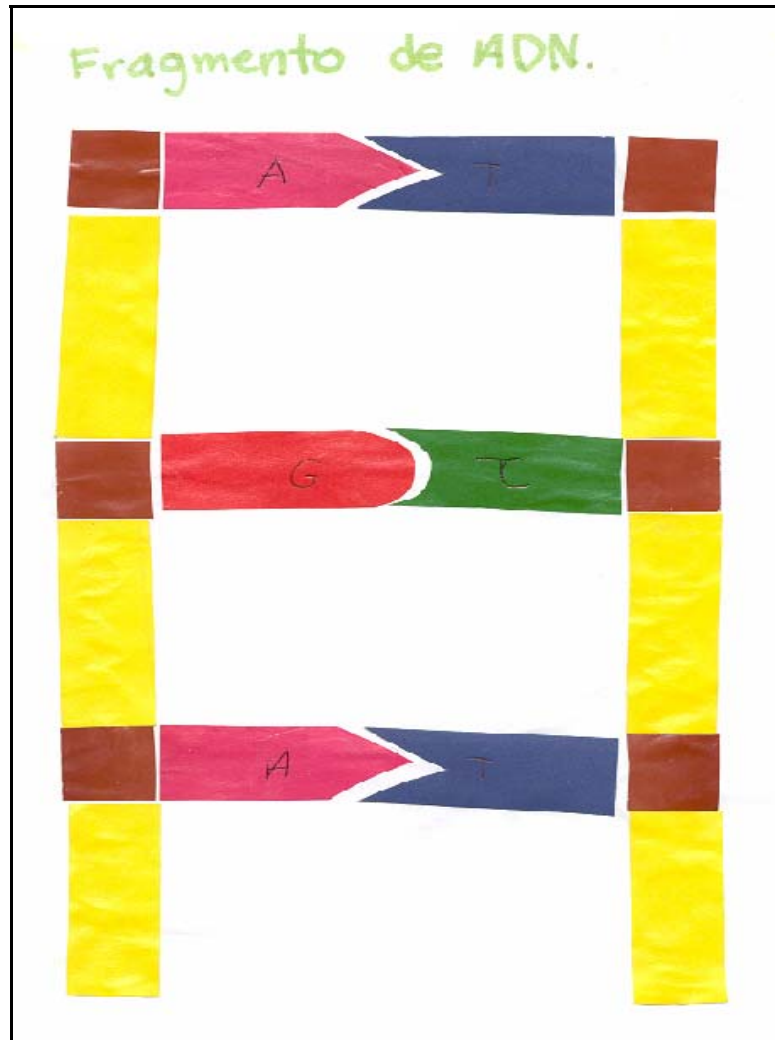
- Identifica color, forma y base: hace referencia a las ilustraciones del fragmento de ADN en las que se reconoce la complementariedad de las bases nitrogenadas (A,T y G,C) atendiendo al color y la forma para cada una de ellas (ver figura 14).
- Identifica las bases: en esta categoría se encuentran aquellas graficas del fragmento de ADN que solo reconocen las bases y las relacionan correctamente, sin tener en cuenta que se pueden asociar el color y la forma.
- Identifica forma: son las graficas en las que se eligen figuras para las bases pero sin asociarlas con una figura, las relacionan inadecuadamente, pues se desconoce la complementariedad que se da entre las bases.
- No identifica: comprende las graficas en que se presenta confusión al asociar las bases en cuanto a su forma, color y complementariedad, en la construcción del fragmento de ADN.

**Cuadro 15:** Resultados de la representación grafica del fragmento de ADN realizada elaboradas por estudiantes de 8º.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Identifica color, forma y base	4	33.33
Identifica las bases	3	25
Identifica forma	2	16.66
No identifica	3	25
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100</b>

Del cuadro anterior se deduce que el 58% de los participantes construye el fragmento de ADN adecuadamente, utilizan diferentes formas de representación, no se limitan a escribir las letras respectivas de cada base, sino que recurren a

otros medios como figuras y colores para representar cada una, sin embargo no todos asocian las bases con estas convenciones. El 42% restante no reconoce las diferentes bases nitrogenadas que conforman al ADN.



**Figura 14:** Grafica de un fragmento de ADN elaborada por Ana Milena Santamaría y Ángela Celis de 8º

**Actividad nº 3. Duplicación del ADN**

La sesión inicia con un conversatorio sobre las ideas alternativas que poseen los educandos a cerca de la duplicación del ADN, las preguntas que lo orientaron son: ¿Qué es duplicación?, ¿En donde se halla el ADN?, ¿para qué se duplica el ADN? Luego en el tablero se realiza un ejercicio por medio de gráficos sobre el proceso de duplicación del ADN. Como trabajo grupal se representa por medio de una grafica la duplicación de un fragmento de ADN y se culmina con la elaboración de la Vh cuya pregunta central la formula el grupo.

### **Análisis de la V heurística sobre la duplicación del ADN**

Los educandos construyen t13 Vh, en las cuales se evidencia un avance significativo en cuanto al manejo y construcción de la misma, permite una clara conceptualización sobre el proceso de duplicación del ADN. En ellas se evidencia la gradual elaboración y solución a la pregunta central tanto en el aspecto metodológico como en el conceptual, de esta manera se ubican en el nivel 2 de competencias (ver figura 15).

**Figura 15:** V heurística construida por Ángela Guerrero, Zayda Pabón y Laura Bohórquez de 8º

## Conceptual

**Principios**  
El ADN se duplica cuando la enzima entra y abre las dos hebras del ADN. En ese momento los nucleótidos forman parejas como A-T y forman una hebra nueva.

## Conceptos

ADN polimerasa (enzima)

Duplicar

Semiconservativa.

¿Cómo se duplica el ADN?

## Metadológico

**Juicios de valor.**

La V heurística es un método de mucha ayuda ya que podemos responder la pregunta más fácil y se aprendió bastante.

**Afirmaciones**

Quedo clara la duplicación la polimerasa o enzima y la nueva palabra

**transformaciones**  
Semiconservativa.

Se hicieron algunos ejemplos se están haciendo dos trabajos de una duplicación y una V heurística además se dejó clara la duplicación.

**Registros**

Se utilizó algunos lapiceros se utilizó algunas figuras en el tablero.

Se hizo un ejemplo de duplicación y se hará una duplicación y una V heurística.

**Acontecimientos**

Partimos de algunas preguntas.

Se duplica un ADN por medio de la ADN polimerasa.

Representar la duplicación de un ADN y la V heurística.

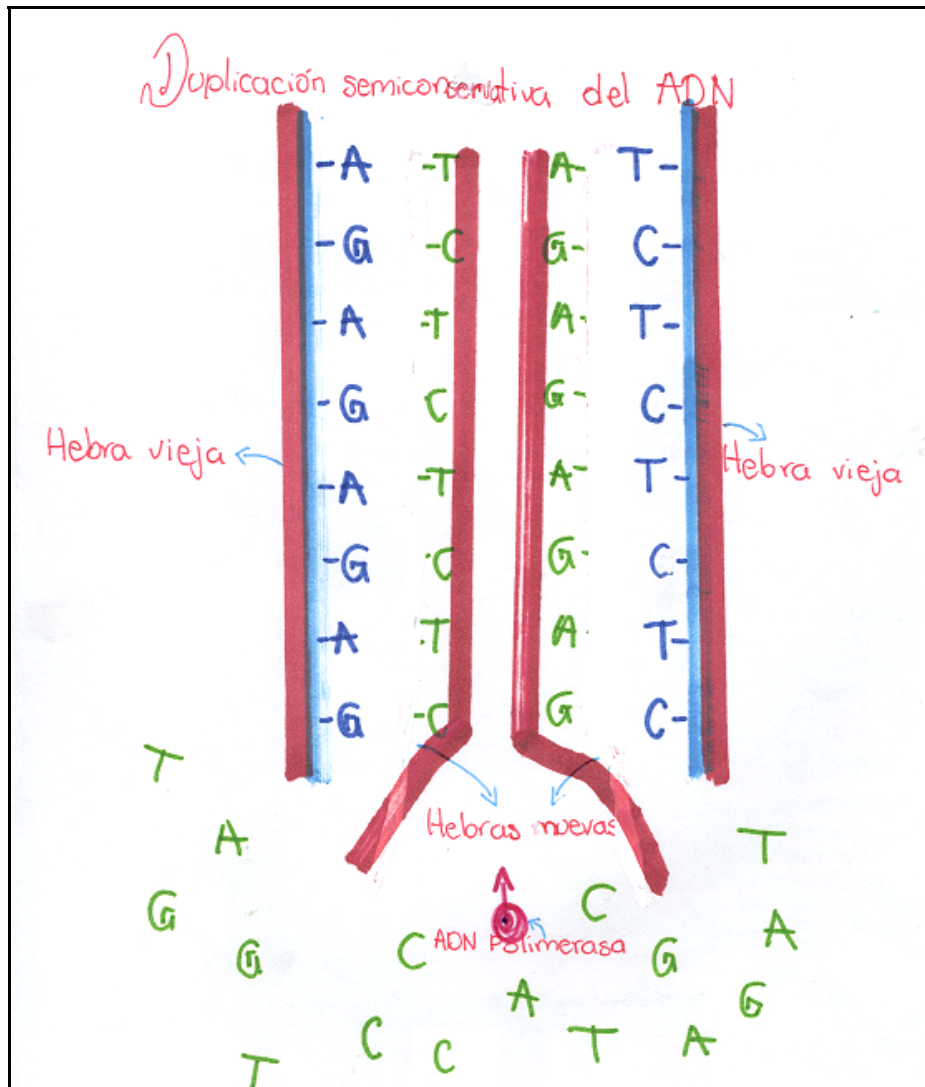
A partir del análisis de las 13 gráficas entregados, se establecen tres categorías (ver cuadro 16).

**Cuadro 16:** Resultados de las graficas del proceso de duplicación del ADN elaboradas por los estudiantes de 8º.

<b>Categorías</b>	<b>F</b>	<b>%</b>
Identifica bases, enzima y duplicación	6	46.15
Identifica bases e ilustra la duplicación	3	23.07
Identifica enzima y duplica incorrectamente	4	30.76
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

- Identifica bases, enzima y duplicación: contiene las gráficas en las que se identifican las bases nitrogenadas, la enzima ADN polimerasa y el proceso de duplicación es correcto. Ver figura 16 y anexo 14.
- Identifica bases e ilustra la duplicación: son aquellas gráficas en las que se identifican las bases y se ilustra el proceso de duplicación pero no se reconocen sus partes como ADN, enzima y hebras nuevas.
- Identifica enzima y duplica incorrectamente: hace referencia a las gráficas en que se identifica la enzima, pero al representar el fragmento duplicado, se desconoce la complementariedad de las bases y en algunos casos en una sola hebra del fragmento se ubican dos filas de bases.

En relación con las graficas se evidencia un progreso en la representación del fragmento de ADN; solo dos reflejan confusión al construir los dos nuevos fragmentos de la cadena de ADN.



**Figura 16:** Grafica de la Vh de la figura 15, sobre la duplicación de un fragmento de ADN realizada por Ángela Guerrero, Zayda Pabón y Laura Bohórquez 8º.

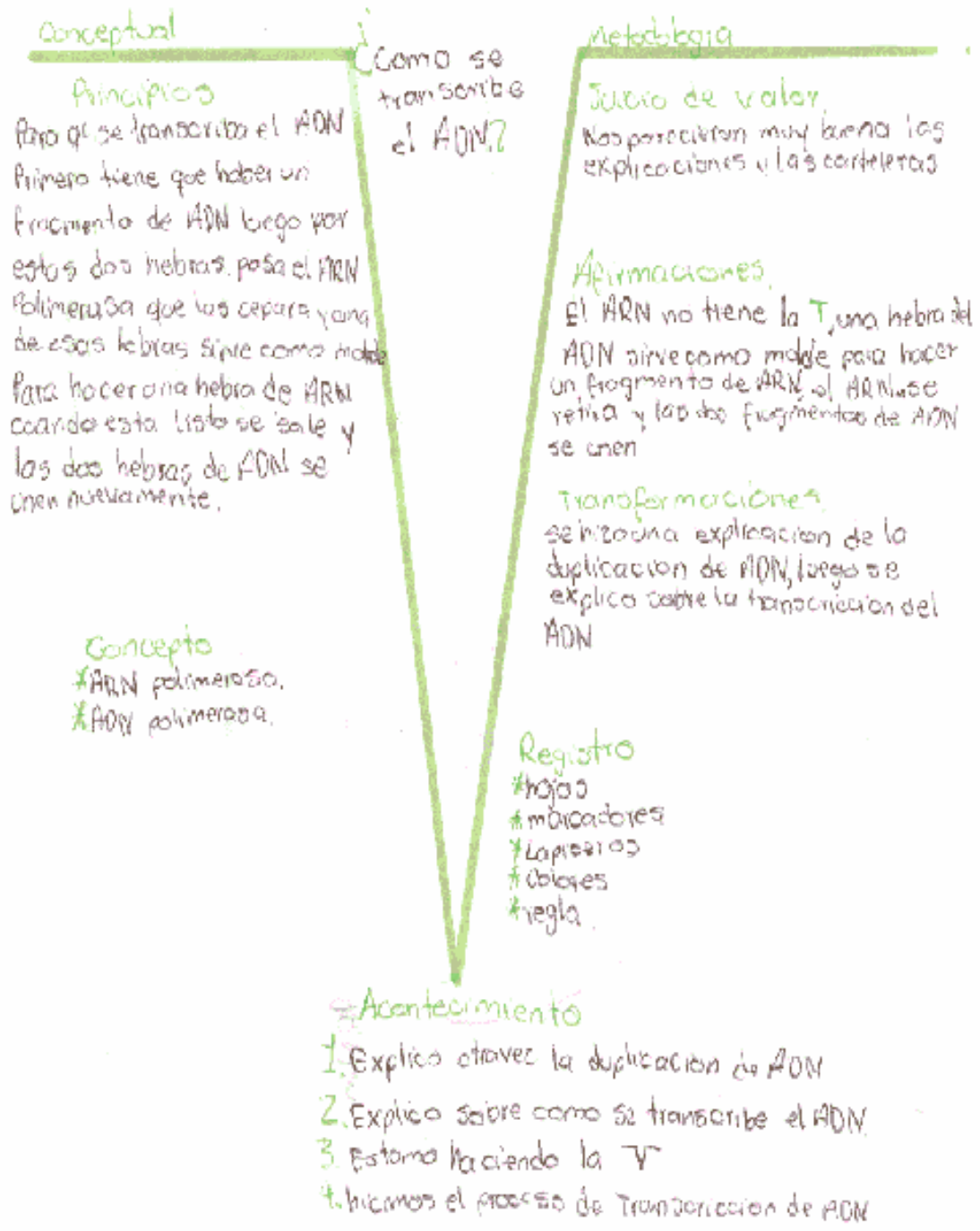
#### **ACTIVIDAD N° 4: Transcripción del ADN**

Para dar inicio a la sesión, se hace un recuento sobre el trabajo realizado en la actividad anterior y se especifica la función de cada una de las enzimas que intervienen en los dos procesos (duplicación y transcripción).

Luego en el tablero, con todo el grupo, se hace un ejercicio de duplicación de un fragmento de ADN y con uno de los fragmentos resultantes se realiza la transcripción, además se representa un cartel que contiene un ejemplo del proceso de transcripción de un fragmento de ADN. A continuación cada uno de los grupos construye una Vh con el propósito de responder la pregunta central formulada por los mismos estudiantes: ¿Cómo se transcribe el ADN?

#### **Análisis de la V heurística sobre transcripción del ADN**

En las 16 Vh elaboradas por los educandos, se manifiesta un progreso conceptual, puesto que realizan comparaciones entre los dos procesos (duplicación y transcripción del ADN), solucionan la pregunta central de forma satisfactoria por lo cual se les ubica en el nivel 2 de competencias (ver figura 17) y representan gráficamente el proceso de transcripción.



**Figura 17:** V heurística sobre la transcripción del ADN elaborada por Ana Milena Santamaría y Ángela Celis estudiantes de 8º.

Las gráficas elaboradas para representar el proceso de transcripción de un fragmento de ADN, muestran la conceptualización del mismo (proceso), los resultados (ver cuadro 17) se presentan a continuación organizados en categorías que corresponden a lo registrado en cada uno de los dibujos, de la siguiente manera:

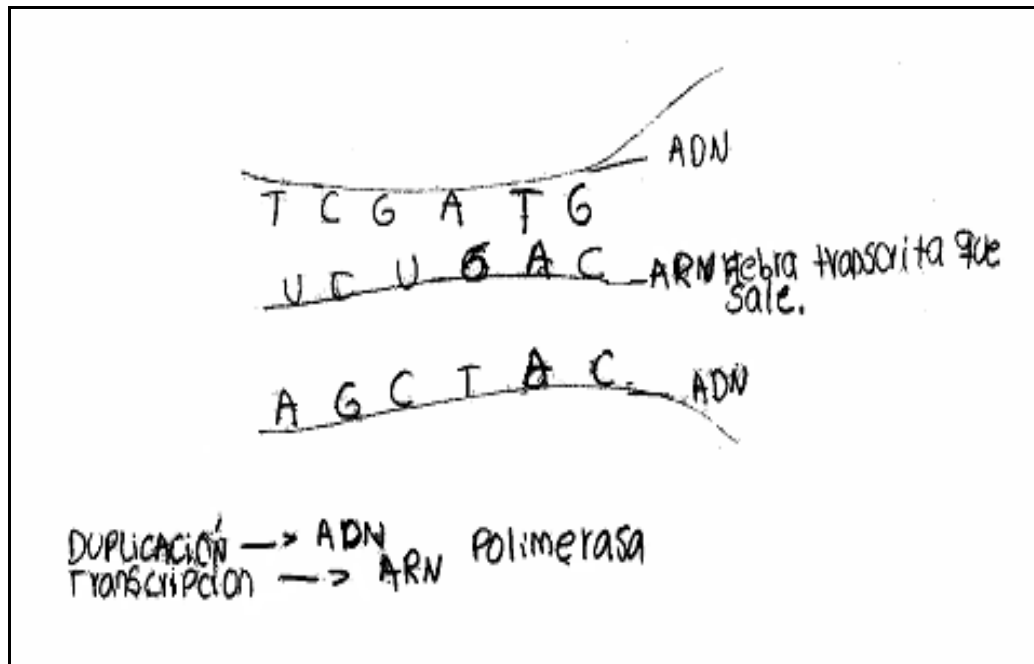
- Proceso completo: las graficas representan la transcripción e identifican las bases, los ácidos nucleicos y la enzima ARN polimerasa.
- Proceso incompleto: ubican las gráficas que representan el proceso de transcripción, identificando las bases, los ácidos nucleicos pero no la enzima ARN polimerasa.
- Proceso confuso: las graficas no permiten identificar la enzima y muestra confusión entre las bases del ADN y ARN.

**Cuadro 17:** Resultados de las graficas sobre del proceso de transcripción del ADN elaboradas por estudiantes de 8º.

<b>Categorías</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
Proceso completo	2	14.28
Proceso incompleto	11	78.57
Proceso confuso	1	7.14
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

En las graficas se evidencia el reconocimiento de la transcripción, por un 22% de la población (ver figura 18), aunque el 78% tiene dificultad para identificar la

enzima participante en el proceso mismo. Solo en una grafica se presenta la confusión respecto a las bases propias de cada ácido nucleico, como se muestra en la figura 1.



**Figura 18:** Grafica de la trascrición de un fragmento de ADN realizada por Maria Alejandra Caballero, Silvia Mora y Luz Dary Sandoval de 8°.

### Actividad nº 5. Síntesis de proteína.

Al iniciar la sesión se presenta un cartel que ilustra el proceso de transcripcón, la síntesis de proteínas dentro de una célula y la descripción de las imágenes que

allí se ilustran, para luego realizar una aclaración conceptual sobre qué se entiende por aminoácidos y proteínas.

Posteriormente se llega a reconocer la forma en que las diferentes bases se pueden agrupar para formar codones y determinar la secuencia de aminoácidos; se realizan algunos ejercicios en el tablero siguiendo la tabla del código genético.

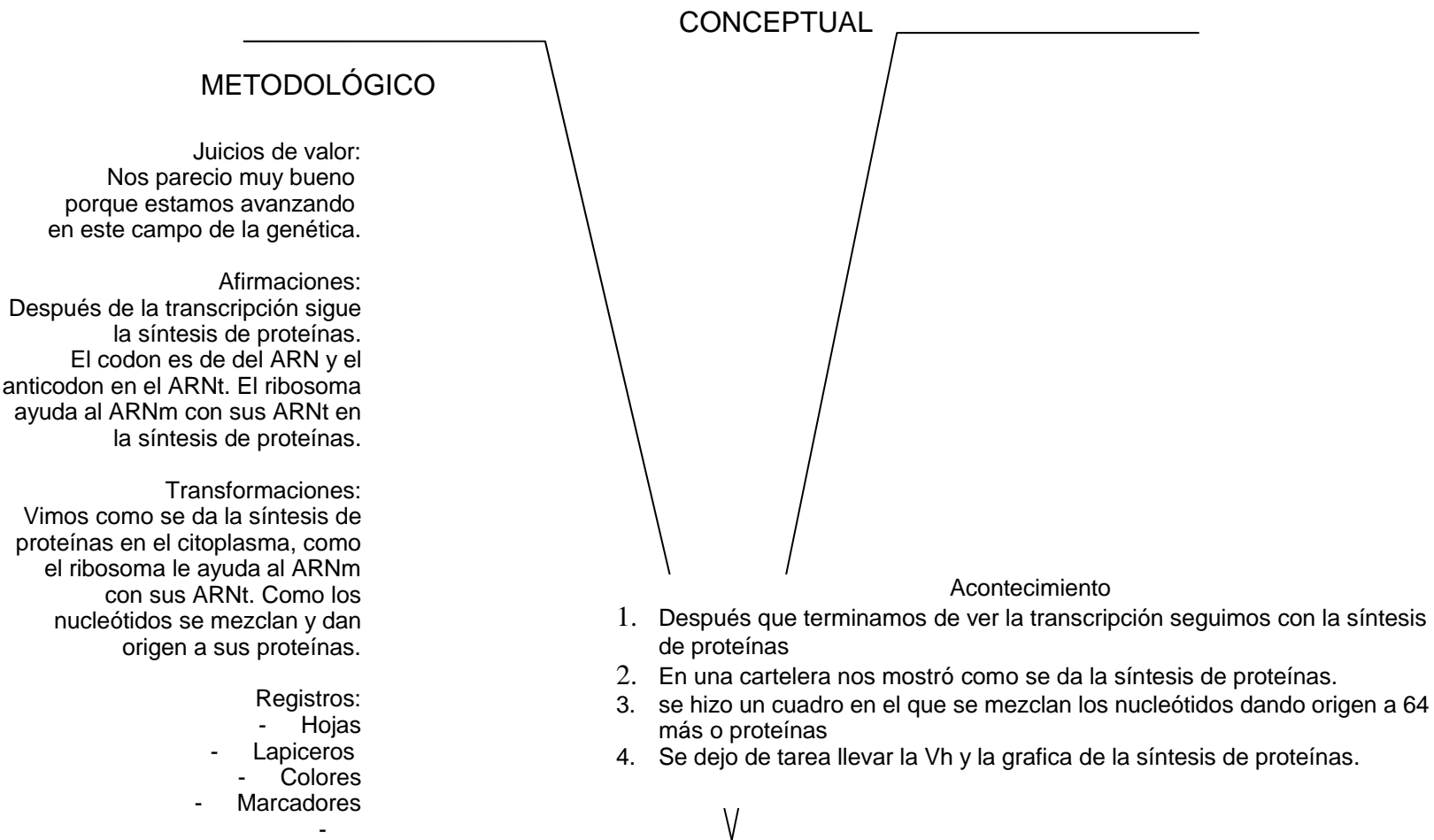
Después en el tablero se representa la síntesis de una cadena polipeptídica codificada por un fragmento de ADN

### **Análisis**

En la V heurística elaborada por los diferentes grupos de trabajo se aprecia la conceptualización sobre la síntesis de proteínas, en la que se tiene en cuenta el proceso que da lugar a la síntesis de proteína (ver figura 19), por lo que se deduce que se logra el nivel 1 de competencias, puesto que manifiestan claridad y apropiación conceptual. Llama la atención el retroceso en la construcción de la Vh, la mayoría las relaciona con las afirmaciones.

Se construyen 5 instrumentos y 5 graficas, estas últimas ilustran el proceso (síntesis de proteínas) identificando los elementos que intervienen en él como: los ribosomas, el ARNm y sus codones, el ARNt y los anticodones y los aminoácidos;

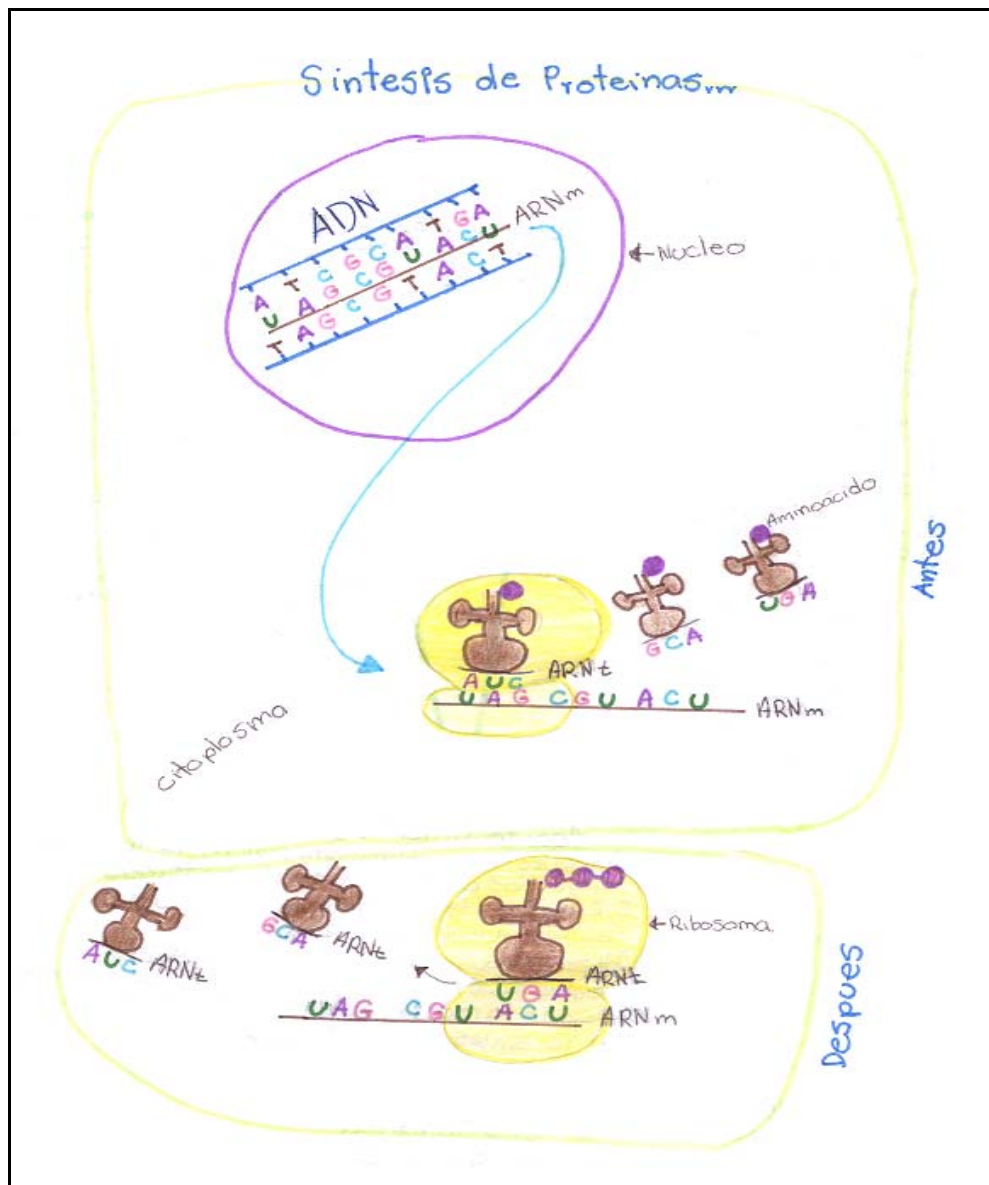
explicitándose en uno de los gráficos el lugar de la célula donde se lleva a cabo este proceso como se muestra en la figura 20.



V

**Figura 19:** Transcripción de la V heurística de la síntesis de proteínas elaborada por Ángela Celis y Ana Milena Santamaría

estudiantes de 8º



**Figura 20:** Grafica sobre la síntesis de proteínas elaborada por Ángela Celis y Ana Milena Santamaría estudiantes de 8º.

### 3.6.3 Fase nº 3: Evaluación de la propuesta

Para evaluar la apropiación de conceptos y el manejo de la herramienta, se aplican los dos instrumentos diseñados para 9º, el primero de ellos es escrito y consta de dos versiones (ver anexo 13 a y b), el segundo consiste en construir la Vh en torno a la pregunta central: ¿Cómo podría explicar la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos?

### **Análisis del instrumento escrito**

El análisis de los resultados obtenidos a partir del instrumento escrito, se presentan en el cuadro 18 atendiendo a la existencia de dos versiones con igual número de preguntas y contenido pero diferentes ejercicios. Los resultados se expresan en categorías de análisis las cuales se establecen según las respuestas dadas por los educandos y coinciden con las identificadas para el grado noveno (ver pagina 102).

**Cuadro 18:** Resultados de la evaluación conceptual en 8º.

PREGUNTA	CATEGORÍAS		F	
			a	B
<p>1</p> <p>Con la siguiente secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN, construya la hebra complementaria y duplique el fragmento.</p> <p><b>a:</b> C G T A G C A T G</p> <p><b>b:</b> A C G A G T A T C</p>	Hebra complementaria	Acierto	14	6
		Desacierto	4	5
	Duplicación	Acierto	2	4
		Desacierto	14	7
		No se representa	1	
<p>2</p> <p>El fragmento de ARN</p> <p><b>a:</b> A U C C A U A G C</p> <p><b>b:</b> U C G G C A A U G</p> <p>es el resultado de la transcripción de una de las hebras de un fragmento de ADN. Escriba a continuación la hebra de ADN de la cual fue transcrita.</p>	Acierto		10	3
	Desacierto		5	6
	No se representa		2	2
<p>3</p> <p>Realice la síntesis de la proteína codificada por el siguiente fragmento de ARNm</p> <p><b>a:</b> A G G A C G U A G</p> <p><b>b:</b> A C C U G C C A G</p> <p>señalando los codones, anticodones y los aminoácidos para cada uno de ellos.</p>	Codón		2	1
	Anticodón y codón		3	4
	No se representa		3	2
	Desacierto		2	
	Solo ARNt		1	
	Codones y aminoácidos		1	
	Codón, anticodon y Aminoácidos		4	4

Del cuadro anterior se deduce respecto al ítem número uno que la mayoría de los registros muestran conocer la forma en que se construye el fragmento de ADN, con un bajo nivel de dificultad al representar la duplicación del mismo. Esto permite concluir que se ha alcanzado una conceptualización significativa sobre la

duplicación del ADN, pues se evidencia capacidad para aplicar un concepto a una situación problema.

En el segundo punto la mitad de la población logra construir una de las hebras del fragmento de ADN de la cual surge la hebra de ARN mencionada en el ejercicio.

Los resultados obtenidos en el numeral tres, muestran que la mayoría reconoce los elementos que intervienen en la síntesis de proteínas, de igual forma, grafican, el proceso, aspecto a resaltar en este grupo, puesto que la representación gráfica demuestra un mayor grado de aprendizaje significativo; sin embargo hay quienes no lo hacen o presentan dificultades para realizarlo, ellos no reconocen los anticodones y codones, elementos esenciales para el proceso.

#### **Análisis del segundo instrumento de evaluación:**

#### **La V heurística sobre ¿Cómo podría explicar la transmisión de características hereditarias de padres a hijos?**

En esta fase se elaboran 33 Vh (ver figura 21); para dar solución a la pregunta central ¿Cómo podría explicar la transmisión de características hereditarias de padres a hijos?, para la cual de forma individual se realizan diagramas con fotografías, dibujos o nombres (para representar cada familiar: papá, mamá e hij@) y de esta forma identificar las características que se encuentran entre padres e hijos y se pueden heredar. Esta actividad se realiza como material de

apoyo que sustituye el experimento a realizar dentro de la metodología de la Vh para dar solución a la pregunta central.

CONCEPTUAL  
METODOLÓGICO

¿Cómo podría explicar la transmisión de características hereditarias de padres a hijos?

todos los ocurren en el que nos da características

Juicios de valor

La clase estuvo un poco movida y se entendió

Principios

Después de procesos que ADN este es el las

Afirmaciones

El ADN es que transmite las características hereditarias como en lo físico y en las enfermedades.

hereditarias de nuestros padres que van en las células del espermatozoide de mi papá y en el óvulo de mi mamá, que cuando es fecundado sufren una transformación de donde sale una criatura con algunas de

Transformaciones

El ADN se transforma en ARN y después en aminoácidos y esto después en proteínas.

las

características de ellos dos.

Registros

- Hoja
- Lapicero
- Fotos
- Libros

Conceptos

- ADN
- ARN
- 

Características hereditarias

Acontecimientos

La profesora nos explico como se transmiten las características hereditarias. Luego pegamos las fotos y escribimos las características de los papás y nosotros. Hicimos la V

**Figura 21:** Transcripción de la V heurística de la actividad evaluativa construida por Ana Maria Santamaría de 8º.

Los 25 diagramas elaborados evidencian la construcción conceptual respecto de los caracteres hereditarios, que se transmiten de padres a hijos (rasgos físicos o comportamentales) como se muestra en el anexo 15.

El análisis del segundo Instrumento se muestra en el cuadro 19, allí se sintetiza los logros alcanzados con las herramientas (Vh) construidas:

**Cuadro 19:** Resultados de la V heurística de la actividad evaluativa, elaborada por estudiantes de 8º.

Conceptualización	<i>f</i>
Se concibe la transmisión de caracteres hereditarios de padres a hijos como producto de la transmisión por medio de la sangre.	11
Reconocen el ADN como el responsable de la transmisión de características hereditarias pero obvian el proceso por el cual se da dicha transmisión.	8
Se realiza una conceptualización sobre los procesos por medio de los cuales se da la transmisión de características hereditarias pero no lo ubican a nivel celular.	14

Del cuadro anterior se deduce que las Vh se ubican en el nivel 1 de competencias puesto que manifiestan un manejo conceptual sobre el proceso de transmisión se características hereditarias, pero se presentan vacíos sobre el lugar y la forma secuencial en que se realiza.

## **RETROALIMENTACIÓN**

Debido a las falencias presentadas en la conceptualización del proceso de transmisión hereditaria a nivel celular, se estima pertinente revisar conceptos de meiosis y mitosis en 8º.

### **Mitosis y meiosis**

Se da inicio con la lectura “División celular” (ver anexo 4), que se analiza mediante preguntas, seguida por la construcción de la Vh, cuya pregunta central formulada por todo el grupo es ¿Cuál es la importancia de la mitosis y la meiosis? Culminada la elaboración de la herramienta se formula una vez mas la pregunta ¿Cómo podría explicar la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos? (Vh de la actividad evaluativa) para comparar las respuestas con las dadas antes de trabajar sobre la división celular. De esta manera se pretende comprobar si con o no fundamentales estos conceptos para la comprensión del proceso de transmisión de características hereditarias.

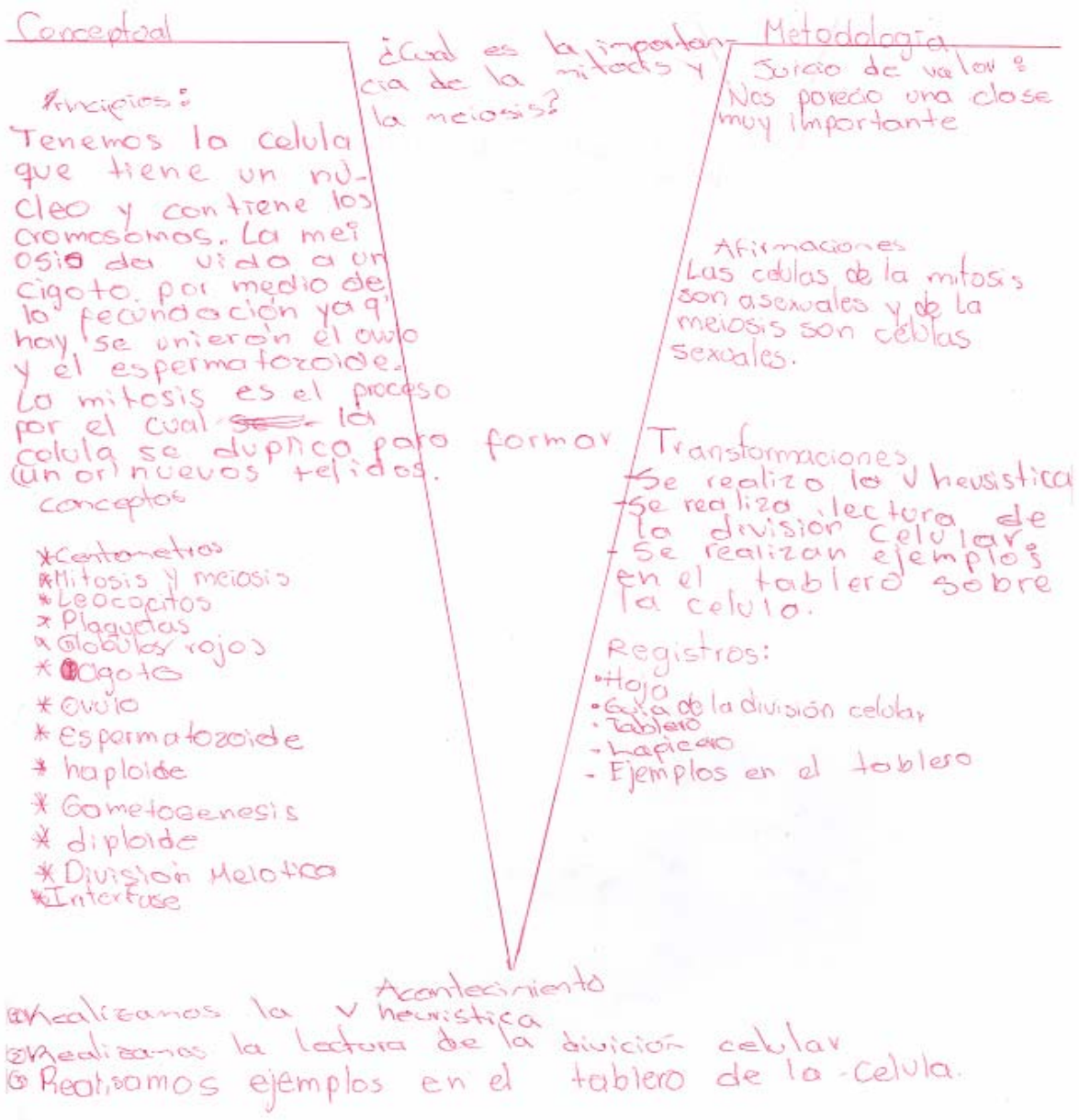
Esta sesión se realiza el último día de clases, por lo cual el número de participantes es menor que en las anteriores actividades, cabe resaltar el hecho

de que la participación en esta sesión fue voluntaria y que los educandos sabían que no recibirían ningún reconocimiento académico en ninguna de las áreas.

### **Análisis de la V heurística sobre meiosis y mitosis**

Se recogen 5 Vh, construidas en grupos, se identifica conceptualización sobre los procesos de división celular (mitosis y meiosis) y su relación con la transmisión de las características hereditarias como se muestra en la figura 22. En ellas es evidente que se da una construcción conceptual al asociar del proceso de transmisión de características hereditarias con la división celular correspondientes al nivel 2 de competencias.

Al culminar la construcción de la Vh sobre mitosis y meiosis se trabaja nuevamente la pregunta ¿Cómo podría explicar la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos? se responde de forma individual sin utilizar la Vh, con los estudiantes que participaron en la actividad de mitosis y meiosis. Se recogen 15 escritos, en los que se describe el proceso por el cual se llega a la transmisión de las características hereditarias ubicándolo a nivel celular, y retomando la división celular y los procesos de duplicación, transcripción y síntesis de proteínas, para dar una adecuada solución al interrogante formulado, las cuales se ubican en el nivel 2 de competencias (ver figura 23).



**Figura 22:** V heurística sobre la mitosis y meiosis elaborada por Zayda Pabón, Ángela Guerrero y Laura Bohórquez de 8º

explica la forma como se transmiten las características hereditarias de padres a hijos?

RTA:

Por que el ADN esta en el nucleo de la célula donde el ADN se transcribe a ARN Mensajero el cual se sale y pasa al citoplasma y forma unos aminoacido despues pasa al ribosoma para formar proteínas donde se da el resultado de la información del ADN.

Jaiber libardo Jerez s. 1B-02.

**Figura 23:** Respuesta elaborada por Jaiber Libardo Jerez estudiantes de 8º.

### 3.7 RESULTADOS

El análisis de la propuesta permitió establecer tres categorías de análisis, una de orden actitudinal, otra referida a la construcción del instrumento y la última relacionada con la construcción de conceptos.

- La categoría actitudinal: tiene que ver con la motivación, la participación, el compromiso y la posición que toma el educando ante el conocimiento.
  - La construcción del instrumento: se refiere al procedimiento, este encuentra el grado de apropiación en la construcción de la Vh.
  - La construcción de conceptos: describe la transformación de las ideas alternativas en conceptos fundamentales acerca del proceso de transmisión de caracteres hereditarios.
- **Actitudinal:** en la mayoría de los integrantes del grupo de 9º se manifestó dificultades respecto a la actitud o posición del educando frente al conocimiento, aspecto que dificultó la construcción de conceptos y comprensión de la herramienta. Se destacó la falta de compromiso para con la elaboración de trabajos, el incumplimiento con los diferentes materiales solicitados para el desarrollo de las actividades establecidas en el cronograma.

En grado 8º fue notable la actitud positiva ante la construcción de conocimiento, en las diferentes sesiones manifestaron gusto por la herramienta, incumplieron con los compromisos adquiridos para la realización de los diferentes trabajos como el llevar y utilizar los diversos materiales solicitados.

- **Construcción del instrumento:** en el transcurso de la aplicación de la propuesta, con grado 9º, se evidenció dificultad por parte del grupo al concebir

el desarrollo de cada sesión como parte de un proceso, manifestándose en el “acontecimiento” aspecto de la Vh donde se registra el proceso a seguir para dar solución a la pregunta central que conlleva a la construcción de conceptos ; en ellos se encontró durante el desarrollo de la propuesta en diferentes Vh, una serie de pasos (actividades) con poca relación entre los mismos y el objetivo que se pretendía (dar solución a la pregunta central) para la construcción de conceptos. Además se detectó confusión entre las “transformaciones” y “afirmaciones”, al no diferenciar que se registraba en cada uno de estos dos aspectos. En cuanto a la pregunta central en algunos momentos era distorsionada y al intentar darle solución registraban “principios” que giraban en torno a ella, pero no se concretaba una respuesta.

En el grado 8º desde el inicio de las diferentes sesiones se encontró facilidad en el manejo de la herramienta por la mayoría del grupo, registrando en ella el acontecimiento en forma adecuada, lo cual permite evidenciar que tan conciente es el estudiante del proceso de construcción de conocimiento realizado. En cuanto al desarrollo de la pregunta central, en su mayoría los estudiantes dieron solución, mediante la construcción de la herramienta; aunque en algunos casos aislados se presento confusión, particularmente en lo referente a las “afirmaciones” y las “transformaciones”.

- **Apropiación de conceptos:** durante el desarrollo de la propuesta con grado 9º se evidencio una construcción conceptual parcial; menos del 50% de la

población logró establecer relación entre los procesos de división celular hasta la síntesis de proteínas, procesos que intervienen en la transmisión de las características hereditarias.

En grado 8º se presentó un avance gradual en la construcción de conceptos durante el desarrollo de las sesiones, en el componente evaluativo se identificó un vacío conceptual, para relacionar los conceptos sobre genética molecular con la célula; ante lo cual fue necesario reajustar el cronograma de actividades y realizar una última sesión sobre mitosis y meiosis. Se evidenció la necesidad de incluir en la propuesta de trabajo la construcción de los conceptos de división celular: mitosis y meiosis, (en primera instancia no se incluyen por considerar, que de acuerdo con el plan de área, ya los habían trabajado).

La construcción de conceptos se evidencia en la transformación de ideas alternativas que poseían los educandos; al iniciar la aplicación de la propuesta algunos educandos atribuyen a la sangre la responsabilidad de la transmisión de las características hereditarias, siendo transformada por una función que se realiza a nivel celular en la que se dan una serie de procesos iniciando con la división celular, pasando por la duplicación y transcripción del ADN hasta la síntesis de proteínas.

#### **4. PROPUESTA**

### **LA V HEURÍSTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LOS CONCEPTOS DE GENÉTICA MOLECULAR EN ESTUDIANTES DE 9º**

Las necesidades educativas presentes en las instituciones educativas en cuanto al proceso enseñanza - aprendizaje en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, han promovido el diseño de metodologías y estrategias encaminadas al logro de un aprendizaje significativo de los diferentes contenidos del área. Es así como desde la práctica pedagógica docente se diseña y se propone una estrategia basada en el empleo de la V heurística al ser una herramienta que propicia la construcción de conocimiento a partir de la formulación de un interrogante al cual se le da solución por medio de una metodología diseñada para dar solución a la pregunta central y producción conocimiento.

La V heurística propuesta por Gowin, es una herramienta que induce al educando al conocimiento como científico natural ya que lo lleva a formular, proponer, experimentar, verificar y concluir, como se plantea en el método científico. Además permite que el educando desarrolle y ponga en acción sus competencias en el desempeño frente a la herramienta.

La estrategia propuesta para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular se sustenta en los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, donde

se presenta para el grado 9º los procesos celulares que conllevan a la transmisión de características hereditarias contenidas en el ADN.

Es una propuesta que consta de tres fases, la primera comprende el reconocimiento de las ideas alternativas presentes en los educandos para la adecuación de las actividades descritas; estas ideas permiten conocer el estado de conceptualización que cada uno de los educandos posee con respecto a genética molecular. La segunda fase se refiere al desarrollo de las actividades contempladas en la presente propuesta, las cuales permiten poner en acción al educando mediante el empleo de la V heurística para lograr la apropiación significativa de conceptos. Por último, la tercera fase se refiere al proceso de evaluación a nivel conceptual y metodológica (en el manejo de la Vh) de forma individual.

En las fases que contempla la propuesta se incluye el desarrollo y puesta en acción de competencias al interpretar, analizar y explicar textos y/o imágenes, además de demostrar y reconocer el desempeño de los educandos frente a las diferentes situaciones que contempla la construcción de la Vh al proponer, describir, experimentar y predecir a partir de la formulación de preguntas.

Finalmente, cabe mencionar que las actividades que se describen en la propuesta están sujetas a cambio o modificación, según lo ameriten las necesidades e intereses de la población a la cual va dirigida.

## 4.1 OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Aplicar la V heurística como estrategia didáctica para el aprendizaje significativo de conceptos de genética molecular en estudiantes de 9º.

### Objetivos específicos

- Reconocer las ideas alternativas que sobre genética molecular poseen los estudiantes para la adecuación de las actividades contempladas en la propuesta.
- Emplear la V heurística en actividades que propicien el aprendizaje significativo de conceptos de genética molecular.
- Evaluar el aprendizaje significativo sobre la transmisión de las características hereditarias logrado con el empleo de la V heurística.

## 4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

La propuesta consta de tres fases, en cada una de ellas se presenta actividades con sus respectivos objetivos, como se muestra en el cuadro nº 20.

**Cuadro nº 20:** Cronograma de actividades.

Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Reconocer las ideas alternativas en los estudiantes sobre los conceptos de genética.	Aplicación de instrumento diagnóstico
Fase nº 2: Aplicación		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Resaltar la importancia de la V heurística como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.	Presentación de la V heurística
2	Reconocer las diferencias que se presentan entre los ácidos nucleicos	Lectura: "Los ácidos nucleicos"
3	Representar el proceso de duplicación del ADN.	Dinámica: representación de la duplicación del ADN con camisetas de diferentes colores.
4	Comprender el proceso de la transcripción del ADN.	Representar gráficamente el proceso de transcripción del ADN.
5	Comprender la importancia de la síntesis de proteínas para la producción de las diferentes proteínas que expresan las características que se heredan de padres a hijos	Representar el proceso de síntesis de proteínas
Fase nº 3: Evaluación		
Nº	OBJETIVO	ACTIVIDAD
1	Identificar la apropiación conceptual y metodológica desarrollada en esta propuesta.	Aplicación de instrumentos evaluativos

### 4.3 METODOLOGÍA

La aplicación de la estrategia didáctica basada en la V heurística (Vh) se compone de siete actividades encaminadas al logro del aprendizaje significativo de

conceptos de genética, en relación con los procesos a nivel celular que determinan las características hereditarias en los seres humanos.

Cada una de las actividades propuestas desde el inicio van encaminadas al mejoramiento del mismo proceso; al iniciar con el reconocimiento de las ideas alternativas se pretende buscar estrategias que faciliten y permitan su transformación de forma significativa dentro de las mismas actividades planeadas

Es conveniente antes de aplicar la propuesta, reconocer las necesidades e intereses específicos del grupo en el cual se va a desarrollar para rediseñar (si es necesario) las fases que la propuesta presenta.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las actividades propuestas las cuales contienen sus objetivos generales correspondientes y los objetivos específicos redactados en términos de competencias, además se describen los materiales y sugerencias necesarias para realizar cada sesión.

#### **4.3.1 Fase nº 1: Indagación y caracterización de las ideas alternativas sobre genética.**

##### **Actividad nº 1: Aplicación de instrumento diagnóstico**

**Objetivo general:**

- Reconocer las ideas alternativas que sobre genética poseen los estudiantes de 9º.

**Objetivos específicos:**

- Relaciona conceptos propios de la vida cotidiana con la genética.
- Reconoce conceptos propios de la genética y los relaciona con la transmisión de características hereditarias.
- Emplea conceptos propios de la genética para dar explicación a procesos biológicos.

**Pasos a seguir**

- a. Presentación del proceso de la V heurística como herramienta didáctica.
- b. Entrega y presentación a cada participante del instrumento diagnóstico (ver anexo 1) a desarrollar. El instrumento consta de cinco interrogantes formulados teniendo en cuenta el contexto de los educandos. Cada uno de ellos y en su orden pretende reconocer las ideas alternativas que sobre la transmisión de características hereditarias en los seres humanos posee el educando.
- c. Caracterización de las respuestas registradas por los estudiantes, de esta forma se evidencian los vacíos o confusiones conceptuales presentes en los participantes, para diseñar o modificar las actividades que conlleven a la construcción de conceptos de forma significativa.

**Materiales:**

- Fotocopias del instrumento diagnóstico (ver anexo 1).
- Lapiceros

**Sugerencias**

- Es de gran importancia el indagar las ideas alternativas que sobre los contenidos de genética a desarrollar posee el educando, con el fin de reconocer el estado a nivel conceptual del grupo frente al trabajo a realizar.

**4.3.2 Fase nº 2: Aplicación de la propuesta****Actividad nº 1: Presentación de la V heurística.****Objetivo general:**

- ➔ Resaltar la importancia de la V heurística como estrategia para el aprendizaje significativo de los conceptos de genética molecular.

**Objetivos específicos:**

- Ⓜ Establece una relación entre la construcción del conocimiento y la V heurística.
- Ⓜ Explica y representa la mitosis y meiosis como procesos de división celular.
- Ⓜ Construye a manera de ejemplo la V heurística.

***Pasos a seguir:***

- a. Presentación de la V heurística durante el desarrollo de la sesión como la herramienta que facilita la conceptualización en todo el proceso de enseñanza aprendizaje en todas las actividades.
- b. Entregar y desarrollar en pequeños grupos de educandos la lectura “Ciclo celular”. Para el seguimiento del texto se indica a cada grupo que formule una pregunta sobre los procesos de división celular a la cual se le dará solución en el transcurso de la sesión. Se recomienda seleccionar la pregunta mejor formulada para que todos los grupos trabajen con ella.
  - Reconocer y registrar en la Vh los conceptos claves que ayudaran a responder el interrogante central.
  - Se sugiere guiar a los educandos sobre la forma en que se construye la Vh teniendo en cuenta la secuencia de actividades que se dan durante la sesión, así registrar en ella los materiales, procedimientos, observaciones y conclusiones que se logran en la construcción de conceptos.
- c. Interpretar la lectura; se realiza por medio de preguntas dirigidas; dar oportunidad a los participantes para plantear preguntas sobre el contenido del mismo.
  - Insistir que en la construcción de la Vh se registran todos los procedimientos empleados, ya que permitirán dar a conocer el proceso por medio del cual se llega a la solución del interrogante.

- ▶ Registrar las conclusiones o acuerdos a los que se llegan en el transcurso de la sesión en el grupo de trabajo y con todos los participantes.
- d. Representar gráficamente los procesos de división celular “mitosis y meiosis”, los materiales se piden con anterioridad al día de la sesión. Con este material y la lectura realizar comparaciones y dar conclusiones para llegar a la respuesta de la pregunta final.
- e. Formular juicios de valor sobre el contenido, la metodología realizada, la metodología propuesta con el uso de la Vh para la construcción del conocimiento y otras; las cuales se registran en la Vh.
- f. Culminar de construir la Vh. Las Vh y las graficas son recogidas para su posterior análisis y valoración.

***Sugerencias:***

- ▶ Al ser esta la primera actividad en la que se tiene contacto con la Vh, se recomienda guiar durante toda la sesión la construcción de la herramienta.
- ▶ Propiciar un ambiente favorable para la formulación de preguntas y la selección de la más adecuada por parte de los mismos.
- ▶ Recalcar que la metodología de la actividad se resume en la Vh.
- ▶ Utilizar las Vh y las graficas realizadas para evidenciar los vacíos, falencias y fortalezas del proceso, así permitir su adecuación.

***Materiales:***

- Fotocopias de la lectura: “Ciclo celular” (ver anexo 5).
- Hojas.
- Lapiceros, lápiz, borrador y regla.
- Papel de colores.
- Colbón.

## **Actividad nº 2: Los ácidos nucleicos.**

### ***Objetivo general:***

- ➔ Reconocer las diferencias que se presentan entre los ácidos nucleicos

### ***Objetivos específicos:***

- ⊕ Relaciona situaciones cotidianas con las presentadas por la ciencia.
- ⊕ Interpreta textos científicos sobre “Los ácidos nucleicos” realizando una abstracción de los mismos.
- ⊕ Representa y explica por medio de graficas y de la Vh la mitosis y meiosis.

### ***Pasos a seguir***

- a. Actividad sobre claves: se inicia con preguntas sobre las diferentes claves que utilizan las personas para comunicarse entre sí como: ¿Qué claves conoces para comunicarte con otra(s) persona(s)? ¿Cuál es la importancia del lenguaje en clave?

Realizar ejemplos sobre la forma en que una palabra puede tener varios significados y relacionarlo con el lenguaje en claves, ejemplo: roma, ramo, amor, mora.

- b. Entrega de la lectura “Los ácidos nucleicos”, terminada la lectura por medio de preguntas interpretar el texto y relacionar el lenguaje en claves con el lenguaje en clave de los ácidos nucleicos.
- c. Formular la pregunta central por grupos, luego dibujar del diagrama de la Vh en una hoja por cada grupo.
- d. Establecer con los educandos las diferencias presentes entre el ADN y ARN y entre las bases nitrogenadas de cada ácido nucleico.
- e. Representar los ácidos nucleicos con materiales que se sugieren con anterioridad (papel de colores, tijeras, colbón, lápiz).
- f. Terminar de construir la Vh. Recoger los materiales que se realizan en la sesión para su análisis.

***Materiales:***

- Lectura: “Los ácidos nucleicos” (ver anexo 7)
- Hojas.
- Papel de colores.
- Regla, lápiz, lapicero, borrador.
- Colbón, tijeras

***Sugerencias***

- Es oportuno en esta actividad que los educandos logren establecer que los ácidos nucleicos poseen un lenguaje en clave y ese lenguaje es el de sus bases nitrogenadas; de esta forma interpretar que en la ciencia como en la vida cotidiana existen diferentes lenguajes y códigos de fácil comprensión.
- Procurar que los educandos tengan claridad en las diferencias existentes entre los ácidos nucleicos si es necesario realizar material o proponer otras actividades, para evitar posibles dificultades en las actividades siguientes.

**Actividad nº 3:** Dinámica: representación de la duplicación del ADN con camisas de diferentes colores.

***Objetivo general:***

- ➔ Representar gráficamente el proceso de duplicación del ADN.

***Objetivos específicos:***

- Ⓜ Representa de forma creativa el proceso de duplicación del ADN.
- Ⓜ Describe y representa gráficamente el proceso de duplicación del ADN.
- Ⓜ Construye y explica el proceso de duplicación del ADN por medio de la V heurística.

***Pasos a seguir***

- a. Dinámica. Con anterioridad se organizan 5 grupos, uno de ellos con 2 o tres estudiantes, a cada grupo se les asigna un color diferente y a sus integrantes se les pide llevar el día de la actividad una camisa de ese color.
- ▶ A cada grupo se le asigna un nombre: Adenina, Guanina, Citosina, Timina y ARN polimerasa el grupo con menor número de integrantes.
  - ▶ Cada estudiante será una base nitrogenada, un brazo será el azúcar, el otro los puentes de hidrogeno y una pierna será el fosfato, de esta forma con todo el cuerpo se completa un nucleótido al que se le da el nombre de la base que representa.
  - ▶ Formar una hebra de ADN con 6 nucleótidos, luego se da la orden de formar de forma complementaria la otra hebra y realizar las uniones correspondientes con los puentes de hidrogeno (brazos), de esta manera queda una cadena con 12 nucleótidos.
  - ▶ Simular la entrada de la enzima ADN polimerasa al romper los puentes de hidrogeno y separar las dos hebras, luego los nucleótidos que se encuentran en el citoplasma (los educandos que no participaron en la formación del primer fragmento de ADN) se unirán de forma complementaria a cada una de las hebras que se han separado.
  - ▶ El primer fragmento de ADN desaparece y resultan dos nuevos fragmentos, cada uno de ellos lo conforman una hebra vieja y otra nueva. De esta forma se da por termina la dinámica de representación de la duplicación del ADN.
  - ▶ Nota: durante la dinámica realizar preguntas a los diferentes grupos y dar puntos por las respuestas.

- b. Diseñar el diagrama de la Vh y formular la pregunta central.
- c. Los educandos narran e interpretan la dinámica realizada sobre la duplicación del ADN.
- d. Representar gráficamente la duplicación de un fragmento de ADN con materiales que se les pedirá con anterioridad (hojas, papeles de colores, tijeras, colbón, etc.)
- e. Construir la V heurística. Analizar los registros (Vh y graficas de la duplicación)

***Materiales:***

- Camisas de colores.
- Hojas y papel de colores.
- Tijeras, colbón y regla.
- Lápiz, lapicero y colores.

***Sugerencias***

- Tener en cuenta el número de educandos para organizar los grupos que participaran en la dinámica.

**Actividad nº 4:** Representar gráficamente el proceso de transcripción del ADN.

***Objetivo general:***

- ➔ Comprender el proceso de transcripción del ADN.

### **Objetivos específicos:**

- ⊕ Establece diferencias entre el proceso de duplicación y transcripción del ADN.
- ⊕ Mediante una gráfica representa el proceso de duplicación y transcripción del ADN.
- ⊕ Emplea la V heurística como herramienta interpretar el proceso de transcripción del ADN.

### **Pasos a seguir**

- a. Formular la pregunta central y dibujar el diagrama de la Vh.
- b. Describir con ayuda de todo el grupo el proceso de duplicación del ADN de la actividad anterior.
- c. Representar con los educandos en el tablero el proceso de transcripción del ADN, con ayuda de nucleótidos realizados con papel de colores.
- d. Representar gráficamente el proceso de transcripción del ADN con materiales sugeridos con anterioridad (papel de colore, colbón, colores, tijeras, etc).
- e. Establecer las diferencias presentes entre la duplicación y la transcripción del ADN.
- f. Construir la Vh y analizarla.

### **Materiales**

- Hojas y papel de colores.
- Colbón, tijeras y regla.
- Lapiceros, colores, y lápiz.

### ***Sugerencias***

- En esta sesión es necesario procurar establecer las diferencias que se presentan entre el proceso de duplicación y el de transcripción del ADN.
- La actividad para interpretar la forma en que se da la transcripción del ADN puede variar, según los intereses y/o necesidades de los educandos y del docente.

### **Actividad nº 6: Representar el proceso de síntesis de proteínas**

#### ***Objetivo general:***

- ➔ Comprender la importancia de la síntesis de proteínas para la producción de las diferentes proteínas que expresan las características que se heredan de padres a hijos.

#### ***Objetivos específicos:***

- ⊕ Reconoce la síntesis de proteínas como el proceso que da la expresión de las características hereditarias.

- ⊕ Representa gráficamente la síntesis de la proteína codificada en un fragmento de ARNm.
- ⊕ Emplea la V heurística para dar solución a la pregunta central al explicar el proceso de síntesis de proteínas.

### ***Pasos a seguir***

- a. Con anterioridad al día de la sesión, los educandos realizan una consulta sobre: ARNr y ARNt, aminoácidos, proteínas y ribosomas; además de forma creativa elaboran por grupos: aminoácidos, ribosomas y ARNt.
  - b. Se inicia presentando las actividades a realizar en la sesión, luego se formula la pregunta central y se dibuja el diagrama de la Vh.
  - c. Cada grupo elabora en una hoja una tabla de 6 columnas y 17 filas, en la cual se diseña un modelo del cuadro del código genético (para ser empleada mas adelante).
- ▶ Retomar nuevamente la palabra roma, y cómo al cambiar el orden de sus letras también cambia su significado. (buscar otras palabras que tengan esa característica).
  - ▶ Preguntar: ¿El orden de las bases nitrogenadas de los codones del ARN es el mismo en todo el fragmento?, luego a manera de consulta realizar lo siguiente: sí el ARN se organiza en codones, teniendo en cuenta el cuadro que se encuentra en el tablero ¿qué forma propone para poder combinar todas las bases sin que quede un codón repetido?; se toman todas las propuesta hasta llegar a la adecuada, determinada por el cuadro del codito genético.

- ▶ Terminada la construcción del cuadro se realizan preguntas sobre la consulta realizada con anterioridad, de esta forma se induce al educando a que relacione al identificar los codones del cuadro con los diferentes aminoácidos.
- ▶ Con preguntas procurar relacionar la consulta realizada por los educandos para armar proteínas y especificar sus funciones.
- d. Realizar la transcripción de un fragmento de ARNm, identificar los codones y los anticodones y sus aminoácidos.
- e. Con ayuda del material realizado con anterioridad, simular junto con los estudiantes el proceso de síntesis de proteínas.
- f. Interpretar el proceso realizado, y resaltar su importancia para la transmisión de las características hereditarias.
- g. En grupos de trabajo, representar la síntesis de proteína de un fragmento de ARN con materiales sugeridos con anterioridad (papel de colores, colores, colbón, etc)
- h. Preguntar: ¿Qué relación puede existir entre los procesos de división celular, duplicación y transcripción del ADN y la síntesis de proteínas? Para que puedan relacionar los procesos al solucionar el interrogante central
- i. Terminar de construir la Vh.

### ***Materiales***

- Hojas y papel de colores.
- Tijeras, regla, colbón y borrador.
- Colores, lápiz y lapiceros.

### ***Sugerencias***

- La actividad nº 6 es recomendable realizarla en dos sesiones, la primera es la construcción del cuadro del código genético y la segunda la representación del proceso de síntesis de proteínas.
- Es importante que durante esta actividad se logren articular los procesos celulares realizados en las anteriores sesiones, para que de esta forma se conciba la transmisión de características como un proceso largo y articulado.

### **4.3.3 Fase nº 3: Evaluación**

#### **Actividad nº 1: Aplicación de instrumentos evaluativos**

##### ***Objetivo general:***

- ➔ Identificar la apropiación conceptual y metodológica desarrollada en esta propuesta.

##### ***Objetivos específicos:***

- Ⓢ Aplica sus conocimientos para dar solución a diferentes situaciones que se le presentan.
- Ⓢ Diseña y ejecuta estrategias para la solución situaciones problemáticas.
- Ⓢ Explica empleando la V heurística la forma en que se transmiten las características hereditarias.

### ***Pasos a seguir***

- a. Con anterioridad se informa a los educandos que se realizara una actividad en la que se pretende evaluar el proceso, a la cual pueden llevar toda la información que tengan sobre los diferentes contenidos, y en forma individual materiales como: hojas, fotografías de ellos y de los papás, colores y regla.
- b. Se inicia con la entrega del instrumento de evaluación conceptual (ver anexo 13), cada estudiante lo resolverá en el tiempo que el docente crea adecuado, al final se recogen.
- c. Se da inicio a la segunda parte de la evaluación, para la cual se formula la pregunta ¿Cómo podría explicar la transmisión de las características hereditarias de padres a hijos?, la cual es registrada en la Vh que dibuja cada educando.
- d. Cada educando partiendo de la pregunta central y el material sugerido, diseña y ejecuta la metodología a seguir para solucionar el interrogante, a la cual se incluye la siguiente actividad:
  - ▶ Con el material que llevan se les pide observar detalladamente las fotografías y sacar un listado de las características de cada una de las personas que aparecen en ellas (papá, mamá y educando), realizar comparaciones y reconocer cuales de esas características de los padres posee él. De forma creativa diseñar el material que contiene esa información.
  - ▶ Sugerir la utilización de los textos, libros y otras fuentes llevadas por los educandos para interpretar el material elaborado y poder solucionar la pregunta central.

- e. Terminar la construcción de la Vh. Los materiales realizados se entregan junto con la herramienta para su análisis.

### ***Materiales***

- Hojas y fotocopias del instrumento de evaluación (ver anexo 13)
- Libros, fotocopias y otras fuentes.
- Fotografías
- Lapiceros, colores y lápiz
- Regla, colbón y tijeras

### ***Sugerencias***

- Procurar que el educando sea quien diseñe y construya totalmente la Vh, de esta manera poder determinar la apropiación de la misma.
- En el instrumento de evaluación pueden variar los ejercicios para evitar posibles casos de copia que puedan entorpecer su validez.

## **4.4 SUGERENCIAS**

- En la actividad de presentación de la Vh es recomendable acompañar al educando durante la construcción de la herramienta, de esta forma responder a las inquietudes que sobre ella tengan los participantes.

- Fomentar la formulación de interrogantes que conlleven a interpretar explicar y argumentar para profundizar en el proceso.
- Analizar las elaboraciones de los educandos en todas las actividades para detectar las debilidades y fortalezas dentro del mismo proceso y permitir su adecuación.
- No es necesaria la construcción de la Vh, pero si la realización de los aspectos que la componen (pregunta central, acontecimiento, afirmaciones, principios, juicios de valor, principios, conceptos) de forma diferente para evitar que se produzca rechazo hacia la misma.
- Retroceder y reforzar el proceso si alguna falencia lo requiere.
- Propiciar actividades de laboratorio para que el aprendizaje sea más real y significativo.

## **5. RECOMENDACIONES**

Para dar continuidad a una propuesta, se sugiere en su aplicación tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La actitud del grupo objeto de estudio, es fundamental en el desarrollo de la propuesta, ya sea para potenciarla o inhibirla, según sea favorable o desfavorable respectivamente.
- El reconocimiento y aceptación del investigador, influye en la disposición del grupo, factor que a su vez incide en el desarrollo de la propuesta de investigación y consecución del objetivo propuesto

- Cuando el aprendizaje significativo se constituye en eje central de una propuesta, es de vital importancia la actitud del educando ante el conocimiento y se debe tener en cuenta la motivación hacia el trabajo a realizar.
- Se considera indispensable para el desarrollo de la propuesta el apoyo de la institución donde se desarrolle, puesto que al no otorgársele un valor al trabajo que se está realizando y al investigador, pueden presentarse inconvenientes respecto a las actividades a desarrollar.
- La propuesta permite su continuidad en diferentes contextos por su sencillo manejo metodológico, el cual hace posible comprobar su eficacia en el proceso enseñanza – aprendizaje.

## 6. CONCLUSIONES

- La aplicación de la V heurística como estrategia didáctica para la enseñanza de los conceptos de genética molecular, contribuye al aprendizaje significativo en estudiantes de 8º y 9º al mismo tiempo los aproxima al conocimiento como científicos naturales.
- La Vh es una herramienta valiosa para el desarrollo del pensamiento científico, puesto que permite generar conocimiento significativo a partir de un interrogante (pregunta central), el cual lleva a la formulación y desarrollo de un componente procedimental (acontecimiento) que favorece la construcción de conceptos.

- En un proceso de aprendizaje la implementación de la V heurística es de gran utilidad, pues es una herramienta que facilita la metacognición en los educandos, llevándolos así a la apropiación de conceptos de forma significativa al desempeñarse en la solución de diferentes situaciones problemáticas.
- La V heurística favorece el desarrollo de actividades que permiten establecer niveles de competencias frente a los desempeños alcanzados.
- Los educandos al iniciar cualquier proceso de aprendizaje poseen una serie de ideas alternativas que conviene tener en cuenta para la transformación conceptual, puesto que son conceptos construidos en el contexto (conocimiento común), difíciles de cambiar, ante lo cual es necesario buscar alternativas significativas donde a los educandos sean sujetos activos
- Las ideas alternativas presentes en los participantes se convierten en una barrera difícil de superar, pues son conceptos a veces incorrectos o confusos que prevalecen, por tanto es necesario que el material y las actividades planeadas tengan un valor muy significativo para que logren ser eficaces.
- Al comparar la experiencia (propuesta) en el desempeño de los dos grupos, se considera necesario presentar desde el inicio la herramienta (Vh) para tener un mayor número de actividades que favorezcan su conocimiento y apropiación.

- Permitió que un elevado porcentaje de educandos concibieran el conocimiento como un proceso y ofreció la posibilidad de construirlo.
- Influyó de manera significativa la motivación hacia el uso de la herramienta como método de trabajo, aspecto que se manifestó en los “juicios de valor” de las herramientas de cada uno de los grupos.
- Para el desarrollo óptimo de la propuesta se considera valiosa la disposición de la institución, los profesores y el grupo de estudio.
- Se considera importante el estudio de la genética molecular pues permite la comprensión de los procesos inherentes a la herencia biológica y sus variaciones, al mismo tiempo favorece la construcción de argumentos científicos sobre sus rasgos de parentesco.
- Es necesario que el grupo de estudio cuente con cierto nivel de comprensión lectora, esto facilita u obstaculiza la construcción de conocimiento.
- El interés y la motivación del grupo de estudio es fundamental en el desarrollo de una investigación, al determinar en que forma será la intervención de los participantes y su compromiso para con el desarrollo de cada una de las etapas y/o actividades previstas en el proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

AUSUBEL, David y otros. Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. 6a edc. México: Trillas. 1993.623p.

BACHELARD, Gaston. La formación del espíritu científico. México: Siglo Veintiuno, 1985. 302p.

BELTRÁN, Jesús y Bueno, José. Psicología de la educación. México: Alfaomega. 1997. 653p.

BOGOYA, Daniel y otros. Hacia una cultura de la evaluación para el siglo XXI. Taller sobre evaluación de competencias básicas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001.137p.

\_\_\_\_\_. Competencias y proyecto pedagógico. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2001. p.201.

CABALLERO, Agustín. Educación y formación del pensamiento científico. Bogotá: Universidad del Valle. 2003. 286 p.

CAROZZI, Mónica y otros. Didácticas especiales. Estado del debate. Argentina: Aique.1994.157p.

CURTIS, Helena. Biología. 5ª edición. Buenos Aires: Panamericana S.A. 2001. 940p.

DÍAZ BARRIGA, Frida y otros. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. 2ª edición. México: Mc Graw Hill.2002. 465p.

FORERO, Clara Maria. El maestro como investigador de su propia practica pedagógica a partir del modelo etnográfico y de investigación acción participativa. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia.1994.158p.

FLOREZ, Rafael y TOBON, Alonso. Investigación educativa y pedagógica. Bogotá: Mc Graw Hill. 2003. 205p.

FLOREZ, Rafael. Hacia una pedagogía del conocimiento. Bogotá: Mc Graw Hill.1994. 311p.

GUZMÁN B, Eloisa. La uve heurística como estrategia para el aprendizaje significativo del concepto nutrición humana en el grado octavo de enseñanza básica del Instituto Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela de Bucaramanga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2000. 167p.

JIMÉNEZ, Luís Felipe y MERCHANT, HORACIO. Biología celular y molecular. México: Prentice Hall. 2003. 853p.

JUNQUERIA, L.C y CARNEIRO, José. Biología celular y molecular. 6ª edc.  
Chile: Mac Graw Hill.1997.324p.

LAKATOS, Imre. La metodología de los programas científicos. Madrid: Alianza,  
1993. 315p.

KARP, Gerald. Biología celular y molecular. México: Mc Graw Hill. 1998. 746p.

MARTHEYN, Blanca. Aprendizaje significativo de la biología. Bucaramanga:  
Universidad Industrial de Santander.1998. 42p.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Ley General de la Educación (ley  
115). Bogotá. 233p.

\_\_\_\_\_. Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y  
en Ciencias Sociales. Formar en ciencia ¡el desafío! Lo que necesitamos saber  
y saber hacer. Revista serie guías N° 7. Bogotá: espantapájaros taller, 2004.  
47p.

\_\_\_\_\_. Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación  
Ambiental. Bogotá: Magisterio, 1998. 181p.

MORALEDA, Mariano. Psicología del desarrollo. Infancia, adolescencia,  
madurez y senectud. México: Alfaomega. 1999. 375p.

NOVAK, Joseph y GOWIN, Bod. Aprendiendo a Aprender. Barcelona: Martínez  
Roca.1998p.

PEREZ, Royman. Corrientes Constructivistas. De los mapas conceptuales a la  
teoría de la transformación intelectual. Bogotá: Colección Mesa Redonda.  
Cooperativa Editorial Magisterio. 1994. 152p.

WERTSCH, James. Vigotsky y la formación social de la mente. Barcelona: Paidós. 1995. 264p.

POPPER, Kart. Lógica de la investigación científica. Madrid: Paidós.1985. 451p.

# ANEXOS

**Anexo 1**

Instrumento nº 1: Ideas alternativas y apropiación de conceptos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

A continuación encuentra seis preguntas que muy probablemente se ha formulado en otras oportunidades, le invito a responderlas de manera espontánea, sus respuestas son muy importantes, con ellas contribuye a aclarar las dudas que existen sobre el tema.

1. ¿A quién me parezco más: a papá, mamá u otro familiar?

-----  
-----

2. ¿En qué me parezco a esa persona?

-----  
-----  
-----  
-----

3. ¿Por qué me parezco más a esa persona?

-----  
-----  
-----  
-----

4. ¿Qué entiende por características hereditarias?

-----  
-----  
-----

5. ¿Cómo se transmiten las características hereditarias en los seres vivos?

-----  
-----  
-----

6. ¿Qué determina que unos seres humanos sean hombres y otros sean mujeres?

-----  
-----

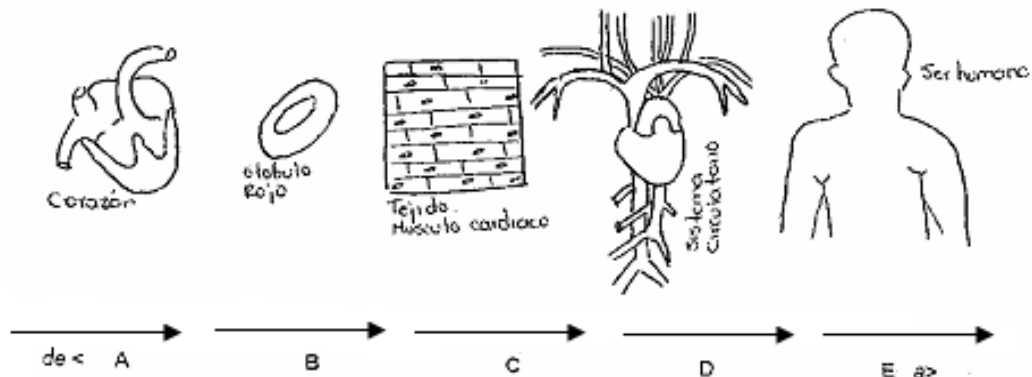
### Anexo 2

Instrumento nº 2: Apropiación de conceptos sobre la célula

2.1 Instrumento (a): Glóbulo rojo

#### UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA

1. Ordenar las imágenes que observa, desde la que parece la organización más sencilla hasta la más compleja; para lo cual debe escribir el nombre en el espacio que hay sobre la letra que encuentra en la escala de la A a la E.



2. ¿Qué tuvo en cuenta al elegir la imagen que ocupa el puesto A?

.....  
.....  
.....

3. ¿De las anteriores imágenes cuál se podría identificar como una célula?

.....  
.....

4. ¿Qué funciones cumplen las células

.....  
.....

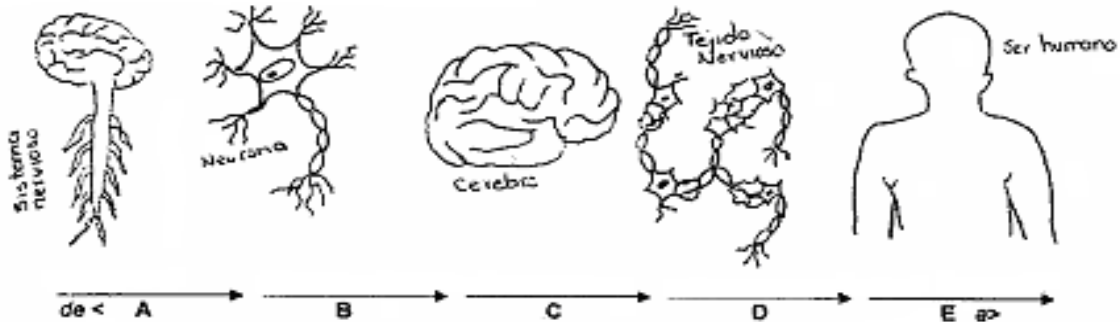
5. Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.

### Anexo 2.2

Instrumento (b): Neurona

## UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA

1. Ordenar las imágenes que observa, desde la que parece la organización más sencilla hasta la más compleja; para lo cual debe escribir el nombre en el espacio que hay sobre la letra que encuentra en la escala de la A a la E.



2. ¿Qué tuvo en cuenta al elegir la imagen que ocupa el puesto A?

-----  
-----  
-----

3. ¿De las anteriores imágenes cuál se podría identificar como una célula?

-----  
-----  
-----

4. ¿Qué funciones cumplen las células

-----  
-----  
-----

5. Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.

### Anexo 3

Graficas de la célula de la actividad 2 de la fase n° 1 de caracterización en 9º

5. Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.

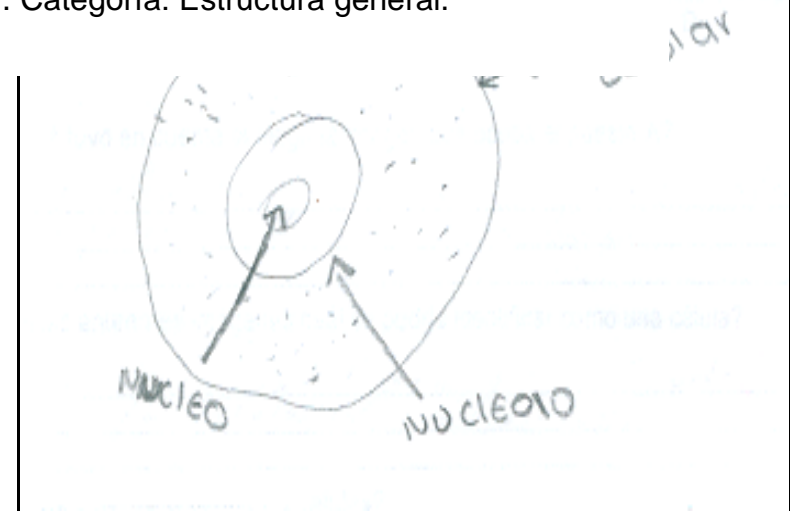
**Figura a:** dibujo realizado por Jessica Corzo de 9º.

Categoría: Trazo.

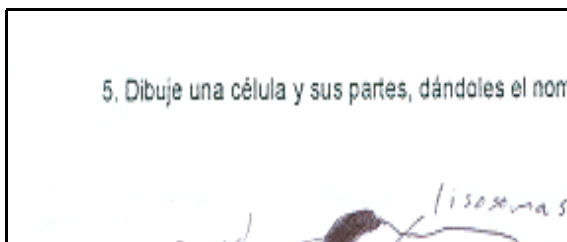


5. Dibuje una célula y sus partes, dándoles el nombre.

**Figura b:** dibujo realizado por Diego Romero de 9º. Categoría: Estructura general.

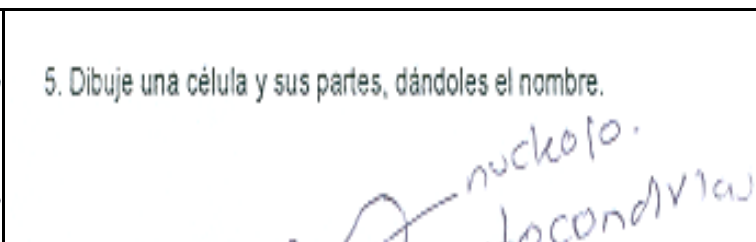






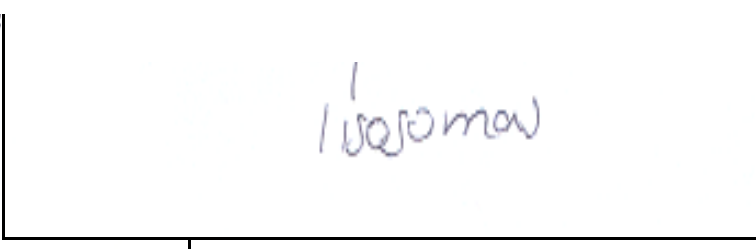
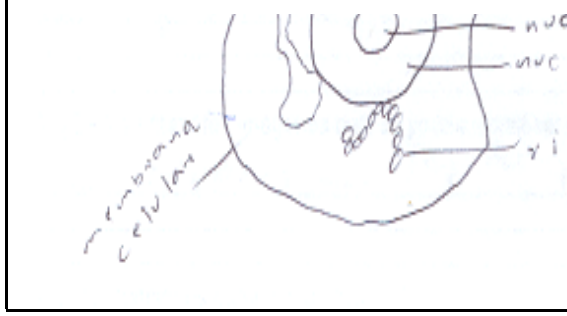
**Figura c:** dibujo realizado por Edgar Florez de

Categoría: No identifica.



**Figura d:** dibujo realizado por Jorgin Torres de

9º. Categoría: No identifica.



**Anexo 4.**

Lectura: División celular.

**DIVISIÓN CELULAR**

La estructura celular que interviene fundamentalmente en la reproducción y en la transmisión de las características hereditarias es el **núcleo celular**, él es el centro de control de la célula, si este se destruye, la célula muere; es de gran importancia porque contiene los **genes** y estos a su vez la información genética de cada organismo. Los genes conforman las cadenas de **ácido desoxirribunocleico (ADN)** material que se transmite de padres a hijos, controla la actividad celular y determina las características de los seres vivos. En el núcleo celular también se encuentra una masa llamada **cromatina**, que durante la división celular se observa claramente como una serie de estructuras filamentosas llamados **cromosomas** en los que se ubica el ADN y proteínas.

Todas las células se forman por división de celular preexistentes. La división celular puede separarse en **cariocinesis** o división nuclear, y **citocinesis** o división citoplasmática.

En los seres unicelulares la división celular es un proceso que conduce a la formación de nuevos individuos, y en los seres pluricelulares es un proceso que además cumple funciones de crecimiento y sustitución de células muertas.

Existen dos tipos de división celular, **mitosis** (asexual), que es la forma en que se dividen las células somáticas, y **meiosis** (sexual), que es el proceso de división de las células gonadales.

En la mayor parte de los organismos multicelulares encontramos dos grupos principales de células, células *somáticas* y células *gonadales* o *sexuales*.

Las células **somáticas** están compuestas por muchos tipos de células distintas que constituyen tejidos y órganos.

A continuación, veremos dos tipos de reproducción celular:

**Amitosis:** es propia de los seres unicelulares, da lugar a nuevos individuos por medio de procesos como la fisión binaria (bipartición) y la gemación.

**Mitosis:** se da en los seres pluricelulares. Es una clase de división celular por medio de la cual la célula madre puede transmitir todas sus características a las células hijas. Es un proceso que presenta las siguientes fases: profase, metafase, anafase y telofase. Se da inicialmente en el núcleo celular para repartir equitativamente la información genética a las células hijas y luego se produce la división del citoplasma, dando por resultado dos células idénticas a la célula madre, completándose el ciclo para dar paso a un periodo de crecimiento, duplicación de cromosomas y preparación para la siguiente división, este periodo se conoce como Interfase.

## **Anexo 5**

Lectura: Ciclo celular.

### **CICLO CELULAR**

El ciclo de vida de una célula, es similar al de un ser vivo, empieza “nace” mediante la división de una célula madre, crece y se reproduce “divide”.

El ciclo celular comprende la interfase y la división celular. Las células somáticas o corporales se dividen por mitosis y las células sexuales lo hacen por meiosis.

La interfase es el periodo de crecimiento de la célula recién formada y su preparación para la división, es decir comprende tres periodos denominados G1, S y G2.

El período G1, llamado primera fase de crecimiento, se inicia con una célula hija que proviene de la división de la célula madre. La célula aumenta de tamaño, se sintetiza nuevo material citoplásmico, sobre todo proteínas y ARN.

El período S o de síntesis, en el que tiene lugar la duplicación del ADN. Cuando acaba este período, el núcleo contiene el doble de proteínas nucleares y de ADN que al principio.

El período G2, o segunda fase de crecimiento, en el cual se sigue sintetizando ARN y proteínas; el final de este período queda marcado por la aparición de cambios en la estructura celular, que se hacen visibles con el microscopio y que nos indican el principio de la Mitosis o división celular.

## **MITOSIS**

La mitosis es el proceso de división celular por el cual se conserva la información genética contenida en sus cromosomas, que pasa de esta manera a las sucesivas células a que la mitosis va a dar origen.

La mitosis es igualmente un verdadero proceso de multiplicación celular que participa en el desarrollo, el crecimiento y la regeneración del organismo.

El proceso tiene lugar por medio de una serie de operaciones sucesivas que se desarrollan de una manera continua, y que para facilitar su estudio han sido separadas en varias etapas.

- **PROFASE** En ella se hacen patentes un cierto número de filamentos dobles: los cromosomas. Cada cromosoma constituido por dos cromátidas, que se mantienen unidas por un estrangulamiento que es el centrómero. Cada cromátida corresponde a una larga cadena de ADN. Al final de la profase ha desaparecido la membrana nuclear y el nucléolo.
- **METAFASE** Se inicia con la aparición del huso, dónde se insertan los cromosomas y se van desplazando hasta situarse en el ecuador del huso, formando la placa metafásica o ecuatorial.
- **ANAFASE** En ella el centrómero se divide y cada cromosoma se separa en sus dos cromátidas. Los centrómeros emigran a lo largo de las fibras del huso en direcciones opuestas, arrastrando cada uno en su desplazamiento a una cromátida.

La anafase constituye la fase crucial de la mitosis, porque en ella se realiza la distribución de las dos copias de la información genética original.

- **TELOFASE** Los dos grupos de cromátidas, comienzan a descondensarse, se reconstruye la membrana nuclear, alrededor de cada conjunto cromosómico, lo cual definirá los nuevos núcleos hijos. A continuación tiene lugar la división del citoplasma.

## CONSECUENCIAS DE LA MITOSIS

1. Contribuye al crecimiento del cuerpo desde su nacimiento hasta la muerte.
2. Repara células envejecidas.
3. Durante la división se mantiene el número de cromosomas.

## MEIOSIS

La meiosis es la división propia de células germinales o sexuales por la cual se obtienen células hijas con la mitad de los juegos cromosómicos que tenía la célula madre, estas células hijas llamadas gametos son espermatozoides en el macho y óvulos en la hembra, los cuales al unirse en la fecundación completan la información para todos los rasgos estructurales y funcionales del organismo a formar.

La meiosis se realiza mediante dos divisiones consecutivas a las cuales antecede la duplicación de los cromosomas.

La meiosis se produce siempre que hay un proceso de reproducción sexual.

En la célula existen dos juegos de material genético, es decir "n" parejas de cromosomas homólogos, uno de origen paterno y otro de origen materno. En la Profase I, cada cromosoma se aparea con su homólogo formando lo que se denomina una tétrada, es decir cuatro cromátidas y dos centrómeros.

Este apareamiento es un rasgo exclusivo de la meiosis, y tiene una trascendencia fundamental, ya que las cromátidas no hermanas, es decir paterna y materna, pueden entrecruzarse y romperse en los puntos de fusión dando lugar a un intercambio y recombinación de segmentos cromatídicos y por lo tanto de los genes en ellos localizados.

La meiosis ocurre mediante dos mitosis consecutivas. La primera división es reduccional y el resultado es la formación de dos células hijas cada una con "n" cromosomas.

La segunda división es una división mitótica normal y el resultado final de la segunda división meiótica es la formación de cuatro células hijas cada una de las cuales tiene un núcleo con "n" cromátidas

## CONSECUENCIAS DE LA MEIOSIS

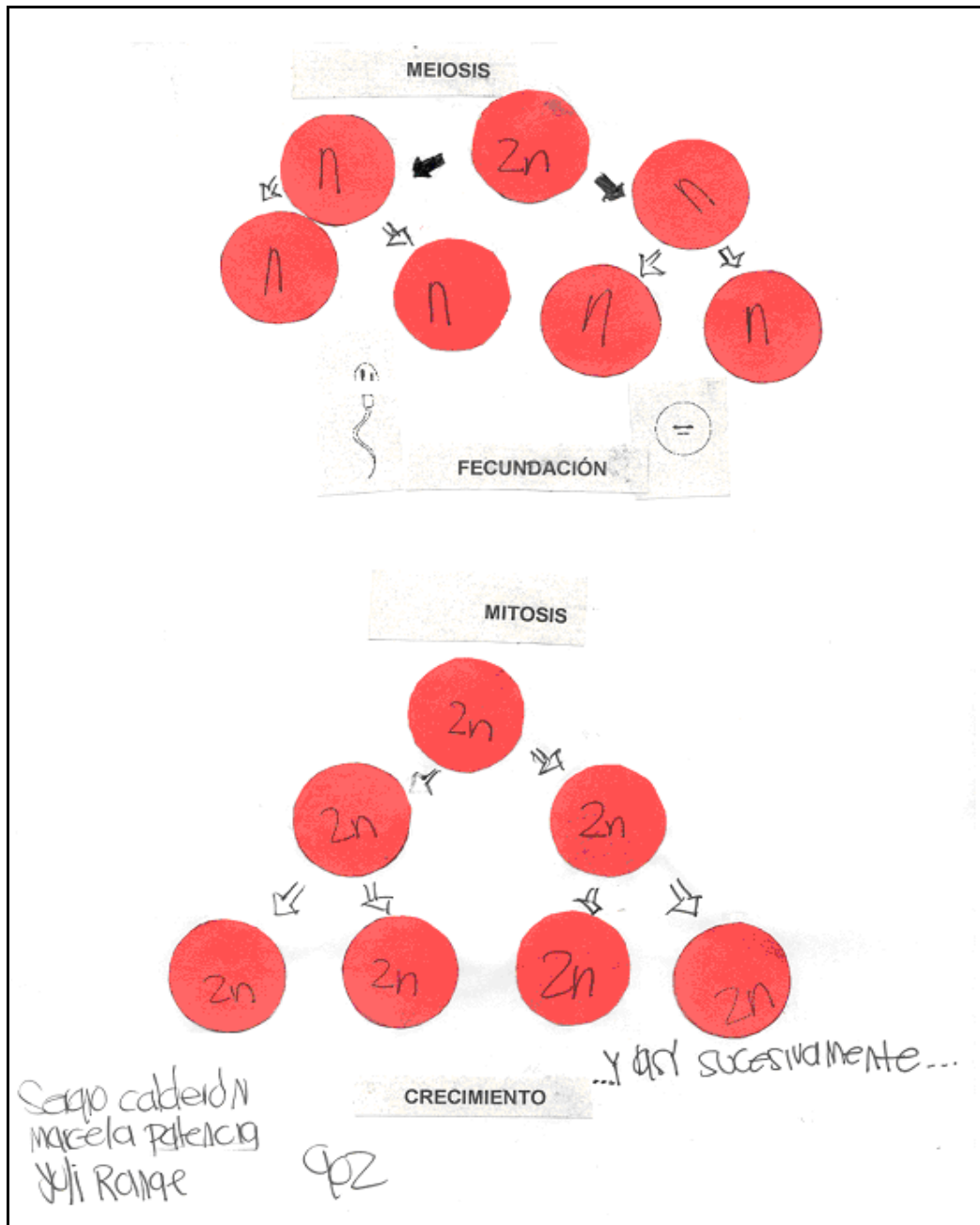
1. Es el proceso mediante el cual se obtienen células especializadas para intervenir en la reproducción sexual.

2. Reduce a la mitad el número de cromosomas, y así al unirse las dos células sexuales, vuelve a restablecerse el número cromosómico de la especie.
3. Se produce una recombinación de la información genética.
4. La meiosis origina una gran variación de gametos, debido al entrecruzamiento de segmentos de los cromosomas homólogos.

Tomado de: <http://www.arrakis.es/~lluengo/anucleicos.html>

### **Anexo 6**

Representación de la mitosis y la meiosis realizada por Sergio Calderón, Marcela Palencia y Yuli Rangel de 9º



### Anexo 7

Lectura: Los ácidos nucleicos.

### LOS ÁCIDOS NUCLEICOS

En la célula podemos encontrar dos ácidos nucleicos que contienen la información genética de los organismos y son los responsables de su transmisión hereditaria, los ácidos nucleicos están formados por largas cadenas de nucleótidos, enlazados entre sí por el grupo fosfato. Cada nucleótido está formado por:

- Un azúcar o pentosa (la ribosa o la desoxirribosa)
- Una [base nitrogenada](#) (adenina, guanina, citosina, timina y uracilo en el ARN)
- Ácido fosfórico

La unión del azúcar con una base y el ácido fosfórico da lugar al [nucleótido](#). Existen dos tipos de ácidos nucleicos ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico), entre una de sus diferencias se encuentra el azúcar que poseen: desoxirribosa en el ADN y ribosa en el ARN.

#### *Estructura del ADN*



## El ADN

En casi todos los organismos celulares el ADN está organizado en forma de cromosomas, situados en el núcleo de la célula. La molécula de ADN está constituida por dos largas cadenas de nucleótidos unidas entre sí formando una doble hélice. Las dos cadenas de nucleótidos que constituyen una molécula de ADN, se mantienen unidas entre sí porque se forman enlaces entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas uniéndose de la siguiente forma: adenina (A) se une con timina (T) y guanina (G) con citosina (C).

El ADN lleva la información necesaria para dirigir la síntesis de proteínas y la duplicación.

Se llama síntesis de proteínas a la producción de las proteínas que necesita la célula para realizar sus actividades y desarrollarse.

La duplicación o replicación del ADN es la capacidad que tiene el ADN de hacer copias o replicas de su molécula. Este proceso es fundamental para la transferencia de la información genética de generación en generación.

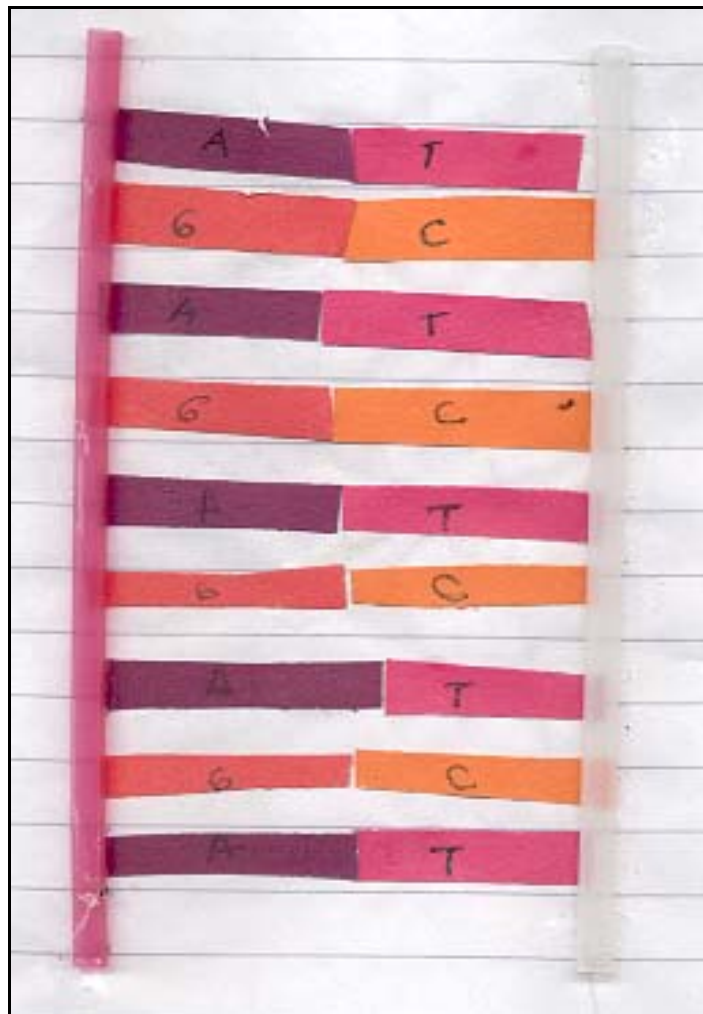
Las moléculas se replican de un modo semiconservativo. La doble hélice se separa y cada una de las cadenas sirve de molde para la síntesis de una nueva cadena complementaria. El resultado final son dos moléculas idénticas a la original.

## **El ARN**

La molécula de ARN esta compuesta por una cadena sencilla de nucleótidos, con cuatro bases nitrogenadas que se unen de la siguiente forma adenina (A) con uracilo (U) y guanina (G) con citosina (C). Este ácido nucleico dirige las etapas intermedias de la síntesis proteica, en este proceso intervienen tres tipos de ARN; el ARN mensajero (ARNm) se sintetiza sobre un molde de ADN, llevando una copia del código genético al citoplasma para la síntesis de proteínas; el ARN de transferencia (ARNt) lleva aminoácidos a los ribosomas para incorporarlos a las proteínas, el ARN ribosómico (ARNr) está presente en los ribosomas que son orgánulos intracelulares implicados en la síntesis de proteínas.

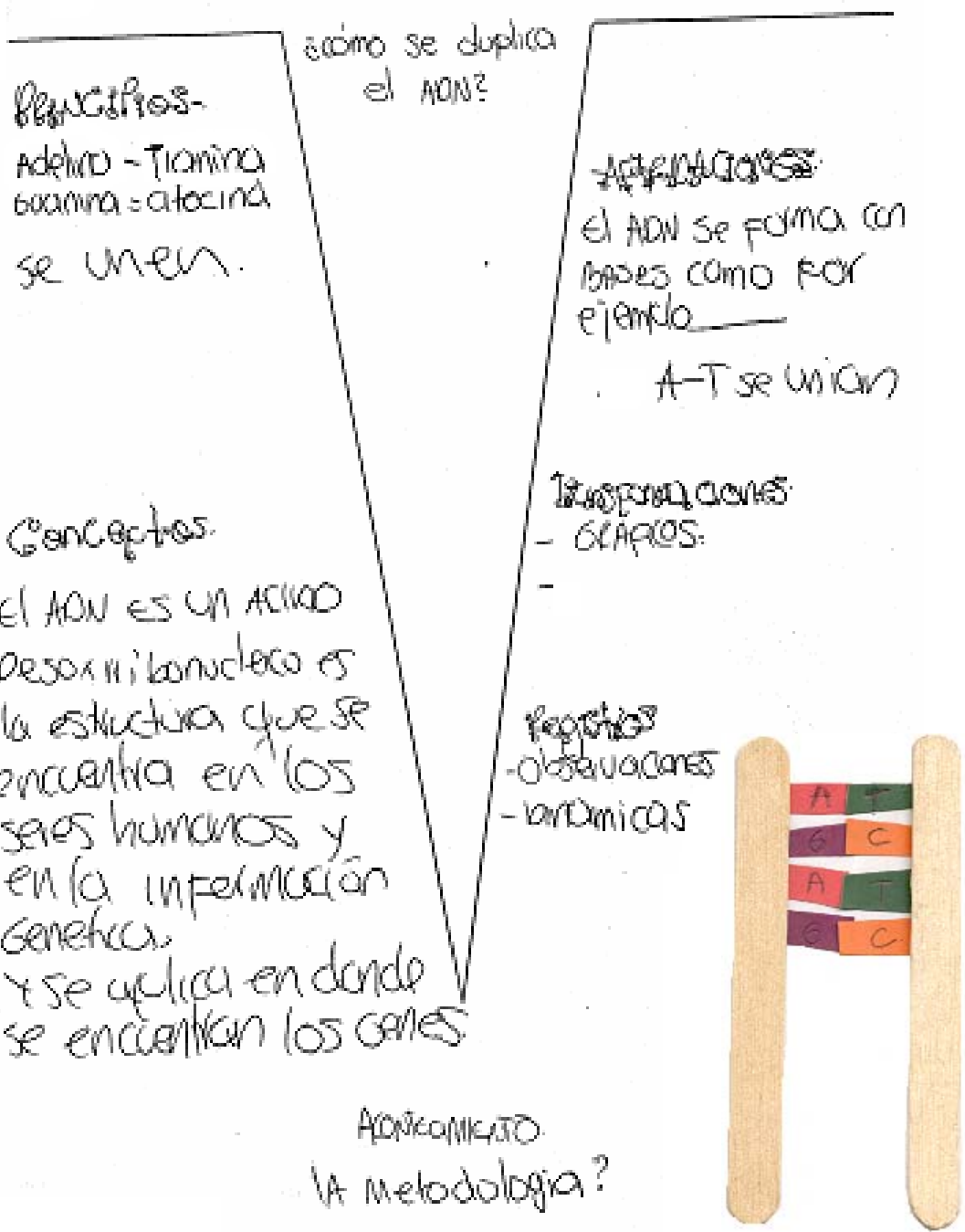
## Anexo 8

Grafica de la duplicación del ADN de la V heurística de la figura 5 elaborada por July Angélica Guevara y Mayerly López de 9º



## **Anexo 9**

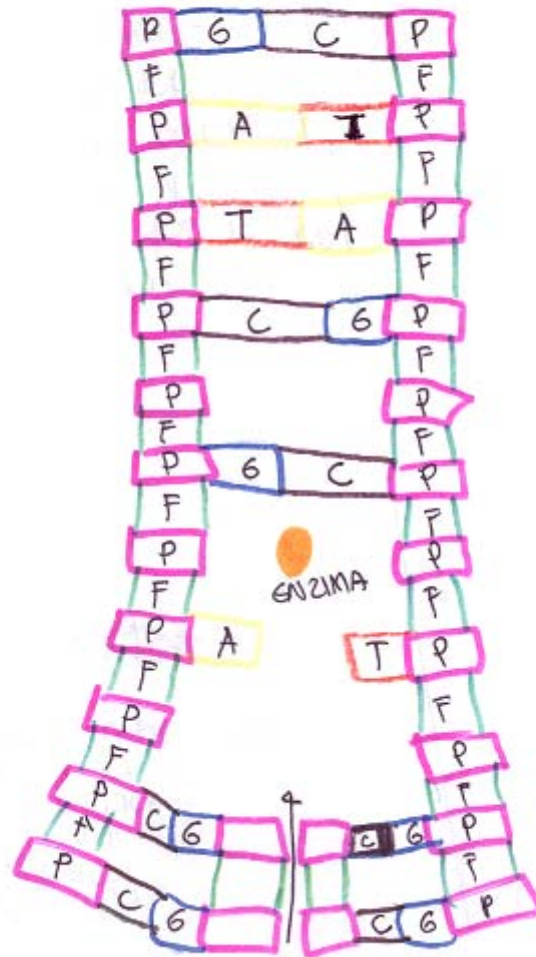
V heurística y grafica de la duplicación de un fragmento de ADN elaborada por Lays Paola Mendoza de 9º.



**Anexo 10**

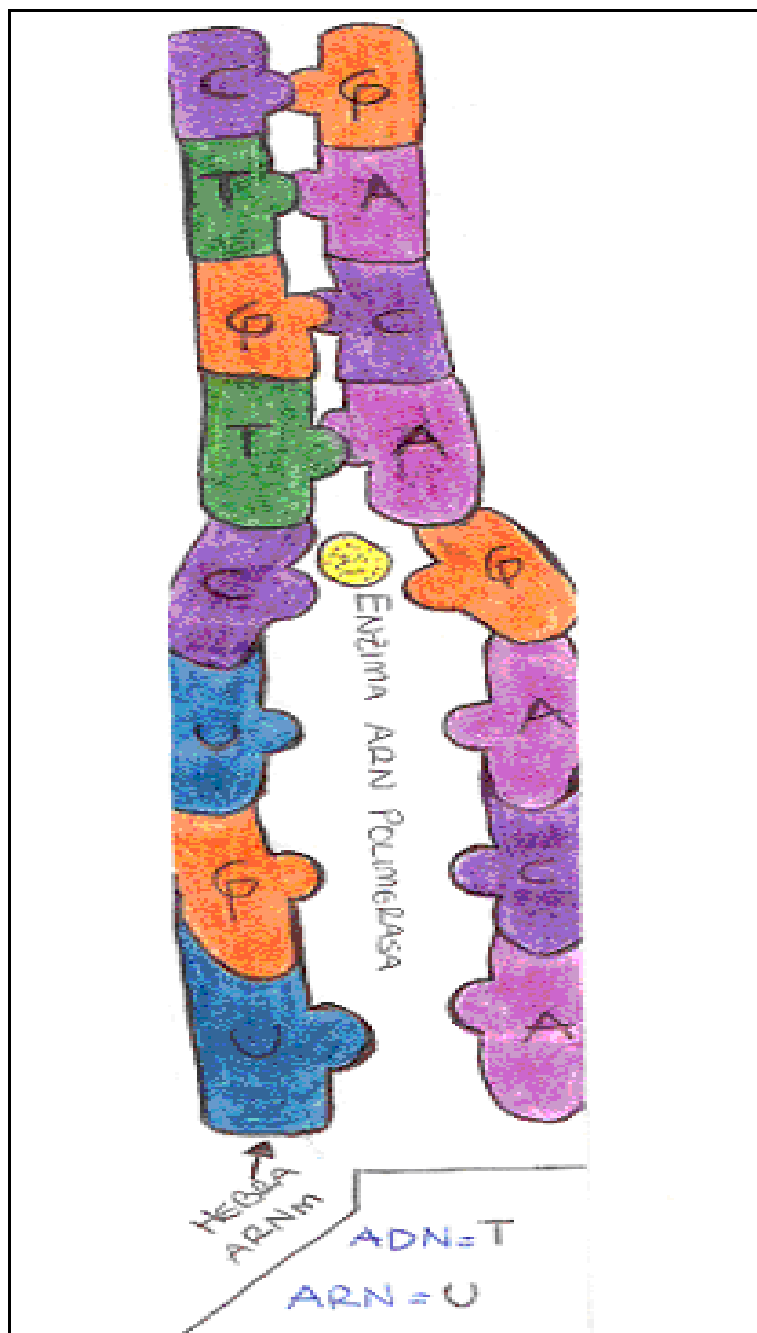
Grafica sobre la duplicación del ADN elaborada por Lays Paola Mendoza de

el ADN  
Cays Paola Mendoza Hernandez 9-02



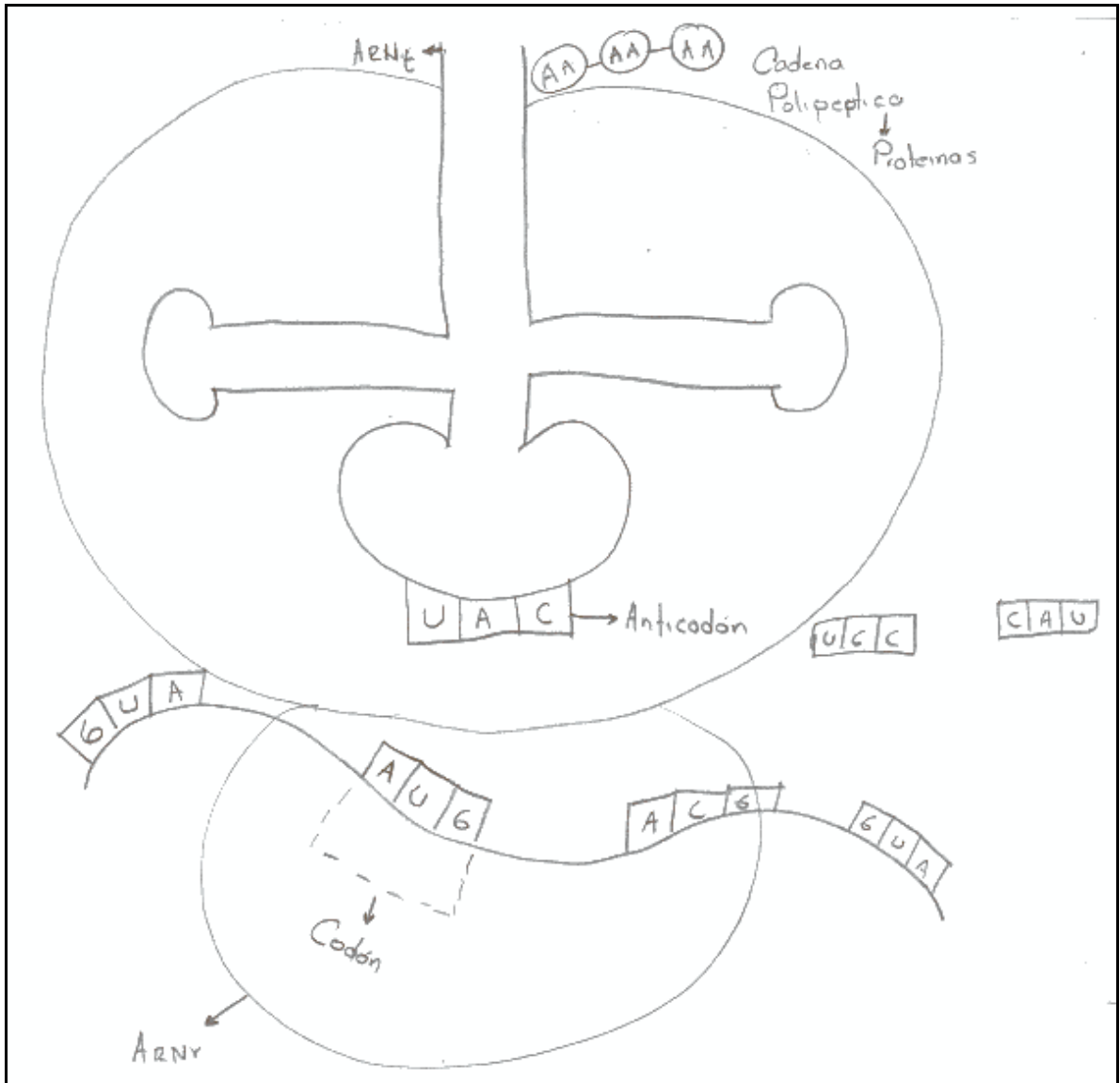
Anexo 11

Grafica de la transcripción del ADN elaboradas por Ericsson Torres y Jorge Dulcey de 9º.



Anexo 12

Grafica de síntesis de proteínas elaborada por Ivan Mendoza, Yuli Roa y Yuli Guevara de 9º.



Anexo 13

Instrumento evaluativo. (a)

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_\_

1. Con la siguiente secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN, construya la hebra complementaria y duplique el fragmento.  
A C G   A G T   A T C
2. El fragmento de ARN      U C G    G C A    A U G      es el resultado de la transcripción de una de las hebras de un fragmento de ADN. Escriba a continuación la hebra de ADN de la cual fue transcrita.
3. Realice la síntesis de la proteína codificada por el siguiente fragmento de ARNm      A C C    U G C    C A G      señalando los codones, anticodones y los aminoácidos para cada uno de ellos.

**Anexo 13 b**

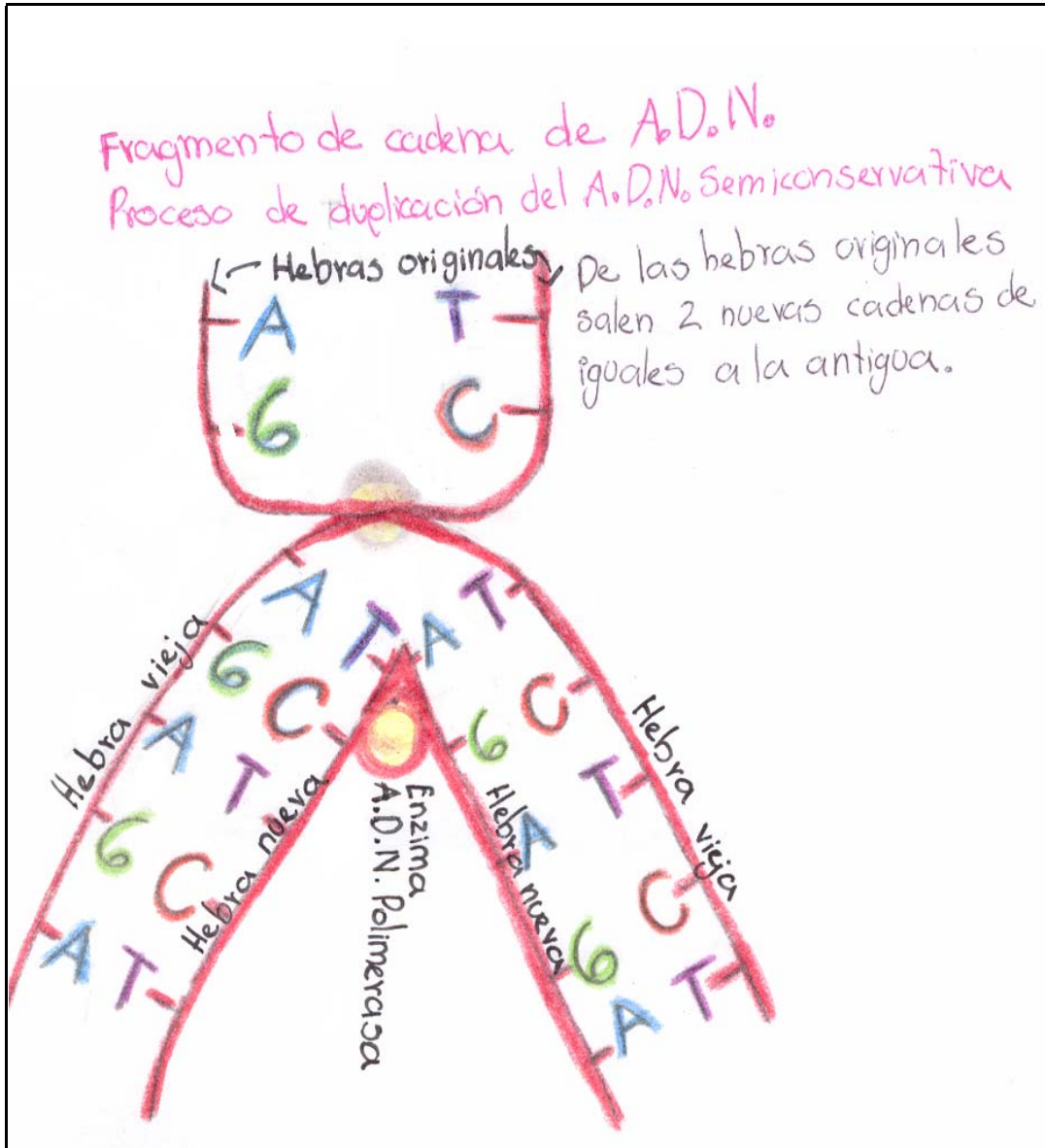
Instrumento evaluativo. (b)

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE PIEDECUESTA**

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_\_

1. Con la siguiente secuencia de nucleótidos de un fragmento de ADN, construya la hebra complementaria y duplique el fragmento.  
CGU AGC ATG
2. El fragmento de ARN AUC CAU AGC es el resultado de la transcripción de una de las hebras de un fragmento de ADN. Escriba a continuación la hebra de ADN de la cual fue transcrita.
3. Realice la síntesis de la proteína codificada por el siguiente fragmento de ARNm AGG ACG UAG señalando los codones, anticodones y los aminoácidos para cada uno de ellos.

Grafica de la duplicación de un fragmento de ADN realizada por Ángela Celis y Ana Milena Santamaría de 8º.



Anexo 15

Esquema de las características de padres e hijos realizadas por un estudiante de 8º.



características

- pelo negro
- medio morena.
- ojos color café.
- nariz pequeña
- labios delgados
- boca pequeña
- cejas pobladas (antes)
- frente pequeña.
- gordita
- bajita
- Estricta
- buena gente
- no perezosa
- Inteligente



características.

- pelo negro
- Blanco
- ojos color café.
- nariz grande.
- boca grande.
- labios delgados
- Sejas pobladas.
- frente grande.
- delgado
- alto
- no es tan estricto
- buena gente
- perezosa.
- Inteligente.



características.

- pelo castaño
- Blanca.
- ojos color café.
- nariz pequeña.
- labios gruesos
- Boca grande.
- Sejas pobladas
- frente pequeña.
- medio delgada
- Alta
- buena gente
- perezosa
- Inteligente
- Perturbadora de mi abuelita.

Ana Milena santamaria Bueno



