



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LA INDAGACION CIENTIFICA UNA COMPETENCIA PARA LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO HERENCIA BIOLOGICA**

Scientific inquiry competition for teaching and learning of biological
inheritance concept

DEICY MABEL TORRES ROSERO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTADA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

SEDE MANIZALES

2015

**LA INDAGACION CIENTIFICA UNA COMPETENCIA PARA LA ENSEÑANZA Y
EL APRENDZAJE DEL CONCEPTO HERENCIA BIOLOGICA**

Scientific inquiry competition for teaching and learning of biological
inheritance concept

DEICY MABEL TORRES ROSERO

Trabajo de grado presentado como requisito final para optar el título de
Magister en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Director:

Magister: JORGE EDUARDO GIRALDO ARBELÁEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTADA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
MAESTRIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
SEDE MANIZALES

2015

(Dedicatoria)

A mi padre Hernando Torres y mi madre Irma Rosero por sus consejos durante todo mi proceso formativo; por ser un ejemplo de vida y mi motivación para crecer a nivel personal y profesional. A Carlos Ancizar por su amor y palabras de aliento en los momentos más difíciles, gracias por estar ahí.

AGRADECIMIENTOS

Infinitas gracias a Dios por brindarme sabiduría y fortaleza en cada momento de mi vida, y permitirme alcanzar satisfactoriamente una de mis metas académicas propuestas.

Al profesor Magister Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por su constante asesoría y guía durante el proceso formativo, por contribuir en mi desarrollo profesional y académico.

A los docentes de la maestría por compartir su saber y posibilitar el mejoramiento continuo de mi cualificación profesional.

A los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Arturo Gómez Jaramillo sede Concentración por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

En el presente trabajo se diseñó una unidad didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del concepto herencia biológica que busca promover la indagación científica en estudiantes de grado octavo de la institución educativa Arturo Gómez Jaramillo del municipio de Alcalá Valle, para ello se realizó una revisión histórico epistemológica del concepto en el que se muestran los modelos explicativos y se establecen los obstáculos epistemológicos que en el pasado fueron superados y determinaron el avance del conocimiento científico. Este paso brindó los elementos necesarios para orientar la construcción de un instrumento de exploración de ideas previas. A partir de las respuestas de los estudiantes se realizó un análisis de carácter mixto que permitió identificar los modelos explicativos y determinar los obstáculos epistemológicos acerca del concepto herencia biológica, igualmente, la revisión histórica permitió pensar en estrategias metodológicas concretas para el diseño de la unidad didáctica que retoma las ideas del ciclo de aprendizaje de Jorba & Sanmarti (1996) para generar un aprendizaje significativo.

Palabras clave: indagación científica, unidad didáctica, ideas previas, historia de las ciencias, obstáculos epistemológicos, herencia biológica, aprendizaje significativo.

ABSTRACT

In this paper a teaching unit for teaching and learning the concept biological heritage that seeks to promote scientific inquiry in eighth graders from the school Arturo Gomez Jaramillo of the municipality of Alcalá Valle, for this purpose a historical review was conducted was designed epistemological concept in which the explanatory models shown and epistemological obstacles were overcome in the past and determined the advancement of scientific knowledge are established. This step provided the necessary elements to guide the construction of an instrument of exploration preconceptions. From student responses mixed character analysis which identified explanatory models and identify obstacles on the concept epistemological biological inheritance was made, also, the historical review allowed concrete to think about the design of the didactic unit methodological strategies which incorporates the ideas of learning cycle Jorba & Sanmarti (1996) to generate meaningful learning.

Keywords: Scientific inquiry, teaching unit, previous ideas, history of science , epistemological obstacles , heredity , meaningful learning.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE TABLAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE GRÁFICOS	XV
INTRODUCCIÓN	1
1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
2.JUSTIFICACIÓN	6
3.OBJETIVOS	9
3.1 Objetivo general:	9
3.2 Objetivos específicos:	9
4.MARCO TEÓRICO	10
4.1 Ideas previas y aprendizaje significativo	10
4.2 Competencia científica indagación	14
4.3 Unidad didáctica.....	20
4.4 Aportes de la historia y la epistemología para la enseñanza de las ciencias	26
4.5 Obstáculos epistemológicos	29
4.6 Desarrollo histórico epistemológico del concepto herencia biológica	33
5.METODOLOGIA	58
5.1 Enfoque del trabajo	58

5.2 Contexto del trabajo -----	59
5.3 Etapas del trabajo-----	59
5.3.1 Revisión Bibliográfica-----	60
5.3.2 Elaboración del instrumento de exploración de ideas previas-----	60
5.3.3 Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas-----	62
5.3.4 Análisis de la información-----	63
5.3.5 Diseño de la Unidad didáctica-----	64
6.ANALISIS DE RESULTADOS -----	69
6.1. Análisis por pregunta de la actividad de exploración de ideas previas -----	69
6.2. Determinación de los obstáculos epistemológicos en el análisis de las ideas previas de los estudiantes. -----	105
7.UNIDAD DIDACTICA -----	107
7.1 Objetivo de la Unidad didáctica -----	108
7.2 Modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto herencia biológica. -----	109
7.3 FASE DE EXPLORACIÓN.-----	111
7.4 FASE DE INTRODUCCIÓN A NUEVOS CONOCIMIENTOS. -----	112
7.5 FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO. -----	112
7.6 FASE DE APLICACIÓN.-----	113
7.7 Proceso de intervención didáctico-----	114
8.CONCLUSIONES -----	162
REFERENCIAS -----	164
ANEXO I -----	170

Lista de tablas

	Pag.
Tabla 1. Resumen de los Modelos explicativos encontrados en la construcción histórica del concepto herencia biológica	56
Tabla 2. Relación entre preguntas de la actividad de exploración de ideas previas y el propósito	61
Tabla 3. Evaluación del aprendizaje en la unidad didáctica	108
Tabla 4. Registro de características fenotípicas observadas en los parentales	131
Tabla 5. Registro de características fenotípicas observadas en la primera generación filial	132
Tabla 6. Cuadro comparativo entre mitosis y meiosis	141
Tabla 7. Registro de descendientes	158
Tabla 8. Características fenotípicas observadas en la mosca <i>Drosophila</i>	158
Tabla 9. Observación de características de la descendencia tipo F2	159

Lista de figuras

	Pag.
Figura 1. Ruta del aprendizaje para promover la indagación científica	20
Figura 2. Ciclo de aprendizaje	25
Figura 3. Ilustración conceptual del siglo XVI de la Epigénesis aristotélica	35
Figura 4. Humano preformado en el espermatozoide según Hartsoeker	37
Figura 5. Feto humano preformado según Leeuwenhoek	38
Figura 6. Esquema de la teoría preformista	39
Figura 7. Las diferencias para los siete caracteres estudiados por Mendel	53
Figura 8. Mendel: Cruzamiento entre plantas femeninas y plantas masculinas	54
Figura 9. Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas	62
Figura 10. Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas	63
Figura 11. Ruta del aprendizaje para promover la indagación científica	65
Figura 12. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 1	70
Figura 13. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 2	70
Figura 14. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 3	71
Figura 15. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 4	71
Figura 16. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 5	72

Figura 17. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 6	72
Figura 18. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 7	73
Figura 19. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 8	73
Figura 20. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 9	74
Figura 21. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 10	74
Figura 22. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 11	75
Figura 23. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 12	75
Figura 24. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 13	76
Figura 25. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 14	76
Figura 26. Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser, estudiante 15	77
Figura 27. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 1	80
Figura 28. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 2	80
Figura 29. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 3	81
Figura 30. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 4	81
Figura 31. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 5	82
Figura 32. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 6	82
Figura 33. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 7	83
Figura 34. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 8	83

Figura 35. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 9	84
Figura 36. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 10	85
Figura 37. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 11	85
Figura 38. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 12	86
Figura 39. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 13	86
Figura 40. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 14	87
Figura 41. Representación gráfica del desarrollo embrionario estudiante 15	87
Figura 42. Cruce entre perros labradores: hembra amarilla y macho café	116
Figura 43. Conejo blanco sometido por Francis Galton a una transfusión de sangre de un conejo negro	120
Figura 44. Experimento gráfico, pareja de conejos blancos sometidos a una transfusión de sangre de conejo negro	121
Figura 45. Cruce de conejos	125
Figura 46. Experimento gráfico, corte de cola en ratones	135
Figura 47. Caso de Polidactilia	146
Figura 48. Árbol genealógico	146
Figura 49. Partes de un coleóptero	151
Figura 50. Colección hipotética de coleópteros	152
Figura 51. Diferencias entre machos y hembras de <i>Drosophila melanogaster</i>	156
Figura 52. Diferenciación sexual en <i>Drosophila melanogaster</i>	157

Lista de gráficos

	Pag.
Grafica 1. Modelos explicativos evidenciados en las respuestas de los estudiantes	79
Grafica 2. Lugar de formación de los gametos masculinos	92
Grafica 3. Lugar de formación de los gametos femeninos	93
Grafica 4. Contenido del gameto femenino	94
Grafica 5. Contenido del gameto masculino	95
Grafica 6. Mecanismo de transmisión de características fenotípicas.	96
Grafica 7. Herencia de los caracteres adquiridos	98
Grafica 8. Explicaciones relacionadas frente a la pérdida de cabello	101

INTRODUCCIÓN

En las aulas de clases vemos como en la enseñanza de las ciencias y en particular el concepto herencia biológica, ha causado serias dificultades de aprendizaje pues los maestros tradicionalmente centran su actividad en la transmisión de los saberes, producto de la actividad científica sin tener en cuenta el proceso de construcción histórica, contribuyendo a formar una imagen de ciencias como algo invariable en el tiempo y con un carácter de verdad absoluta.

Quintanilla (2005) Afirma: “La enseñanza tradicional ha favorecido una visión de ciencia ahistórica, que por su tradición positivista de fines del siglo XIX, configura un estereotipo en el que se enfatiza un excesivo componente de objetividad, racionalidad, exactitud, precisión, y formalización del conocimiento, como si los conceptos y fenómenos científicos se generaran carentes de argumentación y complejidad histórica de su génesis, construcción, evolución y comunicación” (p.35).

Bajo esta perspectiva de enseñanza tradicional pocas posibilidades se brinda a los estudiantes para aprender significativamente, pues aprenden de manera memorística la información que los profesores les transmiten conduciendo a la copia y repetición de conceptos de forma abstracta y descontextualizada.

Desde hace algunos años atrás se viene mostrando la importancia de favorecer la construcción del conocimiento científico escolar y el desarrollo de competencias científicas en el aula, ya que aprender significativamente requiere establecer relaciones mentales entre lo que ya se sabe y los nuevos saberes, asumiendo que todo aprendizaje depende de los conocimientos previos y es el

fruto de la elaboración que la mente hace a partir de lo que percibe a través de los sentidos para ser aplicados en la comprensión de situaciones de la vida cotidiana.

“Cuando se habla en particular del concepto herencia biológica, investigaciones educativas muestran que las personas poseen desde edades tempranas, y sin haber sido instruidos, explicaciones sobre los aspectos más elementales relacionados con este concepto que no coinciden con los puntos de vista de la ciencia escolar” (Ayuso & Banet, 2002, p. 136).

Por lo anteriormente descrito, el presente trabajo busca promover la indagación científica a través de la enseñanza del concepto herencia biológica pues el enfoque por competencias busca superar la memorización mecánica de definiciones para poner en acción el aprendizaje significativo, de utilidad para la vida diaria y para el crecimiento intelectual que la escuela propone y la sociedad demanda. El presente trabajo resalta además, la historia y epistemología de la ciencia como elemento que permiten promover el desarrollo de competencias científicas para el caso concreto la indagación. Para ello se hizo una revisión histórica epistemológica del concepto herencia biológica, en el que se muestran los modelos explicativos y se establecen los obstáculos epistemológicos. Seguidamente se identificó mediante la aplicación de un instrumento de exploración de ideas previas, los modelos explicativos y los obstáculos que presentan los estudiantes frente al aprendizaje del concepto, finalmente se diseñó una unidad didáctica que retoma el ciclo de aprendizaje de Jorba & Sanmarti (1996) para la enseñanza y el aprendizaje del concepto a partir del análisis de las ideas previas y la revisión histórico epistemológica.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia el sistema educativo contempla que los estudiantes desarrollen competencias científicas y aprendan lo necesario para ser miembros activos y útiles, capaces de emprender con acierto sus proyectos de vida y competentes para actuar en la sociedad. En este sentido la Ley 115 en su Artículo 29, plantea que la educación básica y media permita al estudiante según sus intereses profundizar en el campo específico de las ciencias, las artes, las humanidades y acceder a la educación superior gracias al desarrollo de competencias.

Ante esta situación las instituciones educativas deben ofrecer una formación calificada que permita la generación de competencias científicas en contexto, con las cuales los jóvenes actúen sobre la realidad haciendo uso flexible y consciente de los saberes diversos para resolver problemas específicos reales.

Según el documento Icfes Saber11 (2014), en la prueba de ciencias naturales una de las competencias a desarrollar en esta área, durante el bachillerato y es objeto de interés en el presente trabajo es la indagación. Esta competencia es definida como “la capacidad para plantear preguntas y procedimientos adecuados para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante y dar respuesta a esos cuestionamientos, implica, entre otras cosas hacer predicciones, identificar variables, realizar mediciones, organizar y analizar resultados, plantear conclusiones y comunicar apropiadamente sus resultados, todo ello para fomentar el proceso de alfabetización científica”. (p. 101)

Para lograr este requerimiento es necesario replantear la forma como estamos enseñando las ciencias naturales, para el caso particular el concepto herencia biológica pues dentro de los planes escolares este, al igual que muchos otros contenidos es tratado de forma fragmentada, lineal, simplificada y ajeno a la realidad de los estudiantes, entendiendo cada parte del objeto de estudio por separado para formar luego un panorama general. Esta perspectiva se muestra inadecuada para lograr una verdadera comprensión de las dinámicas involucradas en el concepto en su verdadera magnitud, importancia y complejidad.

Para ello es necesario implementar estrategias didácticas adecuadas a partir del reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes que generalmente los docentes desconocemos, con el objetivo de optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje alejando a los estudiantes de formas tradicionales en donde la ciencia se aprende por acumulación de contenidos sin relación con la vida diaria.

Por lo anteriormente descrito en este trabajo se diseñó una unidad didáctica, estructurada desde el ciclo de aprendizaje propuestos por Jorba & Sanmartí (1996) con el fin de organizar los contenidos y direccionar la labor docente para facilitar el estudio y comprensión del concepto herencia biológica, en estudiantes entre los 13 y 15 años que se encuentran cursando el octavo grado de la Institución educativa Arturo Gómez Jaramillo mediante actividades intencionadas que promuevan la indagación científica como una competencia útil para la vida escolar y el desempeño en la vida diaria.

En este sentido surge la siguiente pregunta.

¿Es posible promover la indagación científica a través de la enseñanza y el aprendizaje del concepto herencia biológica mediante el diseño de una unidad didáctica?

Para abordar la pregunta anterior fue fundamental hacer una revisión y análisis histórico epistemológico del concepto herencia biológica, lo cual permitió la construcción de un instrumento de exploración de ideas previas para identificar los modelos explicativos y determinar los obstáculos epistemológicos que se presentan frente al aprendizaje del concepto, de modo que las intervenciones que se realicen con la unidad didáctica sean pertinentes y promuevan la indagación científica y un verdadero aprendizaje significativo.

2. JUSTIFICACIÓN

En la labor como docentes es nuestro deber estar actualizados en cuanto a temas de educación conciernan. Revisando la literatura se encontró que según el documento alineación del examen, Icfes Saber11 (2014) se debe promover en los estudiantes el desarrollo de tres competencias en el área de ciencias naturales y son las que se evaluarán en las pruebas saber quinto, noveno y once así: Uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación científica.

Para el desarrollo del presente trabajo se resalta como fundamental promover la competencia científica indagación pues, en nuestra vida diaria, cuando enfrentamos una situación desconocida, tratamos de determinar qué está ocurriendo y hacemos predicciones sobre lo que consideramos sucederá después, pensamos sobre el mundo que nos rodea basándonos en nuestras observaciones y en la información que preexistente en nuestros esquemas mentales; organizamos y resumimos, a la vez que desarrollamos y utilizamos herramientas para medir y observar, así como para analizar la información recogida y crear modelos, exploramos y volvemos a inspeccionar lo que creemos pasará, comparamos nuestros resultados con lo que ya conocemos y cambiamos nuestras ideas con base en lo que aprendemos, con todo ello constantemente hacemos indagación.

Favorecer el desarrollo de esta competencia en los escenarios de enseñanza - aprendizaje exige pensar sobre lo que sabemos, por qué lo sabemos y cómo llegamos a saberlo. Su práctica genera un conjunto completo de habilidades cognitivas y de capacidades altamente desarrolladas que nos permiten tomar decisiones que requieren análisis y cuestionamientos cuidadosos, buscar

evidencias y también razonar críticamente sobre los descubrimientos científicos que se presentan en el mundo moderno.

Para promover el desarrollo de dicha competencia científica se pretende que sea a través de la enseñanza del concepto herencia biológica pues el estudio de este concepto es un punto central en octavo grado de bachillerato según cuenta los estándares curriculares que regulan el sistema educativo colombiano.

El conocimiento profundo de la Herencia Biológica ayudará al alumno/a a reconocer y valorar las aportaciones de la Ciencia para mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos, a apreciar la importancia de la formación científica, a utilizar actitudes propias del pensamiento científico, adoptando una actitud crítica ante los problemas que se le planteen, a valorar el conocimiento científico como un proceso de construcción que depende de las necesidades de la sociedad en la que se vive y del momento histórico, y que está sometido constantemente a revisión. (Abril, Muela & Quijano, 2002, p. 2)

Normalmente, es en este grado cuando se profundiza en el estudio de temas como la división celular (mitosis y meiosis), árboles genealógicos, herencia mendeliana, etc. Estos temas son importantes en la formación de los estudiantes tanto a nivel científico como a nivel personal pues les permiten explicar fenómenos de la vida diaria, generar un correcto entendimiento de los sucesos que los rodean y en general estar más preparados para participar en decisiones importantes.

Investigaciones en enseñanza de las ciencias muestran las dificultades en la resolución de problemas de herencia biológica en torno a áreas concretas como mecanismo hereditario, caracteres heredados, genética mendeliana y teoría cromosómica, en suma, gran variedad de

ideas previas frente al fenómeno mediante el cual los padres transmiten las características a sus hijos (Iñiguez & Oliván, 2013).

Desde esta perspectiva vemos la importancia de orientar este trabajo hacia este tema considerado como estructural, resaltando además la importancia del uso de la historia y la epistemología de las ciencias como marco de referencia para crear la unidad didáctica que promueva la indagación científica. En este sentido, se ve la historia de las ciencias como una alternativa viable para el trabajo en el aula pues permite incidir en las ideas previas de los estudiantes buscando superar los obstáculos de aprendizaje y de esta forma lograr que vean la aplicabilidad, utilidad e importancia del concepto y pueda emplearlo para dar explicación a su entorno cotidiano y ser capaces de participar en una sociedad en constante transformación.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general:

Contribuir al proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto herencia biológica en estudiantes de grado octavo de la Institución educativa rural Arturo Gómez Jaramillo del municipio de Alcalá Valle a través del diseño de una unidad didáctica que promueva la indagación científica.

3.2 Objetivos específicos:

- Hacer una revisión histórico epistemológica del concepto herencia biológica en el que se muestre los modelos explicativos y obstáculos epistemológicos.
- Identificar mediante la aplicación de un instrumento las ideas previas, los modelos explicativos y los obstáculos que presentan los estudiantes sobre el concepto herencia biológica.
- Diseñar una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto herencia biológica a partir del análisis de las ideas previas y la revisión histórico epistemológica del concepto que contribuya en el desarrollo de la indagación científica.

4. MARCO TEÓRICO

A continuación se presenta una revisión sobre aspectos que orientan el desarrollo de la propuesta y la unidad didáctica como son: ideas previas, aprendizaje significativo, indagación científica, unidad didáctica; aportes de la historia y la epistemología de las ciencias para la enseñanza de las ciencias, obstáculos epistemológicos y la revisión y análisis histórico y epistemológico del concepto herencia biológica en el periodo comprendido entre las antiguas civilizaciones griegas a de C. hasta el siglo XIX cuando Mendel con su trabajo consolida las leyes de la Herencia Biológica.

4.1 Ideas previas y aprendizaje significativo

Por muchos años los profesores han centrado su trabajo en la transmisión de conocimientos de forma abstracta y sin significado para los estudiantes como si sus mentes fuesen recipientes vacíos en los que había que colocar el conocimiento. La imagen del profesor como un transmisor del conocimiento o del aprendizaje y un proceso de llenado de un recipiente o de escritura en un tablero vacío, reflejan claramente estos puntos de vista hoy casi abandonados en la didáctica de las ciencias. Bajo este enfoque los estudiantes aprendían más o menos dependiendo de su capacidad y el aprendizaje se concebía como un proceso de adquisición de información y solo en un segundo lugar como un proceso de desarrollo de destrezas (Campanario & Otero, 2000).

Sin embargo, hoy sabemos que los estudiantes mantienen un conjunto diverso de ideas previas o preconcepciones sobre los contenidos científicos construidos por las experiencias en la realidad, teniendo en cuenta todo lo que les rodea, lo que escuchan y discuten con otras personas o lo que conocen por los medios de comunicación. Estas ideas previas varían de estudiante a estudiante y dependen de lo que conocen, según las características y capacidades de su pensamiento y resultan ser útiles a la hora de explicar un suceso o concepto pues les resultan coherentes para dar una explicación o interpretar los nuevos aprendizajes (Cubero, 1997) .

La didáctica hoy en día centra la importancia en conocer las ideas previas de los alumnos pues generalmente ocurre que a pesar de la intervención docente estas ideas persisten en el tiempo, es decir, tienden a mantenerse. En consecuencia, conocer y entender las ideas previas resulta ser uno de los factores clave que deben tener en cuenta los docentes como condición necesaria, para generar un verdadero aprendizaje significativo el cual es una alternativa al aprendizaje tradicional y memorístico (Carretero, 1997).

Moreira (2007) refiere que el aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto.

Cuando se generan aprendizajes significativos, el estudiante construye la realidad atribuyéndole significados. La repercusión del aprendizaje escolar sobre el crecimiento personal del estudiante es tanto mayor cuanto más significativo es, cuantos más significados le permite construir. Así pues, lo verdaderamente importante es que el aprendizaje de conceptos, procesos y valores sea significativo (Coll, 1997).

Zambrano, Vallejo & Gomez (2013) aseguran que el aprendizaje significativo se presenta como una acción progresiva del pensamiento en la cual las funciones de interpretación, reflexión-crítica y producción, ponen en juego los saberes previos en relación con la nueva información originando la producción de nuevo conocimiento que, en su misma dinámica, incita la transformación. Este tipo de aprendizaje propicia una formación de un estudiante participativo y autónomo que se involucre, de manera consciente y por tanto crítica, en todo el proceso educativo en un ambiente con determinadas características.

Ausubel (1976) sostiene que el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento. Ausubel caracteriza al aprendizaje significativo mencionando que los nuevos conocimientos se incorporan en forma sustantiva en la estructura cognitiva del estudiante, esto se logra con el esfuerzo deliberado del estudiante por relacionar los nuevos conocimientos con sus conocimientos previos pues quiere aprender aquello que se le presenta porque lo considera valioso, además la nueva información al relacionarse con la anterior es depositada en la llamada memoria a largo plazo, en la que se conserva más allá del olvido de detalles secundarios concretos, así en efecto el factor más importante que influye sobre el aprendizaje es la cantidad, claridad y organización de los conocimientos que ya tiene el estudiante, es decir, las ideas previas, estos conocimientos ya presentes (en el momento de iniciar

el aprendizaje), constituidos por hechos, conceptos, relaciones, teorías y otros datos de origen no perceptivo, de los que el estudiante puede disponer en todo momento, constituyen su estructura cognoscitiva.

Se dice entonces que el aprendizaje será significativo en la medida en que el estudiante pueda establecer relaciones con sentido entre lo que ya conoce, o sea su conocimiento previo, y el nuevo contenido que se le presenta, lo que quiere decir que el profesor no puede esperar que sus estudiantes aprendan ciencias de una manera significativa sin tener en cuenta de alguna manera sus ideas previas, entonces el docente debe ser un guía que le permita a los estudiantes analizar y actualizar sus conocimientos anteriores para tratar de entender las relaciones con el nuevo contenido (Driver, 1986), requiriendo que en las clases se genere las actitudes y aptitudes para la construcción del conocimiento orientado a compartir significados, de tal manera que la enseñanza sea un conjunto de actividades, mediante las cuales, el profesor y los estudiantes lleguen a participar en un terreno progresivamente más amplio de significados, con relación a los contenidos científicos escolares.

Cubero (1994) indica que una vez se expliciten las ideas previas y se tenga un conocimiento de lo que saben los estudiantes, se adecua el desarrollo de propuestas innovadoras de forma que todos los problemas planteados sean significativos e incentiven la actitud de aprender. Se debe tratar que las ideas previas de los estudiantes maduren y evolucionen sin pretender sustituirlas por las científicas, ya que los conceptos científicos son un medio no un fin que puede ayudar a complejizar el conocimiento cotidiano de los estudiantes.

Bajo este panorama hay que crear las condiciones adecuadas para que los estudiantes cuestionen sus propias ideas y las cambien a la luz de nuevas informaciones que desequilibren lo necesario de sus esquemas preexistentes. El conocimiento previo de los estudiantes es un elemento primordial, ya que un aprendizaje significativo ocurre únicamente cuando quien aprende construye sobre sus experiencias y conocimientos anteriores el nuevo conjunto de ideas que se dispone a asimilar es decir cuando el nuevo conocimiento interactúa con los esquemas existentes (Ausubel, 1976).

4.2 Competencia científica indagación

En primer lugar es conveniente iniciar este apartado del trabajo explicando el concepto de competencia, el cual en los últimos años ha sido comúnmente empleado en la didáctica de las ciencias.

Inicialmente encontramos que el termino competencia es considerado un “conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (Hernández, Carulla, Figueroa, Patiño, & Tafur , 2004, p. 21).

Perrenoud (2006) se refiere a la competencia como la capacidad de actuar eficazmente en una situación de un tipo definido, capacidad que se apoya en los conocimientos, pero que no se reduce a ellos, para hacer frente, lo mejor posible, a una situación, debemos poner en juego y en sinergia varios recursos cognitivos, entre ellos los conocimientos.

En opinión de Scallon (citado por Mendez, 2006) se puede hablar de competencia cuando un individuo es capaz de movilizar adecuadamente sus saberes y su saber-hacer en diversas situaciones. Lo esencial de la competencia reside en la movilización de recursos por el individuo, tanto de sus recursos propios como de otros que le son externos.

El termino competencia científica por su parte hace referencia a un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; e) formular e investigar problemas e hipótesis; y d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él (Pedrinaci, Camaño, & Cañal, 2012).

La competencia científica no es algo que se posea o no en términos absolutos, sino que su desarrollo es un proceso continuo en el que hay distintos grados, de forma que ésta podría y debería progresar a lo largo de la escolaridad y más allá de la misma (Cañal, 2012).

Citando a Ballester & Sanchez (2010) el término competencia científica se asume como:

El conjunto de saberes que un alumno o un grupo de alumnos ponen en acción para dar respuestas pensadas, sentidas, efectivas y actualizadas a las demandas de un entorno complejo, cambiante y, en ocasiones, contradictorias, en el que se inscribe su vida, contemplando sus implicaciones sociales y éticas. (p 19)

Las competencias científicas vemos como están articuladas en torno a un conjunto de saberes cognitivos, procedimentales y actitudinales y que deben ser alcanzados a lo largo de la educación obligatoria y que resultan imprescindibles para garantizar el desarrollo personal y social.

Con respecto a la competencia indagación científica tenemos que para Escalante (2011) el desarrollo de la competencia científica indagación requiere que los estudiantes piensen en forma ordenada e investiguen para llegar a soluciones razonables a un problema, además la enseñanza por indagación se centra en el estudiante, no en el profesor; se basa en problemas, no en soluciones y promueve la colaboración entre los estudiantes. Este proceso se da en una atmósfera de aprendizajes físicos, intelectuales y sociales, por otra parte la indagación propicia que los docentes estén mejor capacitados para ayudar a los estudiantes a progresar en su conocimiento.

La indagación coloca su énfasis en la formulación de problemas, el estudio y debate de dilemas, la pregunta como elemento desequilibrante del proceso educativo, en las que la estrategia pedagógica parte del lenguaje científico, se concreta en el lenguaje cotidiano de los jóvenes, los procedimientos que éstos utilizan en la cotidianidad y lo llevan a un nivel más formal de la ciencia.

Harlen (2011) menciona que algunas de las actividades para desarrollar la indagación son:

- Utilizar y desarrollar las habilidades de cuestionar, observar, medir, formular hipótesis, hacer predicciones, planificar investigaciones controladas, interpretar datos, sacar conclusiones, informar hallazgos, hacer una reflexión autocrítica sobre los procedimientos;
- Hablar con otros, sus pares y parientes, y sus profesores sobre sus ideas y actividades; Trabajar en colaboración con otros, tomar en cuenta las ideas del resto y compartir las propias;
- Expresarse a sí mismos, tanto oralmente como de forma escrita, utilizar progresivamente términos y representaciones científicas apropiadas;

- Aplicar lo aprendido en contextos de la vida real.

Como lo indica Shavelson (citado por Harlen, 2011) el primer paso para el desarrollo de la competencia científica indagación es partir de las ideas previas de los estudiantes, además, adquirir una habilidad de enseñanza indagatoria no es suficiente, porque “sin las creencias, las habilidades no dan abasto para una completa aplicación” (p.10). Las actividades que se les planteen a los alumnos deben representar un desafío pues deben ir de lo simple a la formalización de algo más complejo. En el caso del profesor, los temas de estudio serán seleccionados porque dan la oportunidad para desarrollar una comprensión sobre las ideas clave de la ciencia, también será necesario dar el tiempo suficiente para que se estudien ciertos objetos o fenómenos.

Harlen (2011) plantea que cuando las indagaciones se están llevando a cabo, el profesor puede apoyar el aprendizaje al:

- Asegurar el acceso de los estudiantes a una serie de fuentes de información e ideas relativas a sus actividades científicas;
- Utilizar el cuestionamiento para instarlos a usar las habilidades indagatorias en la comprobación de ideas;
- Hacer participar a los niños regularmente en grupos y en discusiones con todo el curso, en las que las ideas científicas y las ideas sobre la ciencia se compartan y analicen críticamente;
- Estimular la tolerancia, el respeto mutuo y la objetividad en las discusiones de curso;

- Modelar actitudes científicas tales como el respeto por la evidencia, la apertura de mente y la preocupación por los seres vivos y el medioambiente
- Promover la expresión oral y escrita en un lenguaje claro y correcto, respetando la libertad de expresión de los estudiantes
- Hacerles comentarios que reflejen y comuniquen los criterios del buen trabajo y que los ayuden a ver cómo mejorar o superar una etapa/pasar a otra etapa;
- Utilizar la información sobre el progreso actual y ajustar el ritmo y el desafío de las actividades
- Dar oportunidades para que los niños reflexionen sobre sus procesos y resultados de aprendizaje
- Determinar el progreso hacia las metas de aprendizaje tanto a corto como a largo plazo.

Hernández et al. (2004) refieren que la indagación son una serie de procesos de aproximación a los fenómenos naturales que adelanta un científico para comprenderlo y modelarlo. En el caso de los niños, resulta fundamental guiar este proceso con miras a lograr avances rápidos en la comprensión de los aspectos fundamentales del mundo permitiéndole al niño recorrer de alguna forma una parte del camino que ha recorrido el mundo científico en un tiempo razonable.

Minner (citado por Harlen, 2011) evidenció que era más posible que se produzca una mayor comprensión conceptual de las ciencias gracias a enfoques basados en la indagación que a formas menos activas de aprendizaje. Así mismo la European Commission 2007 (citado por Harlen, 2011) considera que aplicar una enseñanza de las ciencias basada en la indagación

(ECBI) es la solución al poco interés por aprender ciencias, pues se considera que es más posible que se produzca una mayor comprensión conceptual gracias al desarrollo de la competencia científica indagación que a formas tradicionales de enseñanza.

Escalante (2011) afirma:

El aprendizaje por indagación es una actitud ante la vida, en donde la misma esencia de este implica involucrar al individuo en un problema y desde esta óptica, debe aportar soluciones. Dentro del ambiente de aprendizaje, pretende que el docente ayude a los alumnos a externar todas esas grandes ideas a través de preguntas y de la indagación constante. Además, que los alumnos busquen con interés, penetrando en el fondo de las ideas, desarrollando esa capacidad de asombro ante la realidad, analizando, entendiendo y reflexionando. Estas condiciones permiten que el enfoque por indagación, facilite la participación activa de los estudiantes en la adquisición del conocimiento, ayude a desarrollar el pensamiento crítico, la capacidad para resolver problemas y la habilidad en los procesos de las ciencias; elementos esenciales para constituirse en una práctica pedagógica para desarrollar aprendizajes significativos.

Calmet, Quintero, Pezo, Niño, Solano & Peña (2013) señalan que la utilización de la indagación en las actividades escolares constituye un elemento de innovación y progreso hacia modelos de didáctica de las ciencias no centrados exclusivamente en la transmisión de conocimientos y que persiguen los objetivos del enfoque competencial de la enseñanza. Estos autores sostienen la idea de que en el aula la indagación también puede adoptar muchas formas. Como docentes podemos organizar detalladamente las indagaciones de manera que nuestros estudiantes se dirijan hacia resultados conocidos o realizar exploraciones sin límites, de fenómenos no explicados. La forma de indagación depende en buena parte de los aprendizajes

que se espera alcanzar con los estudiantes y como esos propósitos son diferentes, las formas de indagación podrán ser también diferentes unas muy ordenadas y guiadas y otras más abiertas, todas las formas tienen lugar en los espacios de aprendizaje de la ciencia.

A continuación se presenta un gráfico propuesto por Calmet et al. (2013) con el cual ilustran una ruta para el desarrollo de la indagación científica en el aula de clase:

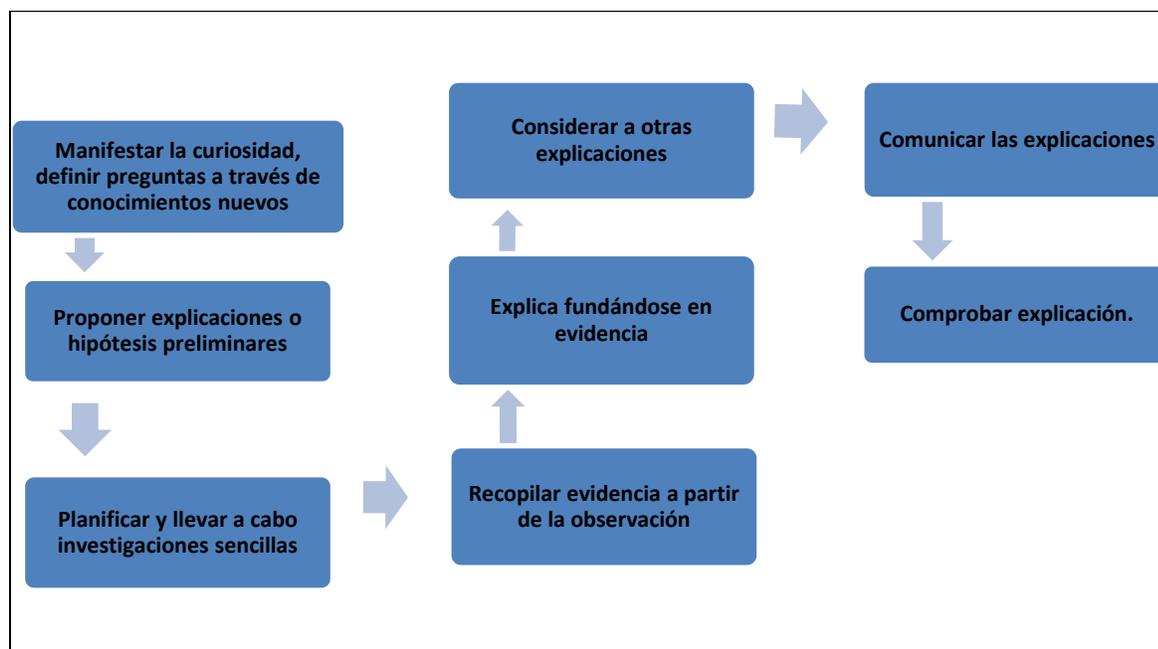


Figura 1 Ruta del aprendizaje para promover la indagación científica
Tomado de Calmet et al. (2013)

4.3 Unidad didáctica

Una de las actividades que constantemente debe realizar el docente para emprender el proceso de enseñanza es decidir que va a enseñar, como va a enseñar, cuando enseñar, que materiales utilizar, que evaluar y como evaluar (Sanmarti, 2000). Con la ley general de educación de 1994 los maestros de Colombia cuentan con la autonomía para responder a estas preguntas, realizando sus propias propuestas de trabajo en el aula.

En este sentido la programación académica no es una tarea sencilla pues esto requiere una constante innovación y creatividad. Cuando un docente limita la programación académica a repetir y trabajar igual que años anteriores, deja a un lado la responsabilidad de trabajar en contexto bajo una sociedad dinámica en constante transformación. Bajo este panorama los estudiantes aprender de manera tradicional por acumulación, sin establecer relaciones y significados.

Surge así, la necesidad de generar un gran cambio en los modos como se enseñan las ciencias naturales pues el compromiso de los profesores en formación en la actualidad, va más allá de instruir a sus estudiantes. La tarea implica hacer una reflexión constante de la práctica pedagógica, asumiendo una posición teórica de su profesión y una autonomía fundada en la confianza, en sus competencias y en la ética, donde lo más relevante en el proceso educativo son los procesos de enseñanza – aprendizaje que se lleven a cabo, por tanto el desarrollo de unidades didácticas constituye la base fundamental para emprender procesos significativos.

En el desarrollo de la unidad didáctica que se presenta en este trabajo, se tiene en cuenta a Sánchez & Valcárcel (1993) quienes la definen como una estrategia de planificación sistematizada. Esto le permite al maestro tomar decisiones sobre su intervención en el aula explicitando que y como enseñar, qué se debe aprender y qué y cómo evaluar; en ella se aborda un contenido disciplinar específico a través de unas actividades las cuales deben reconocer las particularidades del contexto y de los alumnos implicados (Sanmarti, 2000).

Jorba & Sanmarti (1996) mencionan que la unidad didáctica surge como método estratégico debidamente fundamentado desde la nueva didáctica de las ciencias para planificar y sistematizar, en la práctica escolar, las diferentes tareas que un profesor lleva a cabo con un

grupo específico de alumnos; lo que implica la determinación de qué se pretende enseñar, cómo hacerlo y cómo y con qué procedimientos evaluarlo. Surgen así, las unidades didácticas como una herramienta que ayuda al profesor a organizar de forma ordenada y secuencial estrategias y contenidos con el fin de concretar los mecanismos que mejor respondan a las necesidades de aprendizaje de un grupo determinado de estudiantes.

Desde una visión constructivista en donde se asume que los estudiantes construyen conocimiento, el maestro a través del diseño de la unidad didáctica debe propiciar que el estudiante construya su conocimiento. Para ello se requiere que cada planificación que el maestro realice resulte única de acuerdo a los propósitos que se persiguen y a los contextos particulares por lo que una unidad didáctica no podría considerarse de carácter universal; el uso de materiales ya elaborados es viable e implica la exigencia de un análisis para su adaptación a las necesidades particulares (Rengifo & Salazar, 2010).

Cuando se estructura la unidad didáctica se debe seleccionar y secuenciar las actividades debido a que a través de ellas se enseña y se aprende. Vale la pena mencionar que no se aprende por medio de una sola actividad sino que se requiere de un conjunto de actividades secuenciadas, las cuales llevan implícitas unas finalidades didácticas, es decir, las actividades se diseñan pues el docente considera que por medio de ellas se puede plantear situaciones que promueven la construcción de conocimiento científico escolar por parte del estudiante.

Para Gutierrez (2009) en la elaboración de una unidad didáctica de cualquier área del saber es fundamental fijar algunos elementos básicos que permiten al docente orientar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos elementos son: Descripción de la unidad didáctica, Objetivos Didácticos, Secuencia de actividades, Recursos, Organización del espacio y el tiempo,

Evaluación. Si bien estos elementos forman parte de la fundamentación y desarrollo de la unidad didáctica es importante considerar que para generar aprendizajes significativos la unidad didáctica y sus actividades deben permitir el fortalecimiento de procesos de investigación en el aula dando espacio al surgimiento de nuevos intereses, nuevos interrogantes, donde los jóvenes contemplan la necesidad de ir más allá de los conocimientos que se construyen en el aula, es decir, promover la indagación científica.

Retomando las ideas de Jorba & Sanmartí (1996) una unidad didáctica se puede trabajar mediante ciclos de aprendizaje que son estructuras cognitivas de enseñanza que propone el profesor de acuerdo con la forma en que cree puede ocurrir el aprendizaje de los estudiantes previo análisis del contexto escolar y del grupo a quien va ir dirigida.

Jorba & Sanmartí (1996) Sostiene que al margen de incluir un enfoque investigativo en el diseño y construcción teórica de la unidad, la secuencia de actividades basada en el ciclo didáctico o ciclo del aprendizaje debe constituir un espacio para el desarrollo de proyectos de investigación por parte de los estudiantes, a medida que se desarrollan de forma paralela, el ciclo del aprendizaje y las fases de un proyecto de investigación. Así pues, el ciclo de aprendizaje son los distintos pasos o actividades que se ejecutan a lo largo de un proceso de enseñanza – aprendizaje.

En relación a lo expresado anteriormente, Jorba & Sanmarti (1996) señalan las finalidades específicas que deben contemplar cada una de las actividades que forman parte del ciclo del aprendizaje deben posibilitar un flujo de interacciones mentales, por ello, las actividades tiene la función de plantear situaciones propicias para que los estudiantes actúen a nivel conceptual y sus ideas se movilicen en función de su situación. Las fases del ciclo de aprendizaje de Jorba &

Sanmarti (1996) son: actividades de exploración, actividades de introducción de nuevos contenidos, actividades de estructuración y síntesis y actividades de aplicación.

En la **fase de exploración** los profesores deben planificar actividades en las cuales los estudiantes expliciten sus concepciones. También es importante que los profesores usen diversos instrumentos para comunicar los objetivos del aprendizaje a sus estudiantes. En estas fase se busca la expresión de las ideas (verbalmente o a través de dibujos) en relación a un fenómeno observado cotidianamente o a partir de la manipulación realizada en el aula. Se considera importante que los estudiantes perciban que sus ideas son acogidas y valoradas positivamente y reconozcan que entre ellos hay diversidad de puntos de vista, explicitaciones y de interpretaciones frente a un fenómeno o suceso, todas ellas dignas de ser tenidas en cuenta.

En la **fase introducción de nuevos conocimientos**, las actividades se dirigen a que los estudiantes identifiquen nuevos puntos de vista en relación con los temas objeto de estudio, diversas formas para resolver problemas o tareas planteadas, relaciones entre conocimientos previos y nuevos. Las actividades que se consideran adecuadas para esta fase, están relacionadas con aquellas que favorecen la confrontación entre diversos modos de ver los fenómenos y de pensar sobre ellos, las que posibilitan la reorganización de las experiencias y de las explicitaciones dadas por los estudiantes; las que les proporcionan instrumentos de análisis de las experiencias e informaciones; las que facilitan identificar las características que permiten decidir que un objeto o fenómeno es parte de un concepto o está relacionado con él, o las operaciones que se deben efectuar para resolver una tarea, entre otras.

Durante la **fase de estructuración**, el profesor debe plantear a sus estudiantes actividades que les permitan organizar y estructurar los nuevos conocimientos, reconociendo los modelos

elaborados, pero sobre todo, explicitando sus propios y nuevos modelos, los cuales se deben valorar según las aproximaciones y aciertos, animando siempre al estudiante a autocriticarse. La estructuración de los nuevos conocimientos es personal y la hace cada estudiante en función del grado de evolución de sus ideas, además, serán provisionales ya que los aprendizajes están en construcción a través de toda la vida. Estos pueden ser esquemas, dibujos, mapas conceptuales o sencillamente resúmenes de sus aprendizajes. Pueden representarse a través de murales, exposiciones, en diarios personales, exposiciones y conferencias.

En la **fase de aplicación** el profesor ofrece oportunidades a sus estudiantes para que apliquen sus concepciones revisadas a nuevas y diferentes situaciones o contextos. Además debe también permitirles comparar los puntos de vista actuales con los que tenían al inicio del ciclo, con el fin de que sean capaces de reconocer sus progresos. Son actividades que inician un nuevo proceso de aprendizaje y posibilitan el planteamiento de nuevas preguntas e interrogantes.

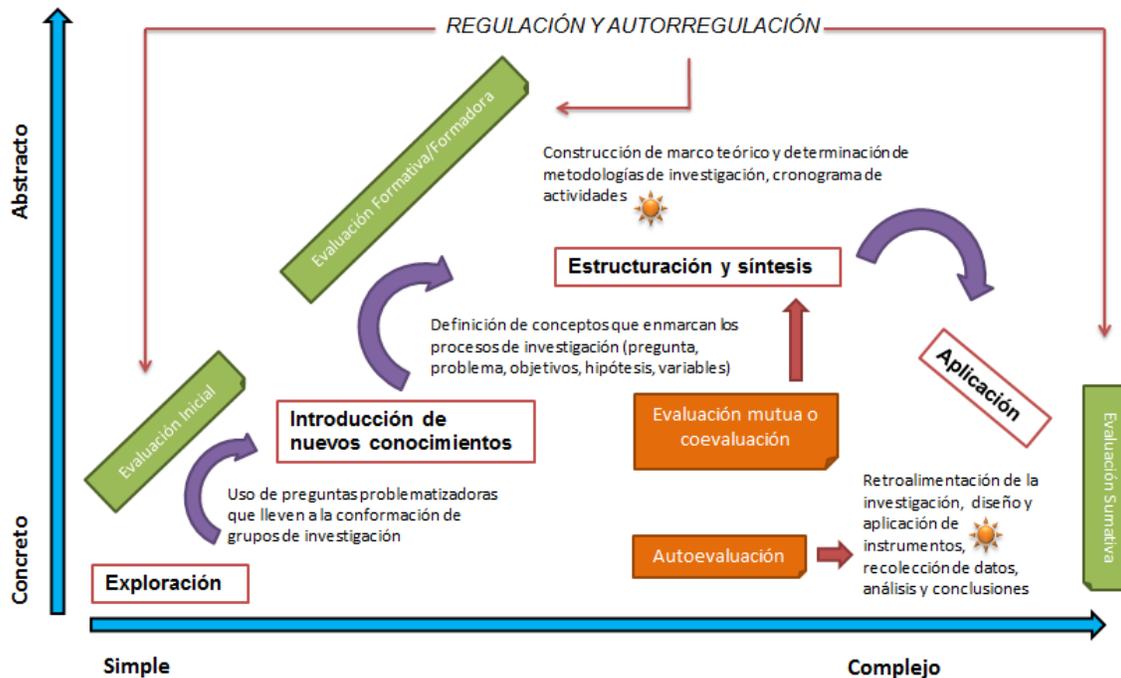


Figura 2 Ciclo de aprendizaje
Tomado de Jorba & Sanmarti (1996)

La ilustración 1 muestra que la intervención didáctica se diseña asumiendo que el aprendizaje progresa por etapas, a partir de una necesidad central. El aprendizaje se va profundizando. Este ciclo de aprendizaje se caracteriza por la flexibilidad que tiene como aporte didáctico, para que los profesores de ciencias naturales puedan vincularlo con un marco teórico útil para entender de qué manera pueden favorecer en los estudiantes la aproximación al conocimiento científico.

4.4 Aportes de la historia y la epistemología para la enseñanza de las ciencias

La historia de las ciencias constituye un recurso educativo que contribuye a incidir en las concepciones previas de los estudiantes pues brinda elementos que permiten mejorar y/o facilitar el aprendizaje de los conocimientos científicos (Gustone & Northfield, 1994).

En el trabajo (Perales & Cañal, 2000) se destacan los siguientes beneficios del uso de la Historia de las ciencias en las clases: 1. Fomentar las actitudes positivas de los alumnos hacia la ciencia, 2. Comprender mejor la materia científica, 3. Poner de relieve la historicidad y la dimensión humana de la ciencia, 4. Atenuar el dogmatismo con el que se la presenta, 5. Mostrar las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS), 6. Conocer la naturaleza, método y evolución de la ciencia, 7. Conocer las dificultades y concepciones de los alumnos, 8. Sugerir metodologías o modelos didácticos, 9. Orientar la selección, secuenciación y exposición de contenidos. De acuerdo a lo anterior para el presente trabajo, la historia de las ciencias se usa para conocer las dificultades y concepciones de los alumnos, y como marco conceptual de referencia para analizar, reflexiona, diseñar y secuenciar contenidos en una unidad didáctica.

Para Quintanilla (2005) la historia de las ciencias promueve verdaderamente una mejor comprensión de los conceptos y de los métodos científicos; los enfoques históricos conectan el desarrollo del pensamiento individual con el desarrollo de las ideas científicas; la historia de las ciencias se hace necesaria para entender la naturaleza de la ciencia, su objeto y método de estudio. La historia de las ciencias permite hacernos a una panorámica de los procesos de construcción de las teorías científicas, de las condiciones que hacen posible la elaboración y sociabilización de conocimiento y de los contextos culturales en los cuales se desenvuelven, proporcionando importantes elementos para la definición de criterios pedagógicos y el diseño de actividades de aula con miras a una presentación de los conceptos y a una apropiación crítica de los productos de la actividad científica por parte de las nuevas generaciones.

Giordan (1986) menciona que los nuevos enfoques o tendencias pedagógicas coinciden en afirmar que conocer las trabas para desarrollar socialmente ciertos conocimientos puede ser muy útil para comprender las dificultades de los alumnos en la comprensión de los conceptos en la enseñanza de las ciencias naturales, así:

“la historia de las ciencias permite enfrentar la enseñanza desde el ángulo de la construcción de conocimientos y no de la memorización de informaciones, lo que significa centrar la actividad en el desarrollo de la capacidad de aprender suponiendo por parte del alumno la transformación de su estructura cognitiva en función de lo que aprende”. (Gagliardi, 1988, p. 292)

Se reconoce de ante mano que el alumno actual piensa y construye sus conocimientos en una sociedad diferente en la cual se produjeron los conocimientos que se deben construir en clase, sin embargo, está claro que conocer cuáles fueron las trabas (obstáculos epistemológicos) para desarrollar socialmente ciertos conocimientos científicos puede ser útil para comprender las

dificultades de los alumnos (Gagliardi, 1988) de modo que permite identificar conceptos para la definición de contenidos de la enseñanza necesarios para comprender temas de ciencias determinados, mostrando las previsiones teóricas y los hechos reales que desempeñaron un papel fundamental en la superación de teorías anteriores.

Pérez (1996) indica que ha surgido el interés educativo por reflexionar, investigar y utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias naturales como recurso pedagógico.

Zambrano (2000) menciona que la historia de las ciencias se presenta como un recurso enriquecedor al uso tradicional que consiste simplemente en relatar la historia de las ciencias de forma anecdótica y lineal. Aunque si bien esta imagen tiene cierto valor pues permite al estudiante tener algún conocimiento básico de las ciencias, no le aporta elementos para la comprensión de los fenómenos observados. Los enfoques que se han resaltado previamente exigen una nueva selección y organización de los contenidos a enseñar que posibilite al estudiante construir en su estructura mental el fenómeno como tal.

Un recorrido por el estudio histórico realizado sobre algún concepto en ciencias permite mostrar que los conocimientos científicos actuales no son “verdades eternas” descubiertas o el simple resultado de la acumulación de observaciones, sino el producto de una empresa humana realizada en un contexto social definido (Giordan & Gagliardi, 1986).

La historia de las ciencias permite prever obstáculos epistemológicos para la construcción conceptual de los alumnos, sin pretender que exista un paralelismo entre el proceso histórico de construcción del conocimiento por la ciencia y el personal del alumno, que construye en un contexto socio-histórico muy diferente. (Esperbén & Birabén, 2007)

Así pues, vemos como la revisión y el análisis histórico -epistemológico del concepto en ciencias permite a los maestros construir el concepto y además ofrece una manera diferente de ver las ciencias, desde la que se muestran los obstáculos y paradigmas que orientan el pensamiento de la época en la construcción de conocimientos; por lo tanto, entender epistemológicamente como se construye el concepto permite al maestro entender la ruptura entre un conocimiento común y un conocimiento científico, además porque algunos obstáculos del pensamiento biológico en la determinación de lo vivo, como la relación micro - macro, pueden presentarse al estudiante, de tal manera que el maestro, al conocer y entender dichos obstáculos y dificultades de los estudiantes, puede orientar de manera diferente la enseñanza del concepto en el aula.

4.5 Obstáculos epistemológicos

La noción de obstáculo epistemológico aparece por primera vez referida a la epistemología de las ciencias experimentales.

Según Bachelard (1976), la noción del problema u obstáculo epistemológico puede ser estudiada en el desarrollo histórico del pensamiento científico y en la práctica de la educación, es decir, los obstáculos epistemológicos que la historia de las ciencias ha tenido que superar, pueden permanecer vigentes en los estudiantes y manifestarse a través del proceso de enseñanza como dificultades para el aprendizaje de los nuevos conocimientos. Así mismo, también expone que los obstáculos epistemológicos son elementos psicológicos que no permiten el aprendizaje de conceptos revolucionarios al interior de las ciencias, además de dificultades psicológicas que impiden o dificultan una correcta apropiación del conocimiento objetivo, es decir, son las

limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico.

El Obstáculo epistemológico según Brousseau (citado por Cid, 2010) menciona que:

El error no es solamente el efecto de la ignorancia, la incertidumbre, sino que es el efecto de un conocimiento anterior, que a pesar de su interés o éxito ahora se revela falso o simplemente inadecuado.

a) Un obstáculo será un conocimiento, una concepción, no una dificultad ni una falta de conocimiento

b) Este conocimiento produce respuestas adaptadas a un cierto contexto, frecuentemente reencontrado.

c) Pero engendra respuestas falsas fuera de este contexto. Una respuesta correcta y universal exige un punto de vista notablemente diferente.

d) Además, este conocimiento resiste a las contradicciones con las que se le confronta y al establecimiento de un conocimiento. No es suficiente poseer un conocimiento mejor para que el precedente desaparezca. Es pues indispensable identificarlo e incorporar su rechazo en el nuevo saber.

e) Después de tomar conciencia de su inexactitud, el obstáculo continua manifestándose de forma intempestiva y obstinada. (p.3)

Bachelard (1976) en su obra formación del espíritu científico menciona que “El primer obstáculo es la experiencia básica, esto carga de subjetividad las observaciones y se pueden tener concepciones erróneas, ya que las cosas se ven tal como nosotros queremos verlas y no como realmente son” (p. 27).

Mora (1999):

Entiéndase por obstáculos epistemológicos las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico. El individuo entonces se confunde por el efecto que ejercen sobre él algunos factores, lo que hace que los conocimientos científicos no se adquieran de una manera correcta, lo que obviamente afecta su aprendizaje (p.2).

Castro, Trujillo & Guerrero (2006) afirman que la definición de obstáculo epistemológico se encuentra ligada a la naturaleza del conocimiento mismo y que son propios de él, se repiten en la historia, muestran su persistencia y dificultad para evolucionar, es decir los obstáculos en el sentido de Bachelard.

Duroux (citado por Malisani, 1999) establece una serie de condiciones que debe satisfacer un obstáculo para que sea considerado de tipo epistemológico:

Un obstáculo es un conocimiento, una concepción, no una dificultad, falta o ausencia de conocimiento; Este conocimiento produce respuestas correctas en un determinado contexto que el alumno encuentra a menudo; pero genera respuestas falsas fuera del contexto; este conocimiento se manifiesta resistente a las contradicciones (a las cuales se confronta) y a la sistematización de un conocimiento mejor; después de la toma de conciencia de su falta de precisión, este conocimiento continúa a manifestarse de manera intempestiva y obstinada. (p.3)

De igual manera Pessoa & Castro (1992) sostienen que tener un conocimiento de los modelos explicativos del pasado y establecer los obstáculos epistemológicos que debieron ser superados en el análisis y reflexión histórica del concepto permiten plantear algunas estrategias metodológicas para lograr los cambios conceptuales en los estudiantes, pues, de esta manera se puede lograr identificar con anterioridad las concepciones y dificultades que tienen los

estudiantes en la construcción del concepto en el aula. Desde esta perspectiva el análisis histórico del concepto permite hacer un análisis cuidadoso de aquellos modelos explicativos que se presentaron en el pasado y que por su importancia representaron verdaderos obstáculos epistemológicos en donde su superación determinó un avance del conocimiento científico.

Para Furió (1997) la historia y epistemología de las ciencias permite grandes aportes a la enseñanza en la medida en que posibilita una apropiación más racional del conocimiento científico pues al hacer un análisis cuidadoso de aquellas teorías que por su importancia representaron verdaderos saltos cualitativos en el conocimiento, centrándose en aquellas dificultades y problemas cuya superación determinó un avance científico, permiten plantear cambios conceptuales en los estudiantes, por lo tanto se busca con este uso de la historia al identificar los modelos explicativos y los obstáculos epistemológicos superar la metodología de transmisión verbal empleada en la enseñanza habitual, lo que le implica al maestro conocer los aspectos epistemológicos de las teorías y conceptos que pretende enseñar.

Mora (1999) menciona que examinar las ideas previas con las cuales el estudiante interpreta los fenómenos, permite comprender como conceptualizan y determinar que obstáculos epistemológicos presentes en la construcción del concepto se repiten en ellos, esto supone de igual manera, una analogía entre las concepciones que se presentan como obstáculo en los niños y determinados conocimientos que igualmente fueron obstáculos en la evolución de los conceptos en ciencias.

En este sentido, la búsqueda de los obstáculos que se oponen a la comprensión y aprendizaje del concepto a partir del seguimiento del proceso histórico de construcción del concepto es significativo desde el punto de vista didáctico pues aportan elementos para el diseño de

apropiadas secuencias didácticas, ya que puede ser usado como expresión del estado de conocimiento de los estudiantes y constituirse de gran valor al planificar metodologías de enseñanza más eficaces y contrarias a las convencionales.

4.6 Desarrollo histórico epistemológico del concepto herencia biológica

En la búsqueda de alternativas para el diseño y secuenciación de actividades propias de la unidad didáctica que promuevan la indagación científica y el aprendizaje significativo del concepto Herencia Biológica, se realizó una revisión y análisis histórico epistemológico del concepto en donde se establecen los modelos explicativos y se evidencian los obstáculos epistemológicos.

La revisión histórica y epistemológica del concepto herencia biológica se realiza desde las civilizaciones de la antigua Grecia a.C hasta los descubrimientos realizados por Gregor Mendel en el siglo XIX, pues con sus trabajos experimentales de hibridación en una huerta, senta las bases para explicar adecuadamente el mecanismo mediante el cual las características de los padres son transmitidas a los hijos.

En este periodo de tiempo se logran identificar cinco modelos explicativos: Epigénesis, Preformismo, pangénesis o herencia por mezcla, herencia de los caracteres adquiridos y herencia Mendeliana. Las teorías se presentaron en orden lineal, este hecho no sugiere que estas concepciones presenten un orden cronológico, muchas se presentaron simultáneamente. Sin embargo para efectos del trabajo se ha otorgado una secuencia.

En el proceso de revisión histórico epistemológico del concepto herencia biológica es interesante conocer que desde mucho antes de que se tuviera la más remota idea sobre los mecanismos de la herencia o la existencia de los factores hereditarios que hoy llamamos genes, los seres humanos buscaron las más diversas explicaciones a este fenómeno, ideas que podrían ser consideradas hoy en día por los estudiosos de las ciencias como descabelladas pero que en cada época y contexto histórico tuvieron validez y aceptación por los miembros de las sociedades.

En la Antigua Grecia Aristóteles quien vivió entre los años 384 a. C. y 322 a. C. contribuyó a la explicación de este concepto postulando la teoría llamada **Epigénesis**, la cual sostenía que tanto el hombre como la mujer aportan en la formación de un ser humano un fluido, que se mezcla para formar una porción de material viviente amorfo y mediante un proceso de diferenciación de sus partes, ocurría una serie de transformaciones que daban origen a los órganos y posteriormente al embrión. Aristóteles sostenía que la hembra aportaba un fluido como un material pasivo y el macho aporta el semen como material activo el cual poseía poderes formativos abstractos, capaces de anular por completo la aportación de la mujer, así, el padre aporta la forma mientras que la madre una cantidad de fluido o sangre y el alojamiento del nuevo ser. Aristóteles decía que el semen del macho estaba formado por ingredientes imperfectamente mezclados, algunos de los cuales fueron heredados de generaciones pasadas, la hembra ponía simplemente la causa material y el macho la formal de la nueva criatura (Buklijas & Hopwood, 2008).

La Epigénesis identifica el desarrollo embrionario con un proceso de configuración o formación y concede prioridad a la fuerza configuradora como un proceso lento y continuo a

partir de una masa amorfa que se mezcla en sus estados iniciales. Cabe resaltar en este punto, que a lo largo de la historia se han ido alternando las posturas o pensamientos pues esta idea propia de la teoría es retomada por científicos como Charles Darwin en los siglos XIX (Buklijas & Hopwood, 2008).

La explicación que Aristóteles postula frente al fenómeno herencia biológica nace de su propio pensamiento y como resultado de reflexiones personales al observar que ciertos miembros de una familia manifiestan semejanzas. Con algunas variantes, esta teoría se mantuvo vigente hasta la segunda mitad del siglo XVII (Buklijas & Hopwood, 2008).

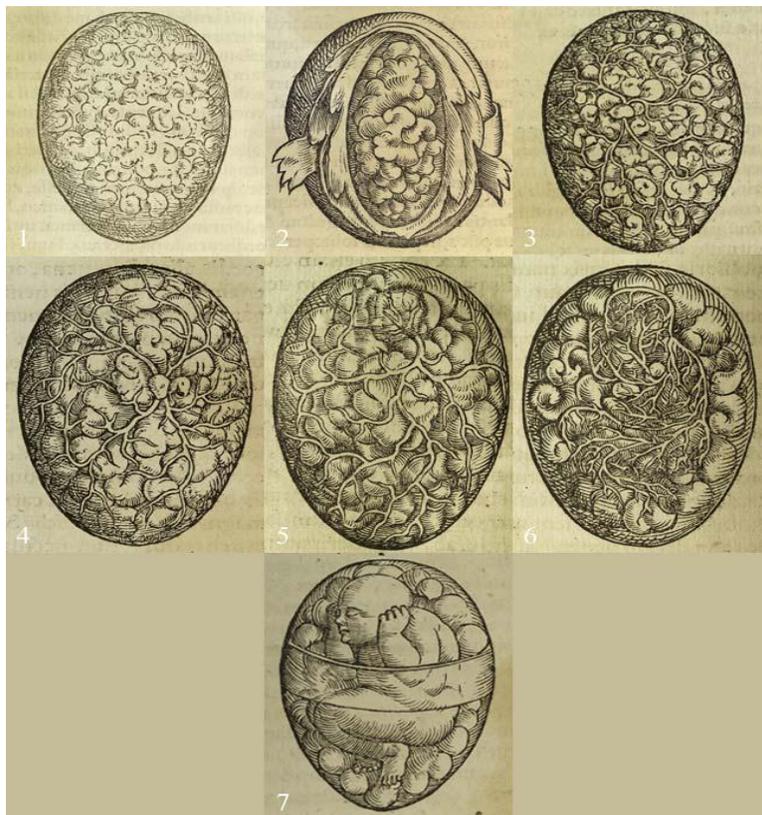


Figura 3

Ilustración conceptual del siglo XVI de la Epigénesis aristotélica
Recuperado de http://www.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/s1_3.html

En la figura se observa una serie de grabados en madera que muestra la coagulación gradual del aporte masculino y femenino en un niño. La masa en forma de huevo (1), cubierta con tres

membranas (2) se desarrolla gradualmente vasos sanguíneos y órganos tales como el hígado y el corazón (3-5) que asumen la forma de un ser humano (6) y finalmente se convierte en un niño (7). Todo el proceso supuestamente tomó 45 días. Al final, el niño tendría sentido y sentimiento.

Esta teoría implementada desde la antigua Grecia había sido aceptada en la sociedad sin lograr observaciones haciendo uso de lentes, pero esto no detenía la mente humana para sacar sus propias conclusiones, estableciendo sus propios paradigmas en este caso sobre la transmisión de características de padres a hijos.

Durante muchos tiempo no hubo claridad en cuanto que era lo que participaba en la formación de un ser vivo, pensadores, naturalistas y anatomistas de diversas épocas mencionaban que quien daba origen a un ser vivo era la mezcla de pequeñas partículas, sustancias, o como tal la sangre que aportaban los padres. El obstáculo epistemológico que se logra identificar o la dificultad específica que no permitía una apropiación adecuada de la realidad es que se desconocía a las células como mínima unidad fundamental, estructural y de origen de los seres vivos, además se desconocía al espermatozoide y al ovulo como el tipo de células sexuales.

En 1665 el científico Robert Hooke utilizando unos lentes rudimentarios y haciendo observaciones a un trozo de corcho menciona la existencia de “células” en la conformación de los organismos vivos. En 1838 el botánico alemán Matthias Jakob Schleiden, afirmó que todas las plantas y animales están formados por células las cuales cuentan con una estructura y función. Un año después, su compatriota, el anatomista y fisiólogo Theodor Schwann, confirmaba esta teoría. En trabajos posteriores estos investigadores demostraron que los órganos, los tejidos y en general la vida se origina a partir de células que experimentan una constante división celular.

En 1678 Anton van Leeuwenhoek, un comerciante de telas holandés sin ninguna preparación científica, utilizando microscopios simples de fabricación propia describió protozoos, bacterias, glóbulos rojos y en 1678 menciona por primera vez los espermatozoides en una carta enviada a la Royal Society, en la que habla de *animálculos* muy numerosos en el esperma. Leeuwenhoek creyó en primer lugar que eran animales parásitos que vivían en el semen (de ahí el termino espermatozoide cuyo significado es animales del esperma) él originalmente asumió que ellos no tenían nada que ver con la reproducción del organismo en que fueron encontrados, pero más tarde comenzó a creer que cada espermatozoide contenía un embrión preformado (Gilbert, 2003).

Leeuwenhoek en 1685 escribió que los espermatozoides eran semillas (esperma y semen significan “semilla”) y que la mujer simplemente proporcionaba el suelo nutritivo en el cual las semillas eran plantadas. Leeuwenhoek estuvo decepcionado continuamente en sus tentativas de encontrar embriones preformados dentro de los espermatozoides (Gilbert, 2003)

Nicolas Hartsoeker otro codescubridor del espermatozoide dibujo un cuadro de lo que él esperaba encontrar: un humano preformado al que llamo (“homúnculo”) dentro del espermatozoide. A continuación la imagen diseñada de un humano preformado en el espermatozoide.



Figura 4. Humano preformado en el espermatozoide
Nicolas Hartsoeker (1694)

Recuperado de: <http://www.newscientist.com/gallery/dn16745-visible-embryos/4>

Numerosos naturalistas y científicos de la época aseguraban observar con microscopios rudimentarios en un espermatozoide, un pequeño hombrecito acurrucado en su interior. Con estas ideas y las observaciones de Leeuwenhoek y Hartsoeker surge la **teoría preformista** (Gilbert, 2003).



Figura 5 Feto Humano preformado

Recuperado de: [Http://www.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/s1_3.html](http://www.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/s1_3.html)

La figura anterior representa la **teoría preformista** de la época, donde se observaba el homúnculo como aquel pequeño hombrecito de gran cabeza se encuentra en el interior de los espermatozoides, fecunda al óvulo y posteriormente sólo debe crecer, pues este pequeño hombrecito estaba dotado de las diferentes partes del cuerpo, aunque como sus dimensiones eran muy pequeñas o estaban en líquido, no eran del todo visibles. A esta corriente y a todos aquellos científicos que apoyaron esta idea se le denominó los espermistas. (Gilbert, 2003)

Con procedimientos de disecciones en animales e inclusive en humanos, el estudio de la anatomía y fisiología permitió llegar a descripciones de los folículos ováricos, la presencia de las trompas de Falopio en las hembras y la descripción del embrión de pollo en sus primeras horas por ejemplo fue el trabajo del científico Malpighi.

El médico Reinier de Graaf en 1673 propuso que los nuevos individuos se preformaban dentro del cuerpo materno y que el padre solo proveía la “chispa vital” necesaria para comenzar el desarrollo del embrión, esto al observar por primera vez los óvulos en el estudio anatómico de una perra. Esta idea postulaba que el “homúnculo” se encontraba dentro del óvulo y éste le proporcionaba el medio adecuado para poder crecer. Esta idea se catalogó como la teoría de los ovistas. Los científicos Swammerdam y Bonnet mencionaron que dentro del óvulo estaba toda la información de descendencia de una mujer y que el papel del espermatozoide era simplemente activar al ovulo (Buklijas & Hopwood, 2008).



Figura 6 Esquema de la teoría preformista
Imagen representativa de los ovistas
Recuperado de: http://www.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/s1_3.html

En 1700 Él holandés François de Plantade, secretario de la Sociedad Real de Montpellier, oculto bajo un seudónimo dio a conocer sus pretendidas observaciones. Él decía que había visto al homúnculo y que era un espectáculo admirable e increíble. Aseguraba haber visto brazos,

piernas y torso del hombrecito, aunque por desgracia no los genitales, debido a su reducido tamaño (Gilbert, 2003).

Científicos como Lazzaro Spallanzani no estaban de acuerdo con la teoría preformista y demostraron que el semen de sapo filtrado carente de espermatozoides no podía fecundar al gameto femenino, sin embargo concluyó que el fluido viscoso retenido por el papel filtro y no el espermatozoide, era el responsable de la fecundación. Él como muchos otros, creían que los “animales” espermáticos eran parásitos (Gilbert, 2003)

Para 1824 la combinación de mejores lentes en los microscopios y la teoría celular llevaron a una nueva apreciación de la función de los espermatozoides. J.L. Prevost y J.B Dumas afirmaron que los espermatozoides no eran parásitos, sino más bien los agentes activos de la fecundación. Ellos observaron la existencia universal del espermatozoide en los machos sexualmente maduros y su ausencia en individuos inmaduros o ancianos, estas observaciones, asociadas con la conocida ausencia de espermatozoides en la mula estéril, les convencieron de que existe una íntima relación entre su presencia en los órganos y la capacidad fecundante del animal. Propusieron que el espermatozoide ingresaba al gameto femenino y contribuía materialmente a la generación siguiente (Liñan, 2005).

Estas afirmaciones fueron en gran parte despreciadas hasta la década de 1840, cuando A. Von Kolliker describió la formación de los espermatozoides a partir de las células dentro de los testículos. Él puso en ridículo la idea de que el semen pudiese ser el sustento para un número tan enorme de parásitos. Aun así, Von Kolliker negó que hubiese algún contacto físico entre el

espermatozoide y el gameto femenino. Creía que el espermatozoide excitaba el desarrollo del gameto femenino, tal como un imán comunica su presencia al hierro (Liñan, 2005).

El homúnculo presente tanto en la teoría de los espermistas y los ovistas solo existía en la imaginación de los preformistas, de modo que nunca más fue visto, pues con el avance, perfeccionamiento y precisión de los microscopios y sus lentes se probó que el espermatozoide y el ovulo eran las células reproductoras de la especie humana, se empezó a describir la estructura interna de estas células y lo que parecía un hombrecito en el espermatozoide era el acrosoma, estructura intracelular que contiene enzimas para facilitar el proceso de fecundación y que lo que observaban como una cabeza del pequeño hombrecillo era el núcleo de las células germinal (Gilbert, 2003).

En 1841 Karl Wilhem Von Nageli descubre los cromosomas en el núcleo celular y los describe como un “cuerpo coloreado”. Los cromosomas fueron observados en células de plantas por Nageli, e independientemente por el científico belga Edouar Van Beneden en lombrices del genero *Ascaris*. El uso de drogas basofílicas (por ejemplo las anilinas) como técnica citológica para observar el material nuclear fue fundamental para los descubrimientos posteriores (Gomis, 2000).

En 1885 Édouard Joseph Louis-Marie Van Beneden biólogo belga demostró que los óvulos y espermatozoides de *Ascaris sp* contenían la mitad del número de cromosomas hallados en las células del cuerpo (somáticas). Descubrió que los cromosomas no duplicaban su número cuando se formaban las células germinales óvulo y espermatozoide. En consecuencia, cada una de estas células tiene sólo la mitad del número de cromosomas del que poseen las células ordinarias en el organismo. La división celular que da lugar a espermatozoides y óvulos se denominó por lo tanto

«meiosis», de una palabra griega que significa «hacer menos». Cuando se unen un óvulo y un espermatozoide, la combinación (óvulo fertilizado) posee, sin embargo, una serie completa de cromosomas, siendo aportada la mitad de ella por la madre, a través del óvulo, y la otra mitad por el padre, mediante el espermatozoide. Seguidamente, a través del proceso normal de mitosis, este juego completo de cromosomas es transmitido a todas las células que constituyen el cuerpo del organismo que se desarrolla a partir del huevo fertilizado. La descripción de cómo se reducían a la mitad los cromosomas de las células sexuales, (proceso de meiosis) fue dada a conocer en 1887 por el biólogo alemán August Weismann y esta descripción demostró que había dos tipos diferentes de división celular, siendo descritos los detalles de la meiosis en 1900 (Gilbert, 2003).

Hasta esta época era claro que quienes participaban en la conformación de un nuevo ser vivo son los óvulos y los espermatozoides pero el obstáculo epistemológico que se logra identificar o la dificultad específica que no permitía una apropiación adecuada de la realidad era la manera como estos dos elementos originaban a nuevo ser pues no se había logrado observar el proceso de fecundación.

No fue hasta 1976 que Oscar Hertwig y Herman Foll demostraron de manera independiente que el espermatozoide entraba al gameto femenino y que se producía la unión de los dos núcleos celulares. Hertwig había estado buscando un organismo adecuado para observaciones microscópicas minuciosas, y encontró que el erizo de mar mediterráneo, *Toxopneustes lividus*, era perfecto. Este organismo no solo era común en toda la región y sexualmente maduro durante la mayor parte del año, sino que sus huevos (óvulos) eran fáciles de conseguir en grandes

números y eran transparentes aun a grandes aumentos. Luego de mezclar suspensiones de espermatozoides y huevos (gametos femeninos) Hertwig observó repetidamente a un espermatozoide ingresando a un óvulo y vio unirse a los núcleos. También observó que solo un espermatozoide ingresaba en cada ovulo, y que todos los núcleos del embrión eran divididos a partir del núcleo creado durante la fecundación. Foll llevó a cabo observaciones similares y expuso en detalle el mecanismo de ingreso del espermatozoide. La fecundación por fin fue reconocida como la unión del espermatozoide y el gameto femenino. La unión de los gametos del erizo de mar sigue siendo uno de los ejemplos de fecundación mejor estudiados (Gilbert, 2003).

Las notables semejanzas y la universalidad del proceso de fecundación, independientemente del tipo de organismos que se estudie, condujeron a investigaciones notables en la época, que trataban de descubrir los mecanismos íntimos de la herencia. Entre ellas las que trataron de descubrir, de qué forma se reducía el número de cromosomas antes de la fecundación ya que de no ser así, el número de cromosomas se doblaría cada vez que un espermatozoide se fusionara con un óvulo (Gomis, 2000).

A mediados del siglo XIX los intentos prácticos de los maestros jardineros para producir nuevas plantas ornamentales proporcionaron evidencias precisas para entender el concepto de herencia biológica. Los cruzamientos artificiales de estas plantas, mostraron que en general, independientes de qué planta suministrara el polen (que contiene las células espermáticas) y qué planta contribuyera con las ovocélulas, ambas contribuían a las características de la nueva variedad. Pero esta conclusión suscitó cuestiones aún más enigmáticas; ¿qué contribuía

exactamente cada planta progenitora? ¿Cómo hacían todas las centenas de características de cada planta para combinarse y apiñarse en una sola semilla? (Jacob, 1995).

En la Francia del siglo XIX como resultado de innumerables detractores frente a teoría preformista, los estudiosos de la época, empiezan a dar por válida la teoría de la **Herencia de los caracteres adquiridos** postulada por Jean B. Lamarck. Esta teoría se basa en el hecho de que un músculo u órgano que se ejercite constantemente tiene un mayor desarrollo y existe una tendencia a que los hijos se parezcan a sus padres en ese aspecto o desarrollen la característica que sus padres adquirieron. A partir de esta idea, es fácil pensar que los cambios ocasionados por el ambiente en el organismo, es decir, los caracteres adquiridos, se heredan de padres a hijos (Jacob, 1995).

Esta teoría tuvo gran aceptación y lo demuestran pensamientos arraigados frente a experiencias como las siguientes: a una mujer en embarazo era común recomendarle contemplar bellas colecciones de cuadros, estatuas y otros objetos hermosos, si querían que sus hijos también lo fueran. Además de dedicarse a cosas que se consideraban positivas, las mujeres embarazadas debían abandonar aquellas actividades que según se creía podían tener consecuencias nocivas para el niño. Así por ejemplo, en una ciudad de Inglaterra, las futuras madres no podían consumir fresas, por miedo a que sus hijos nacieran con manchas en la piel o tomar bebidas oscuras al suponer que el niño resultase con piel algo oscura. El nacimiento de niños con retrasos mentales se les atribuyó a las fuertes impresiones que habían sufrido las madres embarazadas, durante algún conflicto o riña. En algunos pueblos se creía que salpicar el vientre de la madre con té originaba manchas en la piel del hijo (Jacob, 1995).

Lamarck en su teoría de la herencia de los caracteres adquiridos menciona que si hubiera una sequía y las plantas del suelo no crecieran, las jirafas, de cuello corto, estirarían su cuello para llegar a las hojas de arriba y tras años estirando el cuello este se alargaría y la siguiente generación de jirafas tendría el cuello más largo. Haeckel 1860 había aceptado la teoría lamarckiana de la herencia de los caracteres adquiridos; según él, la herencia equivalía a la memoria: el embrión en desarrollo está recordando la secuencia de caracteres añadidos en el curso del linaje evolutivo de su especie (Bowler & Morus, 2007)

En 1859 previa visualización del procesos de la fecundación Charles Darwin para explicar su teoría evolucionista formula una nueva explicación al fenómeno de la herencia biológica y es la **pangénesis o herencia por mezcla** en ella retoma aspectos importantes de la teoría de Aristóteles llamada epigénesis e intenta argumentar algunos otros aspectos (Curtis, 1996).

Darwin se basó en una simple especulación la cual no tenía fundamento en ningún hecho científico, por tal razón la llamó hipótesis provisional de la pangénesis en su trabajo de investigación divulgado en su libro el “Origen de las especies por medio de la selección natural o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida” publicado en 1859 (Purroy, 2009).

Charles Darwin trata de explicar la similitud que los padres tienen con sus hijos por medio de una simple especulación que sostenía que cada órgano y estructuras del cuerpo producían pequeños rudimentos o “gémulas” que por vía sanguínea llegaban a las células sexuales o gametos. Cuando ambos gametos, el masculino y el femenino se mezclan para originar un nuevo organismo, este tendrá “gémulas” de ambos progenitores, lo que explica la similitud entre ellos.

Según Darwin, cada parte del organismo e incluso partes de las células producen sus propias y específicas gémulas. Las gémulas fluyen por todas las partes del cuerpo, de modo que en los óvulos y el espermatozoide se puede encontrar de todos los tipos. Así las células reproductoras tienen la potencialidad de desarrollar un organismo completo (Cordoba, 2010).

Esto significaba que las características de los padres se transmitían directamente a la sangre de sus hijos, de modo que las diferencias de rasgos se combinaban en los hijos. La teoría darwiniana postulaba, entonces, la existencia de estructuras materiales responsables de la herencia que estaban siendo formadas por los cuerpos de los padres. En este caso, a diferencia de lo que se sostuvo después en genética moderna, no había unidades genéticas transmitidas sin cambios de una generación a la siguiente (Cordoba, 2010).

Darwin mismo había aceptado un aspecto del lamarckismo, dado que sostenía que ciertos cambios adquiridos por los cuerpos de los padres quedarían reflejados en sus gémulas y por tanto, podrían ser heredados (García, 2007).

Algunos científicos de la época quienes apoyaban fervorosamente la teoría evolucionista de Darwin, se opusieron por completo a la teoría de la herencia de caracteres adquiridos propuesta por Lamarck y que tenía una fuerte aceptación en aquella época, pues aludían que si un humano se pasara la vida entera agitando los brazos para poder volar, aunque pasaran muchas generaciones, los brazos nunca serían alas (Cordoba, 2010).

Uno de los principales defensores de la teoría de Darwin fue Hugo de Vries, uno de los redescubridores de las leyes de Mendel. De Vries facilitó su persistencia en el corpus científico

al llamar pangénia, gémula, o unidad de reproducción. Wilhelm Johannsen acortó el pangen y acuñó la palabra gen, que ha llegado hasta nuestros días sin que su definición haya estado del todo clara por aquella época (Purroy, 2009).

Hacia finales del siglo XIX Weismann con un experimento comprobó que la teoría de Lamarck la cual seguía siendo motivo de controversia era errónea. Llevó a cabo un experimento donde le cortó la cola a 21 ratones durante 22 generaciones sucesivas (1,592 ratones en total), haciendo ver que con esto no se afectaba la longitud de la cola de las nuevas generaciones de ratones. Con ello, Weismann demostró que la teoría Lamarckista de la herencia de características adquiridas a través de generaciones estaba equivocada, con este experimento planteó la teoría del germoplasma (Purroy, 2009).

Un aspecto central de la teoría de Weismann, que indica su importancia histórica, radica en el hecho de que admite la existencia de unidades informacionales discretas que se transmiten de una generación a la siguiente. El desarrollo y la herencia debían explicarse, según Weismann, por la transmisión de elementos nucleares discretos en una línea germinal continua desde los antepasados a los hijos. Los cromosomas eran, según Weismann, la sede del germoplasma. El término “germoplasma” refería a la base material de la herencia, responsable de transmitir características de los padres a los hijos. El germoplasma estaba aislado del resto del cuerpo, por lo que se transmitía inalterado de una generación a otra (Cordoba, 2010).

Con esta idea se producía un avance hacia la genética moderna: según este modelo de la herencia, el lamarckismo resulta imposible, y no queda lugar para entender la herencia en analogía con la memoria no puede ya afirmarse que el embrión “recuerda” su pasado evolutivo.

La teoría de Weismann, al trazar una distinción entre células somáticas y células germinales, afirma que las modificaciones producidas en las células somáticas de los organismos de los padres no son heredadas a los hijos. (García, 2007).

Por aquella época Francis Galton diseñó un experimento consistente en hacer transfusiones de sangre entre conejos con el pelo de colores diferentes. Si la teoría de Darwin fuera correcta, los conejos recipientes deberían pasar a su descendencia las características de los donantes. Una vez hechos los cruces, los conejos descendientes tenían el pelo del mismo color que sus progenitores sin importar a cuantas generaciones se les inyectara sangre. Galton demostró que cada generación de ancestrales realiza una contribución equilibrada a la composición total de un individuo descendiente. Galton escribió: “He hecho trabajos de transfusión y cruce en conejos a gran escala y he llegado a conclusiones claras que en mi opinión, niegan la verdad de la doctrina de la Pangénesis” (Purroy, 2009).

A pesar de ello a finales del siglo XIX la hipótesis más ampliamente conocida para explicar la herencia biológica fue la Pangénesis **o herencia por mezcla**, la cual proponía cuando se combinan los óvulos y los espermatozoides, se produce una mezcla de material hereditario que resulta en una combinación semejante a la mezcla de dos tintas de diferentes colores. Según esta hipótesis, podría predecirse que la progenie de un animal negro y de uno blanco sería gris y que, a su vez, su progenie también lo sería, pues el material hereditario blanco y negro, una vez mezclado, nunca podría separarse de nuevo, la herencia por mezcla proponía que las características de la progenie era la media de sus progenitores (Curtis, 1996).

El obstáculo epistemológico que se logra identificar o la dificultad específica que no permitía una apropiación adecuada de la realidad en la teoría de la herencia por mezcla propuesta por

Darwin era que no explica, por qué las características se conservan a lo largo de las generaciones y a que se deben los saltos generacionales en la expresión de una determinada característica.

Estas preguntas fueron resueltas por la teoría de la **hibridación mendeliana** propuesta por Gregor Mendel quien menciona en sus detallados trabajos que los híbridos o descendientes manifiestan o expresan, solo una de las características de los progenitores pues se transmiten de forma independiente. A continuación con más detalle el trabajo realizado por este científico:

En 1855 Gregor Mendel un monje conocido como el padre de la genética cultivó plantas de guisante (*Pisum sativum*) con el objetivo de aparear, o *cruzar* estas plantas con diferentes características hereditarias y determinar el patrón de transmisión de dichas características a los descendientes, en un pequeño jardín en los terrenos del monasterio austriaco donde vivía (Karp, 1998).

Mendel difería de las explicaciones que daban la teoría de la preformación e incluso la teoría de la herencia por mezcla o pangénesis que es la explicación que se presentaba fuertemente en la época.

La explicación hacia la que apunta Mendel es a la conformación de los organismos vivos desde los aportes que dos individuos dan: un padre (de sexo masculino) y una madre (de sexo femenino), a diferencia de las ideas preformistas que consideraban que los organismos vivos (especialmente animales y humanos) se encontraban ya formados en miniatura en el huevo (ovulo o espermatozoide) de la madre o del padre respectivamente. A su vez esos aportes de los padres, Mendel los plantea no como mezcla de caracteres provenientes de todas las partes del cuerpo como eran considerados por la teoría de la pangénesis, sino como unión de caracteres que posteriormente se pueden separar a través de las células sexuales (células germinales y polínicas

en las plantas) cuando estos organismos van a tener hijos; Mendel presenta esta idea cuando después de identificar con simbologías los caracteres (manifestaciones posibles de las características en cuestión) que tienen las plantas de arveja de su interés, menciona que los híbridos (refiriéndose con esto a los individuos que llevan en su información los dos caracteres aunque manifiesten solo uno) forman células germinales y polínicas que responden en cantidades iguales a todas las formas constantes, y resultan de las combinaciones de los caracteres unidos por fecundación; las formas constantes se refieren a la información que presentan los individuos que, por autofecundación, en todas las descendencias obtendrán organismos iguales a ellos para cierta o ciertas características; además de lo anterior Mendel menciona que el comportamiento de cada par de caracteres diferenciales en combinación híbrida es independiente de las demás diferencias existentes en las dos plantas originarias queriendo decir con esto que en los organismos que él estudiaba (*Pisum*), las características que selecciono eran independientes, por ejemplo que si una planta tiene semillas amarillas esta planta puede ser de tamaño alto o de tamaño pequeño, y es posible que esta idea puede ayudar a explicar la gran variedad de organismos de un mismo grupo familiar, pues son muchas las características que tiene un individuo y por lo tanto son muchas las formas como pueden combinarse estas características (Rengifo & Velazco, 2005).

El problema de fondo que trataba de abordar Mendel con los cruzamientos programados era sobre la evolución de las formas orgánicas, es decir encontrar el origen de las especies que suele ser atribuido a Darwin. Específicamente Mendel con sus trabajos estaba interesado en encontrar leyes de parecidos entre los padres y los hijos.

Los estudios de Mendel constituyen un ejemplo excepcional de buen procedimiento científico. Escogió un material de investigación muy adecuado para el problema que deseaba abordar, diseñó sus experimentos cuidadosamente, recogió gran cantidad de datos, y utilizó el análisis matemático para demostrar que los resultados eran coherentes con una hipótesis que podía ser explicada (Karp, 1998).

Las predicciones de la hipótesis se sometieron a prueba en una nueva serie de experimentos. Mendel estudió el guisante por dos razones principales. En primer lugar, a través del mercado de semillas disponía de una amplia gama de variedades de guisantes, de distintas formas y colores, fáciles de identificar y de analizar. En segundo lugar, las plantas de guisante, dejadas a su suerte, se cruzan con ella misma (autopolinización) ya que los órganos masculino (antera) y femenino (ovario) de la flor (que producen el polen y los óvulos, respectivamente) están encerrados en una bolsa de pétalos o quilla. El jardinero o el experimentador pueden cruzar dos plantas a voluntad (Martínez & Sáenz, 2003).

Para prevenir la autopolinización, Mendel corta las anteras de una planta y el polen de otra planta se transfiere entonces a la zona receptiva, con un pincel o mediante anteras completas. En el guisante, el experimentador puede, por tanto, manipular la polinización. Otras razones prácticas para que Mendel escogiera los guisantes fueron que eran baratos y fáciles de obtener, que ocupaban poco espacio, que tenían un tiempo de generación relativamente corto y que producían muchos descendientes (Martínez & Sáenz, 2003).

Ante todo, Mendel escogió varios caracteres para su estudio. Importa aclarar el significado de la palabra carácter. Aquí, carácter es una propiedad específica de un organismo; los genéticos utilizan este término como sinónimo de características o rasgo. Para cada uno de los caracteres

escogidos, Mendel obtuvo líneas de plantas que había cultivado durante dos años, para asegurar que fueran líneas puras. Una línea pura es una población que produce descendencia homogénea para el carácter particular en estudio; todos los descendientes producidos por autopolinización o fecundación cruzada, dentro de la población, muestran el carácter en la misma forma. Asegurándose la pureza de las líneas, Mendel dio un primer paso inteligente: Había establecido una situación base de conducta constante y fácilmente visible, de forma que cualquier variación observada tras una manipulación deliberada en su investigación fuera científicamente significativa; había establecido, en realidad, un experimento control (Martínez & Sáenz, 2003).

Dos de las líneas cultivadas por Mendel demostraron ser homogéneas para el carácter de color de la flor. Una línea tenía flores púrpuras y la otra línea tenía flores blancas. Cualquier planta de la línea de flores púrpura (ya fuera autopolinizada o cruzada con otras de la misma línea) producía semillas que, al ser cultivadas, generaban plantas con flores púrpuras. Si, a su vez, estas plantas eran autopolinizadas o cruzadas con la misma línea, sus descendientes también tenían flores púrpuras, y así sucesivamente. De la misma forma, la línea de flores blancas producía flores blancas de generación en generación. Utilizando el mismo sistema, Mendel obtuvo siete parejas de líneas puras para siete caracteres, diferenciándose cada pareja sólo respecto de un carácter (figura 7).

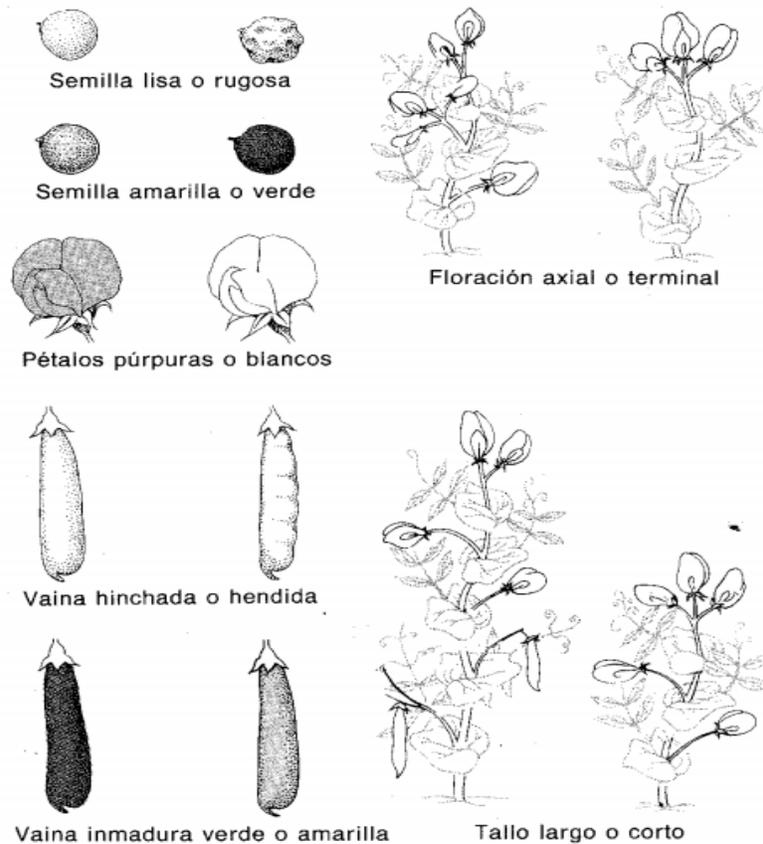


Figura 7 Las diferencias para los siete caracteres estudiados por Mendel
 Recuperado de: <https://ecofisiologia.files.wordpress.com/2009/08/genmendeliana-apuntesene2004.pdf>

Los resultados experimentales concretos de Mendel, siguiendo su estudio de las líneas puras para el color de las flores. En uno de sus primeros experimentos, Mendel utilizó polen de una planta de flores blancas para polinizar una planta de flores púrpuras. Estas plantas de línea puras constituyen la generación parental (P). Todas las plantas resultantes de este cruzamiento tenían las flores de color púrpura (Figura 7). Esta generación de descendientes se denomina primera generación filial (F1). (Las generaciones subsiguientes en este tipo de experimento se denominan F2, F3, y así sucesivamente.) (Martínez & Sáenz, 2003).

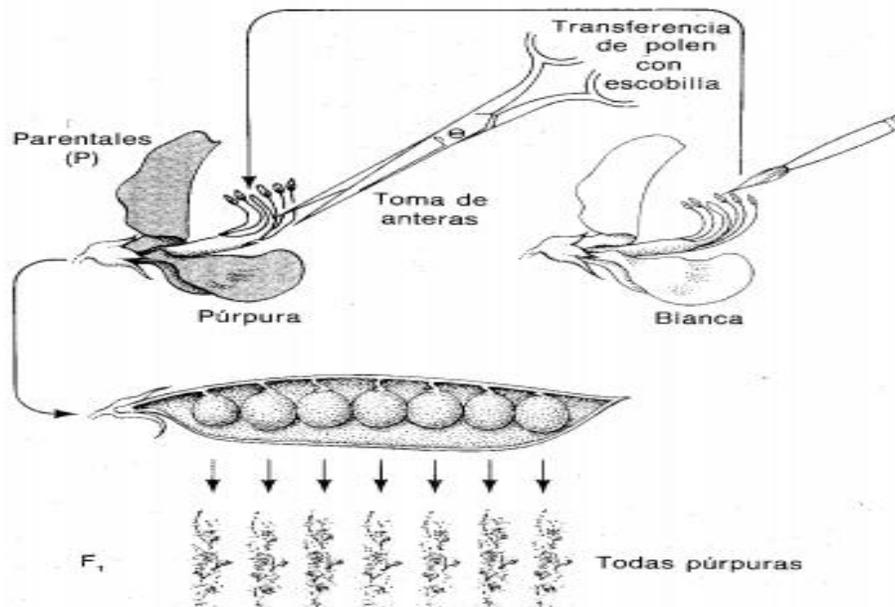


Figura 8 Mendel: Cruzamiento entre plantas femeninas con flores purpuras y Plantas masculinas de flores blancas.

Recuperado de: <https://ecofisiologia.files.wordpress.com/2009/08/genmendeliana-apuntesene2004.pdf>

Los exhaustivos experimentos de Mendel tuvieron como resultado el enunciado de los principios que más tarde serían conocidos como leyes de la herencia. Las observaciones de Mendel lo llevaron también a acuñar dos términos que siguen empleándose en la genética de nuestros días: dominante y recesivo.

Mendel inicio sus experimentos con siete características distintas de variedades puras de guisantes, (1) La forma de la semilla, (2) La coloración del albumen de la semilla (cotiledones), (3) El color en las axilas de las hojas, (4) Las forma de las vainas, (5) La coloración de la vaina, asociada con la misma coloración en el tallo, nervadura de las hojas y cáliz (6) La distribución de las hojas a lo largo del tallo y (7) La longitud del tallo.

A través de estos cruces Mendel estableció tres leyes que sustentan sus investigaciones las cuales consisten en:

1. **Primera Ley:** Mendel al estudiar las alternativas morfológicas que presentaban los híbridos obtenidos en las siete pruebas (F1) comprobó que manifestaban la correspondiente a una de las formas paternas de manera tan estrecha que la otra o escapaba a la observación o no podía detectarla con seguridad. Esto hizo que en lo sucesivo a los caracteres que se trasmitían completos en la hibridación los denominara Dominantes y a los que desaparecían, o aún mejor, quedaban latentes, Recessivo. Esto constituye a primera ley de Mendel o principio de la uniformidad: cuando se cruzan dos líneas puras que difieren para un carácter, la descendencia es uniforme, presentando toda ella el carácter dominante. (Gomis, 2000).
2. **Segunda Ley:** a continuación, Mendel emprendió el estudio de la generación que producirían lo híbridos anteriores (F2), con estos resultados estableció su segunda Ley o principio de segregación: los caracteres recesivos, latentes en la primera generación filial (F1) reaparecen en la segunda (F2), en la proporción: 3: dominantes por 1: recesivo (Gomis, 2000).
3. **La tercera Ley de Mendel** o principio de combinación independiente tras la experimentación se define de la siguiente manera: los miembros de parejas diferentes se combinan de forma independiente cuando forman los gametos de un individuo híbrido para los caracteres correspondientes. Considerando miembro de parejas diferentes aquellos que llevan información para distintos caracteres, por alelo a cada una de las formas alternativas de un gen y como gametos las células sexuales que portan la información genética (Gomis, 2000).

Desde entonces, Mendel permitió la comprensión del fenómeno de la herencia pues comprobó que las unidades hereditarias no se mezclan entre sí, como creían sus predecesores; sino que permanecen inalterables en el transcurso de las sucesivas generaciones. Afirmando que la expresión de una característica, no está influida, generalmente, por la expresión de otras características. Las leyes de Mendel proporcionaron las bases teóricas para la genética moderna (Martínez & Sáenz, 2003).

Los descubrimientos de Mendel permanecieron ignorados durante 35 años y fue redescubierto finalmente en 1900, cuando tres botánicos, de forma independiente, reconocieron el valor de esos estudios a partir de sus investigaciones personales, citando esas referencias de Mendel en sus propios trabajos.

Hasta este apartado se presentó la construcción histórico epistemológica del concepto herencia biológica. A continuación se presenta una tabla donde se resumen los modelos explicativos evidenciados.

Tabla 1 Resumen de los Modelos explicativos encontrados en la construcción histórica del concepto herencia biológica

Modelos explicativos de la Ciencia	Explicación breve sobre el modelo
Epigénesis	Su principal exponente es Aristóteles, cuya teoría sustenta que las características se transmiten de padres a hijos por medio de una mezcla de dos sustancias aportadas por los progenitores lo cual da origen a una masa amorfa que por su diferenciación da como resultado un nuevo ser.
Preformismo	Esta teoría sustenta que el nuevo ser venia preformado dentro de una de las células sexuales sea ovulo (ovistas) o espermatozoide (espermistas), el

	parecido con el progenitor se debía simplemente por la etapa de gestación en la cual se nutría el bebe en el caso de los espermistas y en el caso de los ovistas se debía al impulso que proporcionaba el espermatozoide para el crecimiento del feto.
Herencia de caracteres adquiridos	Su principal exponente es Lamarck, cuya teoría sustenta el uso y el desuso de los órganos para poder ser hereditarios. Se pensaba que los caracteres que el individuo adquiere a lo largo de su vida podrían heredarse a los descendientes.
Pangénesis o herencia por mezcla	Su principal exponente fue Darwin, esta teoría sostenía que las características se transmitían de generación en generación gracias a la mezcla de gémulas que aportaban los progenitores. Las cuales se encontraban en la sangre de los progenitores por tanto debía parecerse a los dos en proporciones iguales.
Hibridación mendeliana	En este modelo explicativo se sientan las bases de la genética moderna en el cual se realiza la participación de los dos progenitores de manera equitativa, sin embargo no se habla de mezcla pues, en este momento resultan términos como características dominantes, recesivas, los cuales permiten identificar él porque del mayor parecido con uno de los dos padres en algunos casos.

5. METODOLOGIA

Teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo de profundización es promover la indagación científica a través de la enseñanza y el aprendizaje del concepto herencia biológica, se diseñó una unidad didáctica con diversas actividades a partir de la exploración de las ideas previas de los estudiantes, para ello se hizo uso de la historia y epistemología del concepto lo que permitió plantear estrategias metodológicas concretas que permitan generar un aprendizaje significativo del concepto. A continuación se presentan los diferentes elementos y etapas que se tuvieron en cuenta para llevar a cabo el trabajo:

5.1 Enfoque del trabajo

El enfoque metodológico adoptado para el presente trabajo de profundización es de carácter mixto.

Según Hernández, Fernández, & Baptista (1998) los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recolectada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno en estudio. Este modelo representa el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas. Requiere de un manejo completo de los dos enfoques y una mentalidad abierta. Agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques.

Este trabajo de profundización se realizó bajo un enfoque mixto pues a partir de la aplicación del instrumento de exploración de ideas previas realizada a una muestra representativa de estudiantes, se hizo un análisis e interpretación de las respuestas obtenidas concernientes a la forma como explican el concepto herencia biológica, las cuales han logrado construir gracias a experiencias previas de su vida cotidiana y académica. En el análisis de las respuestas se establecen datos numéricos tales como porcentajes, tablas, promedios y gráficos que pretende establecer el grado de apropiación del concepto por parte de los estudiantes permitiendo categorizar su pensamiento en los modelos explicativos que se lograron evidenciar en el análisis histórico epistemológico del concepto y que en el pasado tuvieron validez para explicarlo.

5.2 Contexto del trabajo

Se trabajó con un grupo unitario de 15 estudiantes del grado octavo de bachillerato de la Institución Educativa Arturo Gómez Jaramillo ubicada en la vereda San Felipe en el municipio de Alcalá- Valle, este grupo consta de 10 mujeres y 5 hombres con edades entre los 13 y 16 años de diferentes clases sociales (media y baja) habitantes en la mayoría de los casos en zona rural.

La institución Educativa es de carácter oficial y cuenta con sala de sistemas, amplias zonas verdes e instalaciones agropecuarias propias de una granja escolar.

5.3 Etapas del trabajo

Para lograr los objetivos planteados se establecieron las siguientes etapas:

5.3.1 Revisión Bibliográfica

Inicialmente se hizo una revisión bibliográfica concerniente a los aspectos históricos epistemológicos del concepto herencia biológica para tener un conocimiento de los modelos explicativos y establecer los obstáculos epistemológicos que en el pasado tuvieron validez y permitieron el avance del conocimiento científico. En esta etapa se logró establecer cinco modelos explicativos: Epigénesis, Preformismo, Herencia de caracteres adquiridos, Pangénesis o herencia por mezcla e Hibridación mendeliana.

5.3.2 Elaboración del instrumento de exploración de ideas previas

En esta etapa se incluye la elaboración de un instrumento de exploración de ideas previas (ver anexo 1) validado por un experto, el cual incluyó siete preguntas abiertas (1, 2 y 3 con subpreguntas y la elaboración de dibujos que representaran pensamientos concretos del tema objeto de estudio). Los estudiantes debían dar respuesta a cuestionamientos inmersos en situaciones problema de la vida cotidiana, esto para categorizar las respuestas en los cinco modelos explicativos evidenciados en la construcción histórico epistemológica del concepto y determinar los obstáculos frente al aprendizaje del mismo.

A continuación se encuentran las preguntas presentes en el instrumento de exploración de ideas previas con su respectivo propósito, el cual permitió establecer los modelos explicativos y determinar los obstáculos epistemológicos frente al concepto herencia biológica.

Tabla 2 Relación entre preguntas de la actividad de exploración de ideas previas y el propósito

Pregunta	Propósito
<p>1. Carolina y Santiago se casaron hace un año y han decidido tener un bebe. ¿Cómo contribuyen Carolina y Santiago en la formación del bebe? Elabora un dibujo con el que expliques los aportes de cada uno.</p>	<p>Identificar en el pensamiento de los estudiantes los elementos que ellos consideran aportan los progenitores en la formación de un ser vivo.</p>
<p>2. El desarrollo embrionario es el periodo que transcurre desde la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser. Explica con tus propias palabras lo que ocurre durante este periodo, que en humanos dura 9 meses. Elabora dibujos que representen el desarrollo embrionario humano</p>	<p>Identificar en el pensamiento de los estudiantes, el proceso que ellos consideran se presenta desde el momento de la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser, evidenciando el tipo de relación que consideran existe entre lo que aporta el padre y la madre</p>
<p>3. Elabora dibujos que representen los gametos, es decir, las células sexuales femeninas y masculinas. Elabora dibujos explicando:</p> <p>¿En qué lugar del cuerpo humano se encuentran estas células?</p> <p>¿Que hay en el interior de estas células?</p>	<p>Brindar elementos teóricos a los estudiantes con relación a la existencia de células sexuales con función reproductiva, de modo que ellos expresen el tipo de contenido que hay en su interior y lo que sucede con este contenido en el momento de la fecundación, además evidenciar el lugar donde ellos consideran se originan estas células y su relación órgano función</p>
<p>4. ¿Paula una señora con ojos azules tiene una hija con ojos azules similares a los de ella? Explica cómo crees que esto sea posible.</p>	<p>Revelar en el pensamiento de los estudiantes las explicaciones referentes a la transmisión de características observables de padres a hijos como es el caso del color de los ojos y cuál es el mecanismo para que esto ocurra. Establecer la relación entre genotipo y fenotipo.</p>
<p>5. En la actualidad podemos cambiar algunas características de nuestra apariencia. El color del cabello, agrandar los músculos por el entrenamiento en un gimnasio, la forma y tamaño de la nariz, aumentar la talla del busto mediante una cirugía, entre otros. ¿Estos cambios aparecerán en los hijos? Explica.</p>	<p>Identificar en el pensamiento de los estudiantes, la relación con ideas que sustentan que los caracteres de los individuos dependen de factores ambientales y estos son heredados a las generaciones siguientes.</p>
<p>6. Felipe tiene 35 años y desde algún tiempo atrás está presentando alopecia, que es la pérdida anormal y excesiva del cabello. Felipe nota que su padre y madre cuentan con abundante cabello pese a tener una edad avanzada. ¿Qué explicación le darías a Felipe frente al porqué de la pérdida del cabello o calvicie que viene presentando?</p>	<p>Identificar en el pensamiento de los estudiantes, ideas relacionadas con los saltos generacionales de algunas características transmitidas de padres a hijos presentes en una misma familia.</p>

7. Andrea es una niña de 12 años con cabello rizado. Desde hace algún tiempo quiere cambiar el estilo de su cabello a liso, pero la tarea se le ha dificultado y por más que utiliza cremas y shampo no lo ha logrado del todo. Su madre Sandra tiene el cabello liso que tanto desea y su papa Felipe presenta el cabello rizo igual que el de ella. Andrea se encuentra muy pensativo pues no se explica cómo lleo a tener el cabello rizado como su padre y no liso como la madre. ¿Si fueras su amigo que explicación le darías?

Identificar en el pensamiento de los estudiantes, ideas relacionadas con la expresión de características dominantes y su relación con las características recesivas.

5.3.3 Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas

El cuestionario de exploración de ideas previas se aplicó a 15 estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Arturo Gómez Jaramillo sede concentración ubicada en la vereda San Felipe del municipio de Alcalá- Valle, este grupo consta de 10 mujeres y 5 hombres entre los 13 y 16 años.



Figura 9 Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas



Figura 10 Aplicación del instrumento de exploración de ideas previas

5.3.4 Análisis de la información

Con la aplicación del cuestionario de exploración de ideas previas se identificaron los modelos explicativos de los estudiantes y se establecen los obstáculos epistemológicos frente al concepto herencia biológica. Para el análisis de la información, se empleó una metodología mixta en donde se integro y llevo a cabo una discusión conjunta de datos cuantitativos y cualitativos para lograr un mayor entendimiento con respecto al pensamiento de los alumnos.

Para el análisis de las respuestas se tuvo en cuenta cinco categorías que corresponden a los modelos explicativos que se emplearon en el pasado para explicar el concepto desde las antiguas civilizaciones griegas a.C. hasta los trabajos de hibridación realizados por Gregor Mendel en el siglo XIX.

El análisis de resultados se hizo por cada pregunta, se clasificaron las respuestas según el modelo explicativo identificado en los argumentos y dibujos de los estudiantes, se generaron gráficas, y establecieron porcentajes según las respuestas, el análisis cualitativo se apoyó de la

fundamentación de autores que trabajan en investigación educativa. Para las preguntas que correspondían a la elaboración de dibujos, se presentan la totalidad de respuestas. Los porcentajes obtenidos se realizaron sobre el total de alumnos encuestados que para el caso fueron 15.

A cada estudiante le correspondió un número del 1 al 15 de manera aleatoria y se codificaron las respuestas de la siguiente manera: número de la respuesta y número del estudiante (1.1, 1.2, 1.3, 1.4,...)

Para identificar los modelos explicativos en el análisis de las respuestas de los estudiantes se estableció el siguiente orden:

1. Presentación de la pregunta
2. Propósito de la pregunta
3. Grafica de los resultados obtenidos
4. Respuestas de los estudiantes
5. Análisis de resultados. Integración del análisis cualitativo y cuantitativo.

5.3.5 Diseño de la Unidad didáctica

Teniendo en cuenta que se logró establecer los modelos explicativos de los estudiantes gracias al análisis de las ideas previas y determinar los obstáculos epistemológicos que presentan para comprender el mecanismo mediante el cual se transmiten las características de padres a hijos, se diseñó una serie de actividades consignadas en una unidad didáctica la cual tiene como objetivo aproximar el pensamiento de los estudiantes a un conocimiento científico escolar que puedan

validar socialmente y les permita construir conocimientos científico escolar de manera significativa.

La unidad didáctica busca responder a las necesidades detectadas en los estudiantes en el análisis del instrumento de exploración de ideas previas y con base en los aspectos propuestos como promover la indagación científica y el aprendizaje significativo.

Luego se procede a diseñar las actividades didácticas que buscan superar los obstáculos epistemológicos identificados en los estudiantes haciendo uso del análisis histórico y epistemológico del concepto. La unidad didáctica consta de 15 actividades, las cuales se incluyeron en cuatro **FASES** enmarcadas según el Ciclo de Jorba y Sanmartí (1996) y se organizaron y planearon siguiendo la ruta del aprendizaje para promover la indagación científica así:

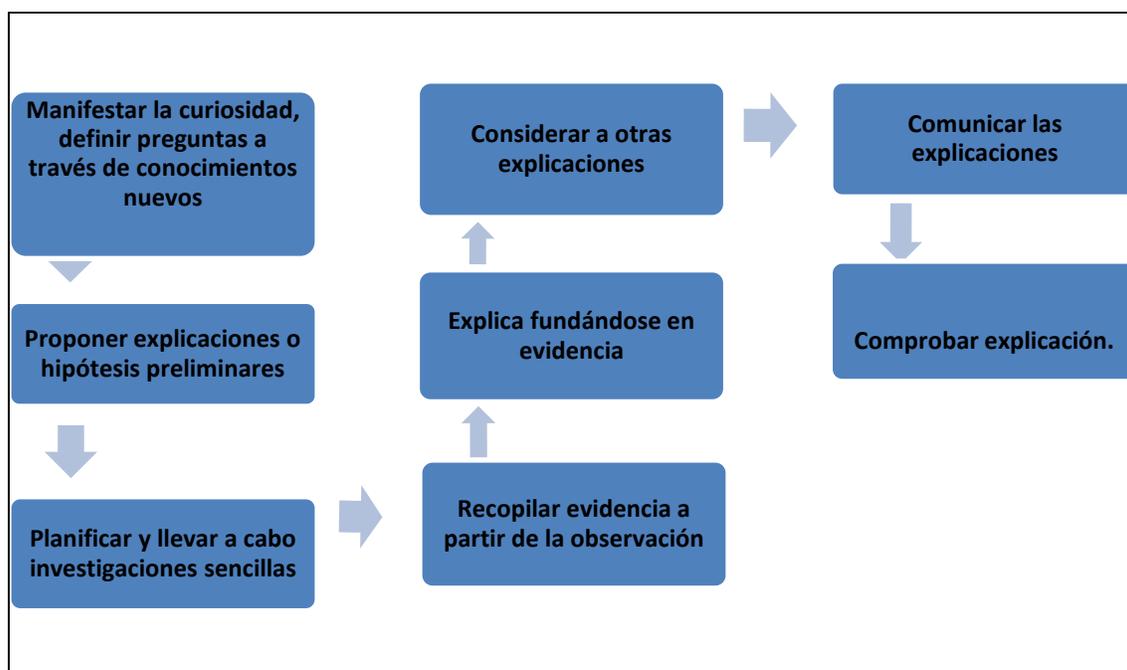


Figura 11 Ruta del aprendizaje para promover la indagación científica
Tomado de Calmet et al. (2013)

Cada una de las actividades incluidas en las diferentes fases cuenta con la siguiente estructura:

- A. Obstáculo encontrado.
- B. Objetivo
- C. Orientaciones para el docente en el aula
- D. Taller propuesto

Actividades y descripción de cada una de las fases:

➤ **FASE DE EXPLORACIÓN.** Grupo de actividades que buscan manifestar la curiosidad, definir preguntas a partir de situaciones y nuevos conocimientos, es decir, problematizar haciendo preguntas sobre algún fenómeno, planteando posibles explicaciones o hipótesis preliminares que conlleven a la planificación y ejecución de investigaciones sencillas que conduzcan posteriormente a posibles explicaciones a las preguntas. Esta fase incluye las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 1. ¿Qué ideas tenemos acerca de la herencia?

ACTIVIDAD 2. Experimento gráfico: Conejo blanco sometido a una transfusión de sangre de un conejo negro.

ACTIVIDAD 3. Primera etapa del proyecto. Crianza y reproducción de animales de granja escolar (cruce de conejo blanco y negro)

- **FASE DE INTRODUCCIÓN A NUEVOS CONOCIMIENTOS.** Este grupo de actividades busca la recopilación de la información a partir de la observación y de múltiples fuentes. Esta fase incluye las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 4. Análisis a los registros de nacimientos de los conejos del proyecto de cunicultura y consulta de reproducción en conejos.

ACTIVIDAD 5. Segunda etapa del proyecto. Crianza y reproducción de animales de granja escolar (Cruce de conejo blanco y negro)

ACTIVIDAD 6. Experimento grafico "corte de colas a ratones y seguimiento a la descendencia con respecto a la característica adquirida.

- **FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO.** Grupo de actividades que buscan favorecer la explicación de experiencias fundamentándose en evidencias a partir de datos basados en observaciones para concluir e informar, teniendo en cuenta para ello, el hecho de relacionar conceptos previos o recordar información, analizar antecedentes, o leer textos sobre el tema consultando diversas fuentes. Esta fase incluye las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 7. Aprendamos sobre la fecundación.

ACTIVIDAD 8. Observación de células sexuales a partir del semen de cerdo disponible en el proyecto de porcicultura.

ACTIVIDAD 9. Análisis del árbol genealógico: el caso de la polidactila entre la familia Kalleia en 1.745.

- **FASE DE APLICACIÓN.** Grupo de actividades que buscan comprobar las explicaciones e hipótesis iniciales. Permiten expresar ideas a las cuales se ha llegado con relación a las observaciones y otras fuentes de consulta. Esta fase incluye las siguientes actividades:

ACTIVIDAD 10. Taller de ejercicios básicos de aplicación del concepto genotipo y fenotipo.

ACTIVIDAD 11. Experimento con la mosca *Drosophila melanogaster*

ACTIVIDAD 12. Elaboración de un ensayo: Implican hacer conexiones entre lo nuevo y lo familiar.

6. ANALISIS DE RESULTADOS

Haciendo uso de un enfoque metodológico de carácter mixto se presenta a continuación el análisis de las respuestas de los estudiantes del grado octavo obtenidas en la actividad de exploración de ideas previas. El objetivo era identificar en sus representaciones gráficas y respuestas escritas los modelos explicativos y determinar los obstáculos epistemológicos frente al aprendizaje del concepto herencia biológica.

Para el análisis de las respuestas se tuvo en cuenta cinco categorías que corresponden a los modelos explicativos que se emplearon en el pasado para explicar el concepto desde las antiguas civilizaciones griegas a.C. hasta los trabajos de hibridación realizados por Gregor Mendel en el siglo XIX. Estas categorías son: 1.Epigenesis, 2. Preformismo, 3. Pangénesis o Herencia por mezcla, 4.Herencia de caracteres adquiridos, e 5. Hibridación Mendeliana.

6.1. Análisis por pregunta de la actividad de exploración de ideas previas

PREGUNTA 1.

Carolina y Santiago se casaron hace un año y han decidido tener un bebe. ¿Cómo contribuyen Carolina y Santiago en la formación del bebe? elabora dibujos de los aporte de cada uno y explica.

El **propósito** de esta pregunta es identificar en el pensamiento de los estudiantes los elementos que ellos consideran aportan los progenitores en la formación de un ser vivo.

A continuación se presentan las respuestas de los 15 estudiantes que corresponden a representaciones gráficas de su pensamiento frente a la pregunta número 1:

Respuestas de los estudiantes:

1.1

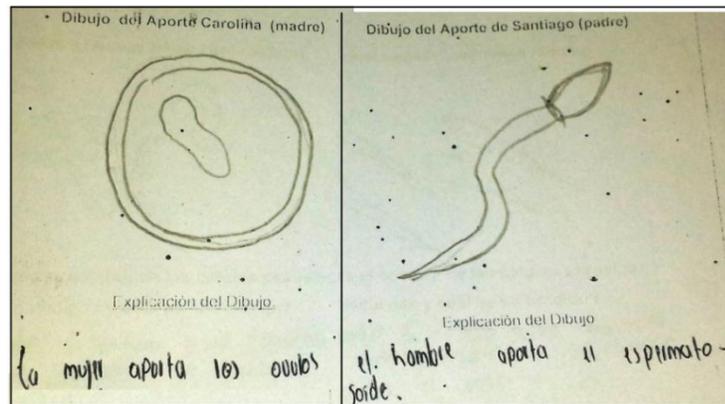


Figura 12 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 1

El estudiante menciona que “la mujer aporta los óvulos y el hombre aporta el espermatozoide”. Dentro del óvulo dibuja una estructura a la cual no le asigna nombre.

1.2

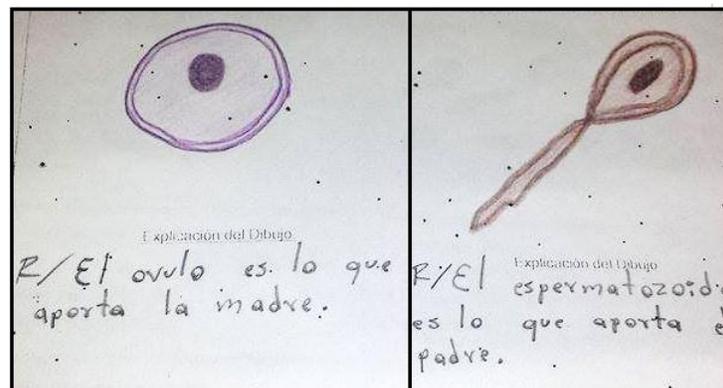


Figura 13 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 2

El estudiante menciona que “el óvulo lo aporta la madre y el espermatozoide es lo que aporta el padre”. En el interior de cada una de estas estructuras elabora en la región central una figura semicircular a la cual no le asigna nombre.

1.3

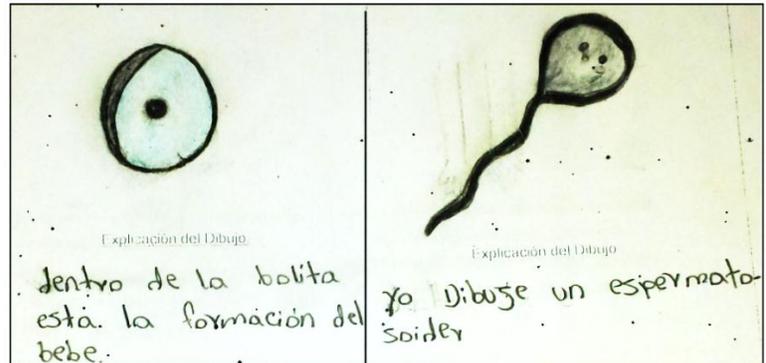


Figura 14 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 3

El estudiante dibuja un ovalo como aporte materno y dentro de este, una bolita en la cual está la formación del bebe. Como aporte masculino dibuja un espermatozoide con ojos y nariz.

1.4

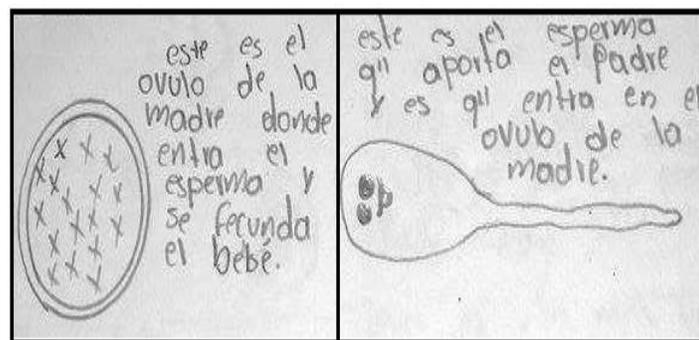


Figura 15 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 4

El estudiante dibuja como aporte femenino al óvulo “donde entra el espermatozoide y se fecunda él bebe”. En su interior dibuja diecisiete equis. Como aporte masculino dibuja al espermatozoide que aporta el padre con un par de ojos, boca y lengua “y es el que entra en el óvulo de la madre”.

1.5



Figura 16 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 5

El estudiante representa al óvulo con veinticinco estructuras en su interior de color rojo a modo de sangre, y una membrana que lo recubre. Como aporte masculino dibuja al “espermatozoide” con un círculo rojo en la región central.

1.6

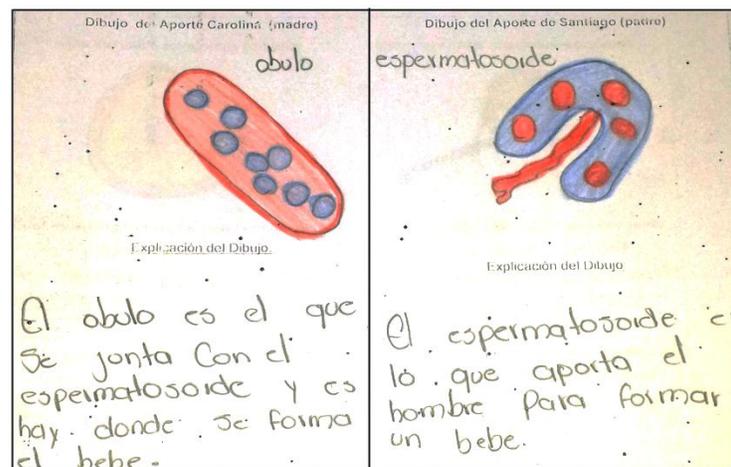


Figura 17 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 6

El estudiante menciona que “el óvulo es el que se junta con el espermatozoide y es hay donde se forma el bebe”, en el interior del óvulo que tiene una forma alargada, dibuja en su interior ocho círculos. Como aporte masculino dibuja al espermatozoide con un contenido de cinco círculos de color rojo. La imagen que elabora del espermatozoide corresponde al esquema tradicional de una ameba presente en los libros de texto de ciencias naturales.

1.7

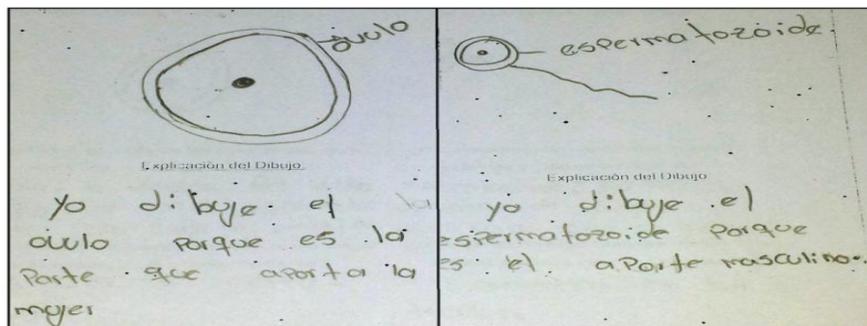


Figura 18 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. estudiante 7

Para el estudiante “el óvulo es la parte que aporta la mujer y el espermatozoide es el aporte masculino”. En el interior de estas estructuras dibuja puntos de color negro, y el recubrimiento de una doble capa.

1.8

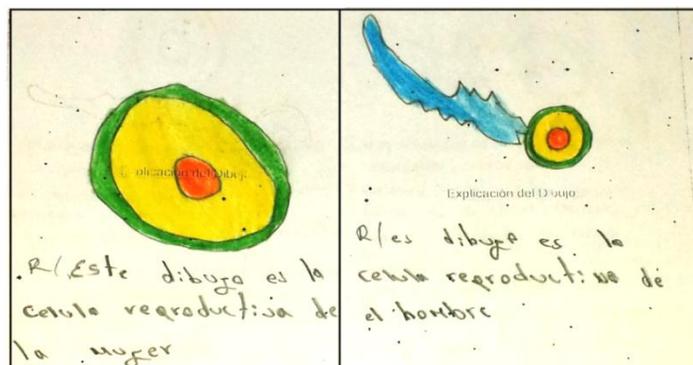


Figura 19 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 8

El estudiante no le asigna un nombre específico a sus representaciones gráficas. En la primera imagen indica que es la célula reproductiva de la mujer. En la segunda imagen señala que es la célula reproductiva del hombre. En el centro de cada una de estas estructuras elabora un círculo de color rojo.

1.9

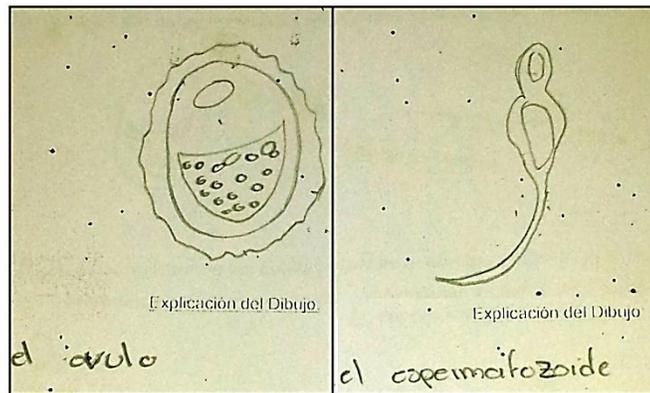


Figura 20 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 9

El estudiante dibuja al óvulo de manera ovalada, con una membrana que lo recubre. En su interior incluye un círculo de tamaño considerable y otros de menor tamaño. Como aporte masculino dibuja al espermatozoide, con dos estructuras alargadas en su interior.

1.10

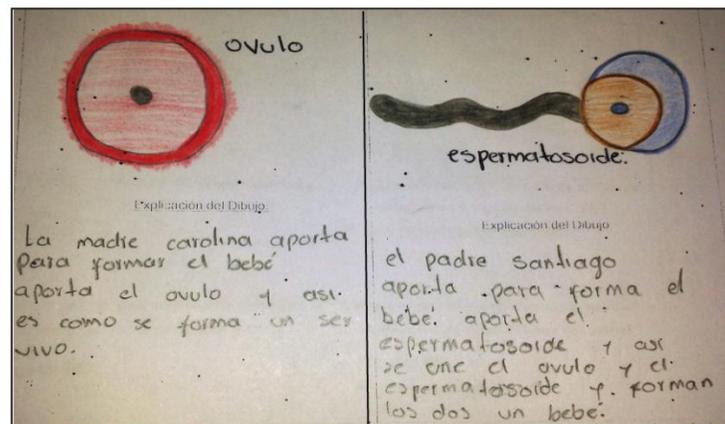


Figura 21 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 10

El estudiante menciona: "la madre Carolina aporta para formar el bebe aporta el ovulo y asi es como se forma un nuevo ser. El padre Santiago aporta para formar el bebe el espermatozoide y asi se une el ovulo y el espermatozoide y forman los dos un bebe"

1. 11

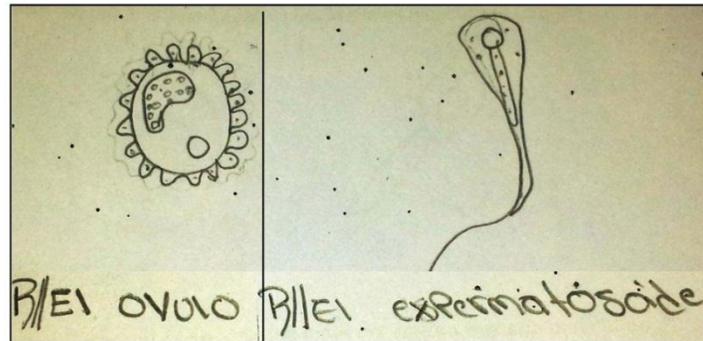


Figura 22 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 11

El estudiante dibuja un óvulo y un espermatozoide como aportes materno y paterno. Al óvulo le dibuja una membrana que lo recubre y dos estructuras en su interior. Al espermatozoide le dibuja en su interior un pequeño círculo y una estructura alargada.

1. 12

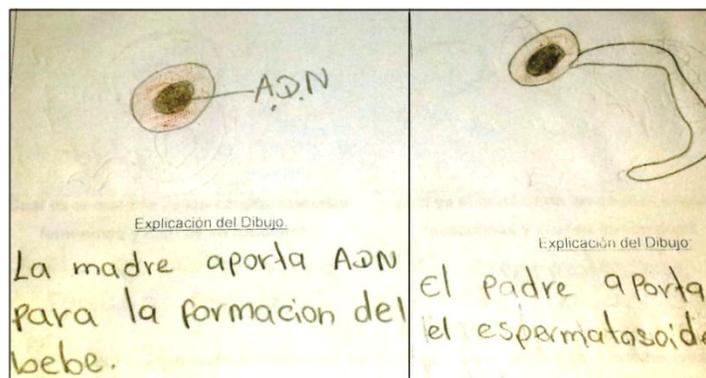


Figura 23 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 12

El estudiante menciona: “la madre aporta el ADN para la formación del bebe. El padre aporta el espermatozoide” al interior de estas estructuras dibuja un círculo negro que señala la expresión ADN en la primera imagen.

1. 13

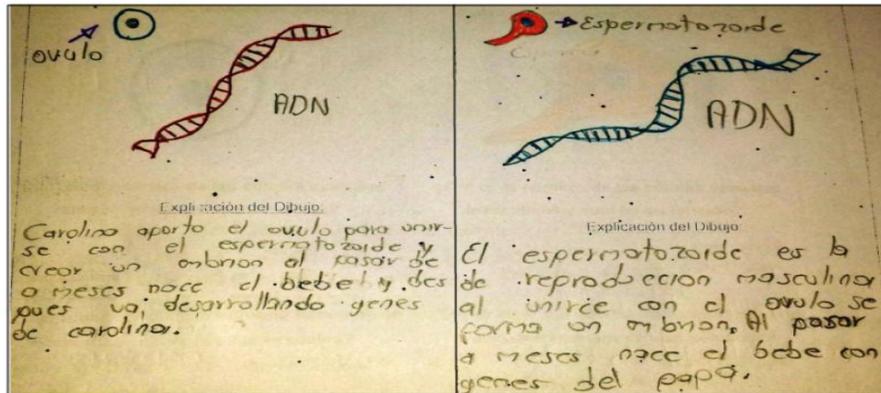


Figura 24 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 13

El estudiante menciona: “Carolina aporta el óvulo para unirse con el espermatozoide y dar un embrión al pasar de 9 meses nace el bebe y después va desarrollando genes de Carolina. El espermatozoide es la de reproducción masculina al unirse con el óvulo se forma un embrión al pasar 9 meses nace el bebe con genes del papá”. En las representaciones graficas del estudiante elabora dos estructuras de doble hélice del ADN

1. 14



Figura 25 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 14

Para este estudiante el aporte materno es el ovulo, cubierto por una doble membrana y en cuyo interior hay un pequeño círculo negro. Como aporte masculino “Santiago el hombre aporta una célula llamada espermatozoide”

1. 15

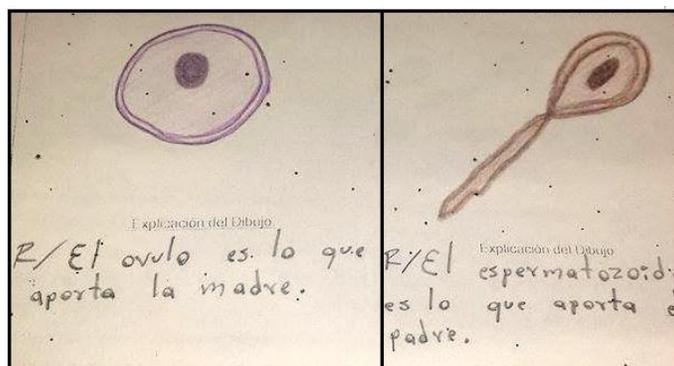


Figura 26 Representación gráfica del aporte materno y paterno en la conformación de un nuevo ser. Estudiante 15

El estudiante menciona: “el ovulo es lo que aporta la madre y el espermatozoide es lo que aporta el padre” en el interior de estas estructuras elaboran un contenido al cual no le asignan nombre.

Análisis de la pregunta n. 1.

Frente a esta pregunta la totalidad de los estudiantes identifican al espermatozoide y al óvulo como elementos que aportan el hombre y la mujer respectivamente en la formación de un nuevo ser. Según Caballero (2008) frecuentemente los alumnos identifican y definen los gametos como células sexuales o reproductoras, o bien hablan de las clases de gametos o de la función de los mismos en la conformación de un ser vivo. Abril, Muela & Quijano (2005) mencionan que estas representaciones presentes en el pensamiento de los estudiantes han sido aprendidas probablemente gracias a los diccionarios, libros de texto, intervenciones docentes, internet o televisión, entre otros factores como fruto de su experiencia personal y social.

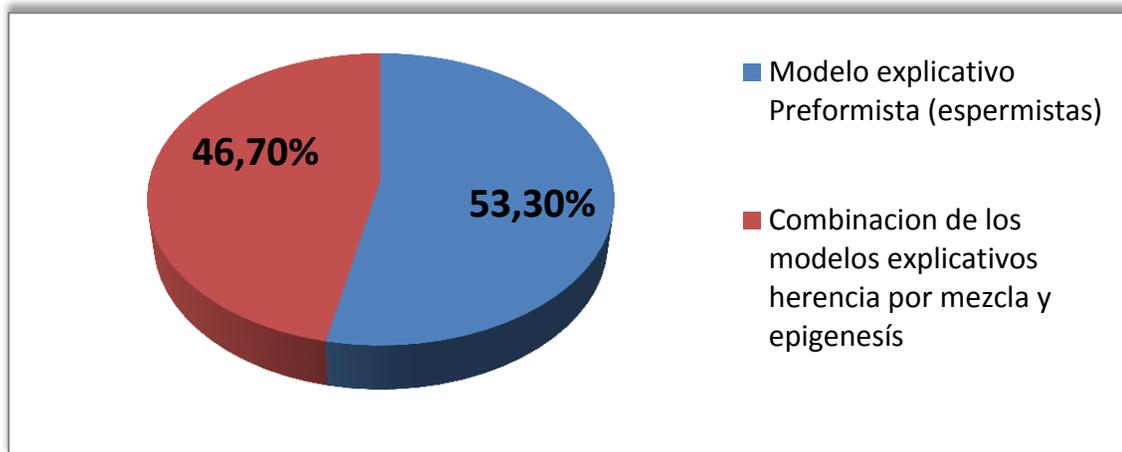
En la representación gráfica de los elementos que participan en la conformación de un ser vivo, la imagen es una constante al elaborar al óvulo y al espermatozoide. Al óvulo lo dibujan como algo circular y al espermatozoide como un ovalo al cual en una de sus partes se le desprende un tipo de cola gruesa que generalmente termina en punta. Al interior de estos elementos, en la región central dibujan una estructura sin identificación. En general entienden que estos dos elementos participan en la formación de un nuevo ser pero no se les nombra o considera como células portadoras de la información hereditaria.

Se encontraron casos en que los estudiantes mencionan los términos genes, ADN e inclusive un estudiante elabora la estructura de doble hélice del ADN, pero no conocen el significado de los términos que están utilizando para elaborar sus respuestas, evidenciando que estas son concepciones inducidas; según Caballero (2008) las respuestas de los alumnos reflejan la consideración según la cual la transmisión hereditaria se debe al ADN o genes, pero parece indicar que se trata de un término muy conocido pero vacío de contenido, en general han oído hablar de estos términos, que puede atribuirse al efecto directo del proceso de enseñanza o a la incidencia del ambiente cultural.

PREGUNTA 2.

El desarrollo embrionario es el periodo que transcurre desde la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser. Explica con tus propias palabras lo que ocurre durante este periodo que en humanos dura 9 meses. Elabora dibujos que correspondan al desarrollo embrionario.

El **propósito** de esta pregunta es identificar en el pensamiento de los estudiantes, el proceso que ellos consideran se presenta desde el momento de la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser, evidenciando el tipo de relación que consideran existe entre lo que aporta el padre y la madre.



Gráfica 1 Modelos explicativos evidenciados en las respuestas de los estudiantes

A continuación se presentan las representaciones graficas de los estudiantes frente a la pregunta 2, clasificadas según los resultados obtenidos y como se muestra en la gráfica 1:

modelo explicativo preformista y combinación del modelo explicativo herencia por mezcla y epigénesis.

MODELO EXPLICATIVO PREFORMISTA (53.3 %):

2.1

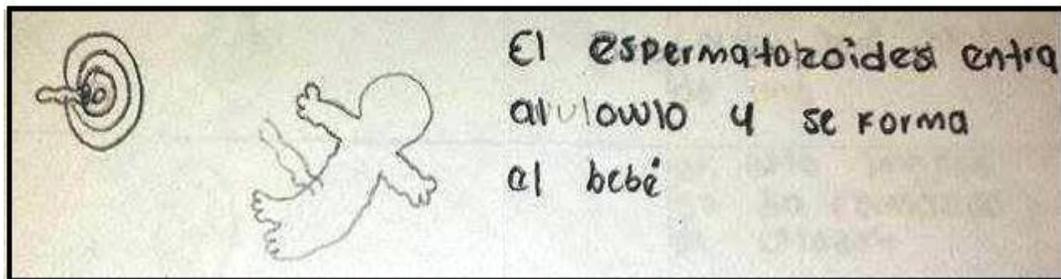


Figura 27 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 1

Para este estudiante “el espermatozoides entra al ovulo y se forma él bebe”. En un dibujo inicial se observa el proceso de fecundación en donde el espermatozoide está ingresando al óvulo.

2.2

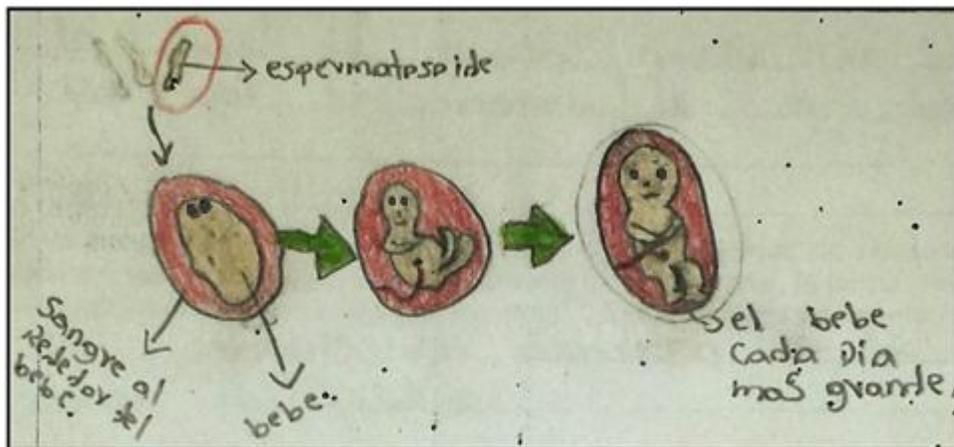


Figura 28 Representación del desarrollo embrionario Estudiante 2

El estudiante dibuja un espermatozoide con un par de ojos, posteriormente señala que alrededor del bebe hay sangre. Mediante una secuencia se observa al espermatozoide transformarse en un bebe, el cual “cada día está más grande” y ha desarrollado brazos, piernas y demás estructuras.

2.3

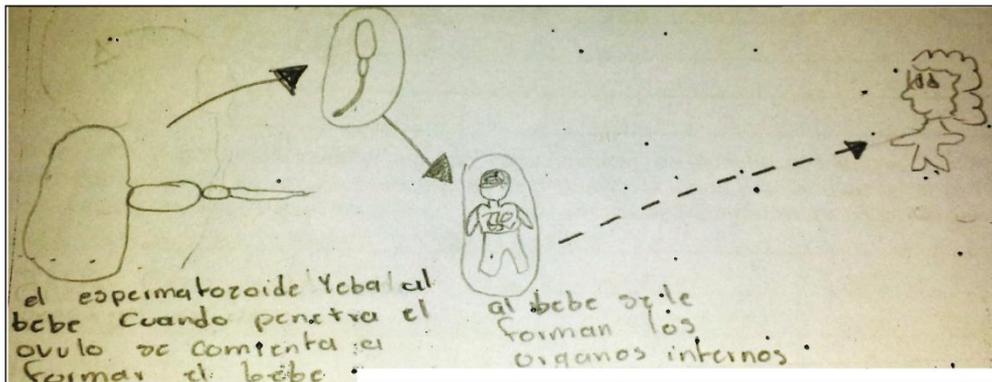


Figura 29 Representación del desarrollo embrionario Estudiante 3

El estudiante menciona “el espermatozoide lleva al bebe cuando penetra el ovulo se comienza a formar el bebe” mediante una flecha señala “al bebe se le forman los órganos internos”. Finalmente aparece una figura humana.

2.4

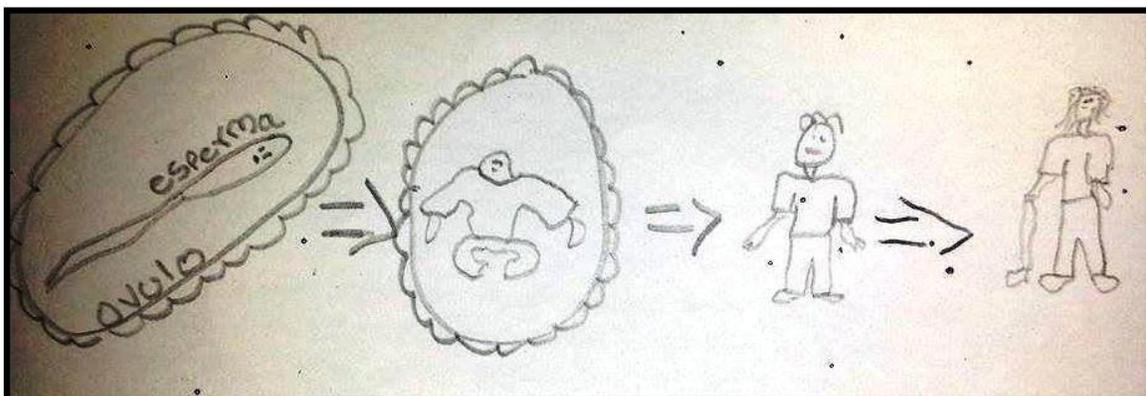


Figura 30 Representación del desarrollo embrionario estudiante 4

En la figura se observa al espermatozoide con ojos y boca dentro del ovulo, siguiendo la secuencia continua el óvulo de la misma manera pero en su interior el espermatozoide ha cobrado forma humana con cabeza y extremidades, finalmente una figura humana.

2.5

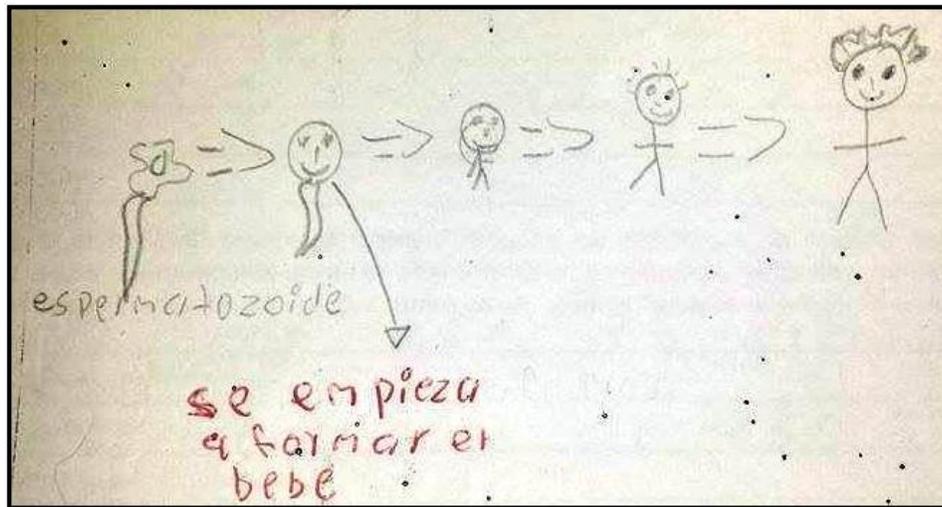


Figura 31 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 5

El estudiante dibuja un espermatozoide con ojos, nariz y boca y menciona “se empieza a formar el bebe”. Siguiendo la secuencia, la cola del espermatozoide cobra forma de piernas y brazos. Finalmente se encuentra una figura humana completa.

2.6

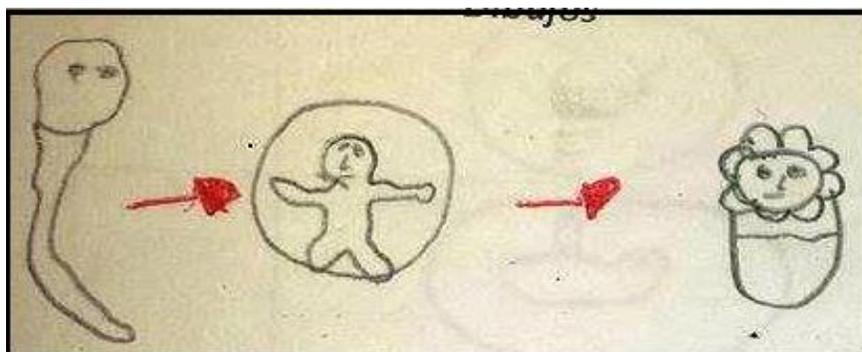


Figura 32 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 6

En la figura se observa un espermatozoide con una par de ojos. Posteriormente se ve al espermatozoide con extremidades y se encuentra dentro de un círculo en donde empieza a crecer y se transforma finalmente en un bebe.

2.7

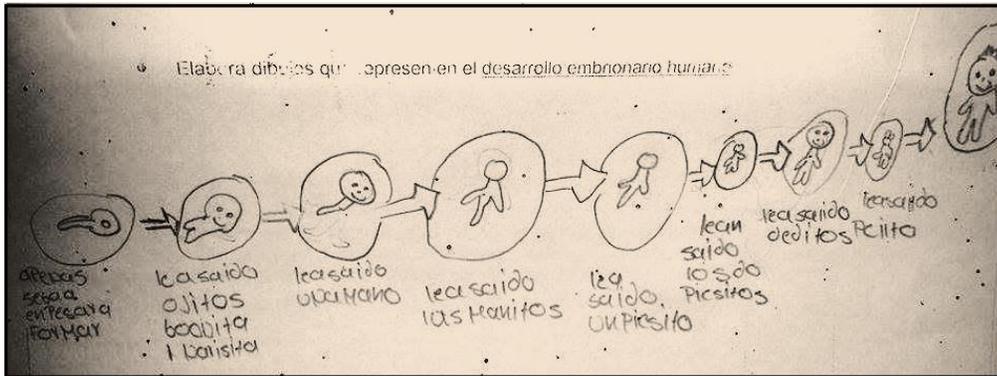


Figura 33 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 7

En esta figura se observa una larga secuencia que inicia con la imagen de un espermatozoide dentro de un círculo “apenas se va a empezar a formar, le han salido ojitos, boquita y naricita, le ha salido una mano, le han salido las manitas, le ha salido un piesito, le han salido los dos piesitos, le han salido los deditos, le ha salido pelito” finalmente se observa una figura humana completa.

2.8

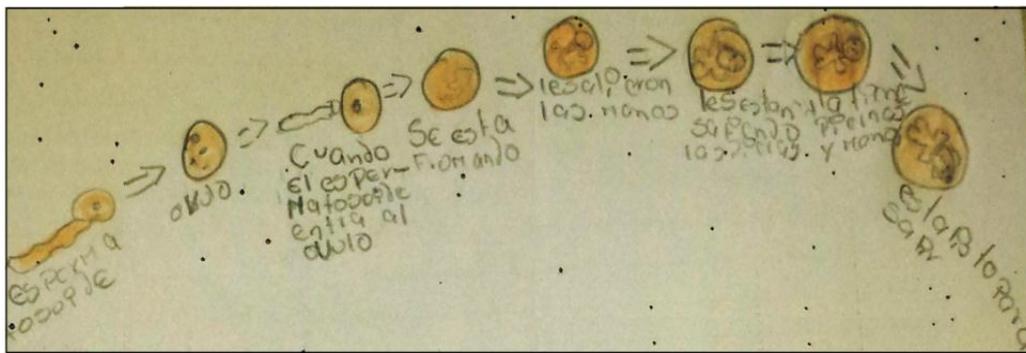


Figura 34 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 8

En la secuencia elaborada por el estudiante se observa al espermatozoide y al ovulo. El estudiante menciona” cuando el espermatozoide entra al ovulo se esta formando, le salieron las manos le están saliendo las piernas, ya tiene piernas y manos y esta listo para salir”

MODELO EXPLICATIVO HERENCIA POR MEZCLA EN COMBINACIÓN CON EL MODELO EXPLICATIVO EPIGENESIS (46.7%):

2.9

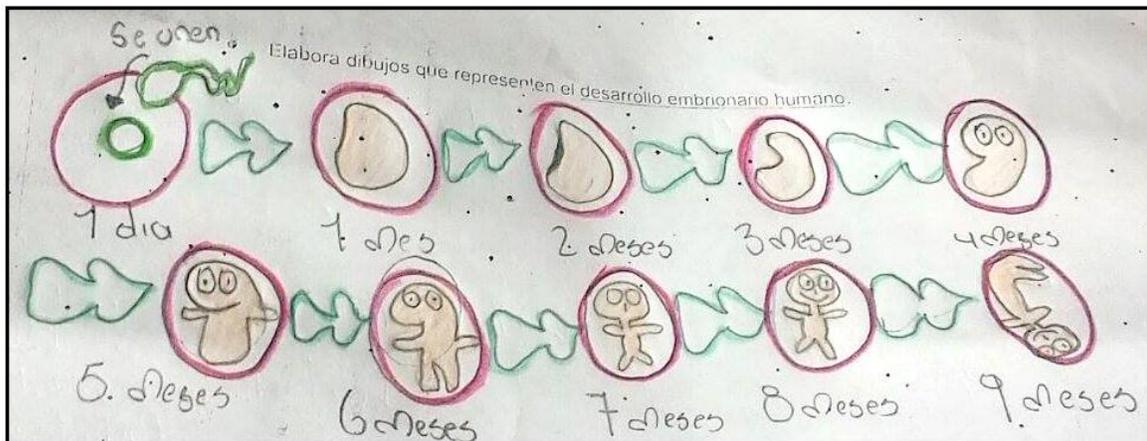


Figura 35 Representación gráfica del desarrollo embrionario. Estudiante 9

El estudiante elabora una secuencia en donde inicialmente se ve al espermatozoide uniéndose al ovulo, posteriormente se observa una estructura color piel que va cobrando forma humana, en el cuarto mes se observa la estructura con ojos, en el quinto mes le han salido brazos, posteriormente piernas, en el noveno mes se observa la figura humana completa.

2. 10

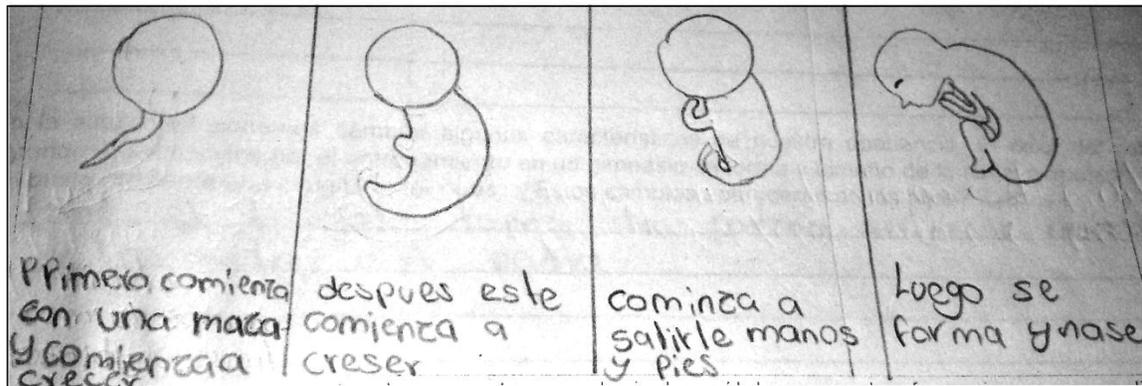


Figura 36 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 10

Inicialmente dibuja un círculo con cola y menciona “primero comienza con una masa y comienza a crecer, comienza a salirle manos luego se forma y nase”

2. 11

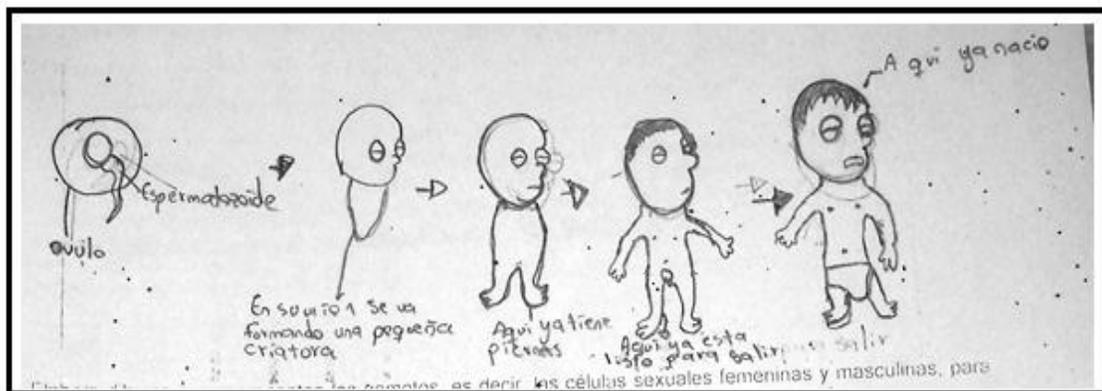


Figura 37 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 11

El estudiante dibuja al ovulo y en su interior al espermatozoide, con una flecha indica: “en su unión se va formando una pequeña criatura” posteriormente dibuja un humano con cabeza y piernas y dice “aquí ya tiene pierna, aquí ya está listo para salir” finalmente se ve una figura humana completa.

2. 12

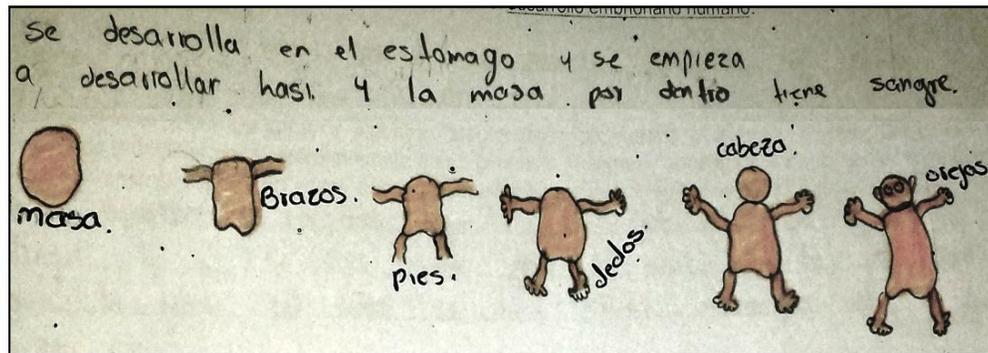


Figura 38 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 12

En la secuencia elaborada por el estudiante se observa inicialmente una estructura circular color piel a la cual la nombra como masa, enseguida a esa masa le salen brazos, pierna dedos cabeza, orejas. El estudiante menciona “se desarrolla en el estómago y se empieza a desarrollar hasi y la masa por dentro tiene sangre”

2. 13

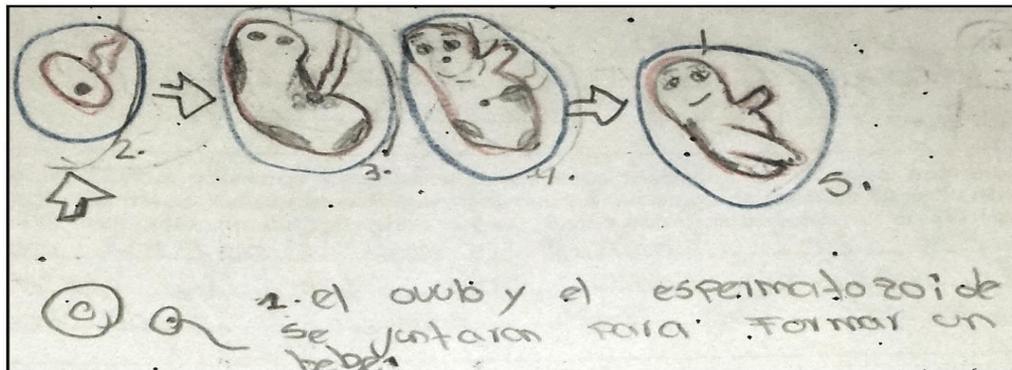


Figura 39 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 13

El estudiante menciona “el ovulo y el espermatozoide se juntan para formar un bebe”. En la secuencia se observa una masa a la cual le salen ojos, brazos y piernas

2. 14

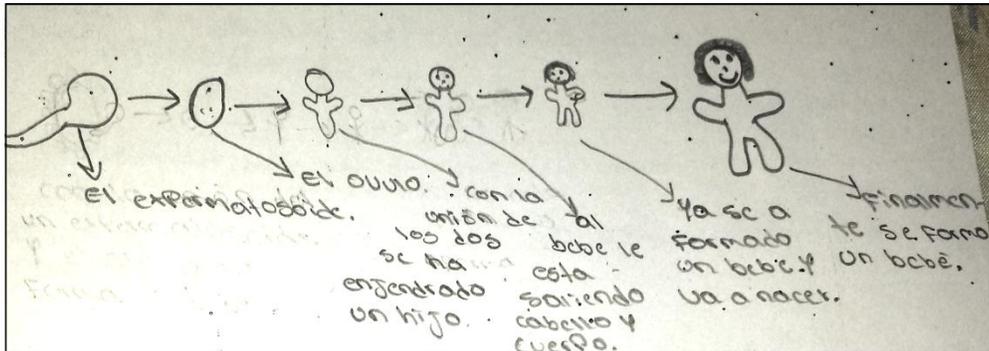


Figura 40 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 14

En la representación gráfica del estudiante se observa el “espermatozoide” y el ovulo. En el escrito el estudiante menciona “con la unión de los dos se ha enjendrado un hijo, al bebe le esta saliendo cabello, ya se ha formado un bebe y va a nacer, finalmente se forma un bebe”

2. 15

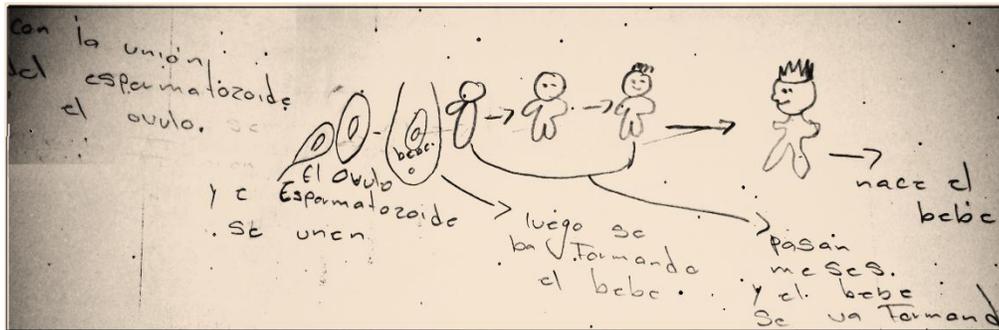


Figura 41 Representación del desarrollo embrionario. Estudiante 15

El estudiante dibuja el ovulo y el espermatozoide y menciona “con la unión del espermatozoide y el ovulo se va formando un bebe, pasan meses y el bebe se va formando, nace el bebe”. En la imagen se observa inicialmente al bebe como una pequeña estructura circular a la cual le va saliendo cabeza y un brazo. Finalmente se observa una figura humana completa

Análisis de resultados

El **53.3 %** de los estudiantes encuestados presentan una tendencia hacia el modelo explicativo del preformismo con tendencia a las ideas espermistas, pues dan mayor importancia al espermatozoide como aporte masculino en la conformación de un nuevo ser. De acuerdo con Gilbert (2003) el modelo preformista, considera que un ser humano muy pequeño viene preformado dentro del espermatozoide el cual ingresa al óvulo y cobra forma humana.

Dentro de esta corriente de pensamiento el óvulo es considerado un reservorio cuya función es nutrir y contribuir en el crecimiento del embrión, el parecido con la madre se explica por la etapa de gestación. Esta teoría se impuso a partir de finales del siglo XVII entre la mayor parte de los naturalistas.

En las representaciones graficas de los estudiantes se puede observar al espermatozoide con ojos, nariz y boca antes de entrar al óvulo y cobrando forma humana en su interior, lo que evidencia ideas preformistas en el pensamiento de los jóvenes, dando mayor importancia al aporte paterno masculino en la conformación de un nuevo ser vivo.

Entre las respuestas escritas de los estudiantes encontramos expresiones como:

2. 1. *“El espermatozoide entra al ovulo y se forma él bebe”*
2. 2. *“El espermatozoide lleva al bebe cuando penetra al ovulo se comienza a formar él bebe”*
2. 3. *“El espermatozoide entra al ovulo y él bebe cada día más grande”*
2. 4. *“El espermatozoide entra al ovulo y le empiezan a salir manitos, piesitos, pelito...”*

Ayuso & Banet (2002) señalan que corresponde a ideas preformistas cuando se menciona que los progenitores no aportan la misma cantidad de información hereditaria dando protagonismo a uno de los parentales.

El **46.7 %** de los estudiantes frente a la pregunta 2, presentan la combinación de dos modelos explicativos: herencia por mezcla y modelo explicativo de la Epigénesis.

En el modelo explicativo de herencia por mezcla se asumen que el contenido del óvulo y el espermatozoide se “mezclan”, “juntan” o “unen”. En las ideas de los estudiantes se encuentra que el contenido al que se hace referencia es ADN, sangre o genes y a partir de esa “mezcla” se crea una especie de “masa” que se va transformando en un nuevo ser vivo, esta segunda idea corresponde al modelo explicativo de la epigénesis.

Según Buklijas & Hopwood (2008) la teoría de la epigénesis menciona que el organismo no está preformado, sino que se desarrolla como resultado de un proceso de diferenciación a partir de un material relativamente homogéneo.

Entre las respuestas escritas de los estudiantes podemos encontrar:

2. 5. *“Con la unión del ovulo y el espermatozoide se va formando una pequeña criatura”*
2. 6. *“Se desarrolla una masa que por dentro tiene sangre le salen brazos, pies, dedos, cabeza...”*
2. 7. *“El ovulo y el espermatozoide se juntaron para formar un bebe”*
2. 8. *“Con la unión del espermatozoide y el ovulo se ha enjendrado un hijo y se va formando el bebe”*

De acuerdo a García (2007) el modelo explicativo herencia por mezcla sostenía que las características se transmitían de padres a hijos por medio de una mezcla de sustancias aportadas por los progenitores lo cual da origen a una masa amorfa que por diferenciación de sus partes da como resultado un nuevo ser. Las características de la progenie era la media de sus progenitores.

Caballero (2008) identifica en el pensamiento de los estudiantes que la herencia de características se da por la mezcla de distintos factores como la sangre, genes o ADN. El autor menciona en sus trabajos, que este tipo de términos son usados por los estudiantes sin explicar su razonamiento. Esta idea puede plantear dificultades a la hora de asimilar correctamente cómo se transmite la herencia biológica de un individuo a sus descendientes. Frases habituales en el lenguaje común como “son de la misma sangre”, “lo lleva en la sangre”, “carne de mi carne”, “hermanos de sangre” o “lazos de sangre” forman parte de las expresiones utilizadas en el entorno de algunos alumnos e influyen en desligar por completo a los gametos de su papel como transmisores de los genes de un individuo a la siguiente generación.

PREGUNTA 3.

Elabora dibujos que representen los gametos, es decir, las células sexuales femeninas y masculinas:

El propósito de esta pregunta brindar elementos teóricos a los estudiantes con relación a la existencia de células sexuales con función reproductiva, de modo que ellos expresen el tipo de contenido que hay en su interior y lo que sucede con este contenido en el momento de la fecundación, además evidenciar el lugar donde ellos consideran se originan estas células y su relación órgano función.

Respuestas:

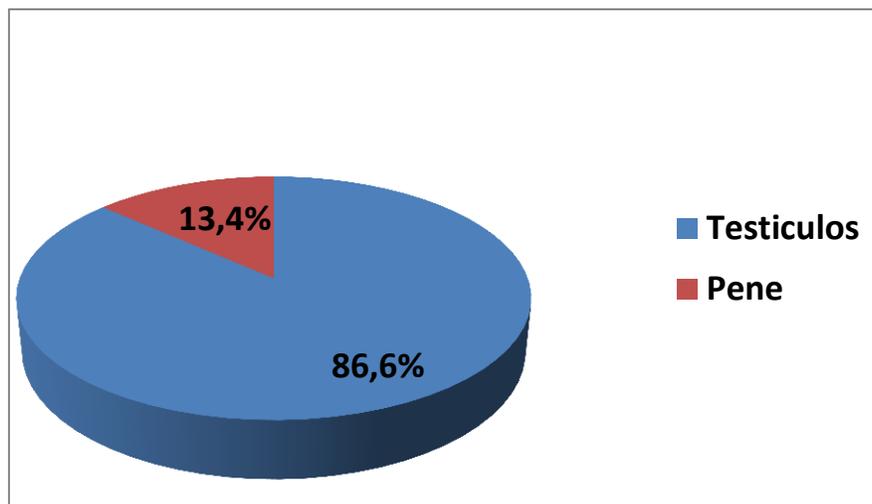
El 100% de los estudiantes elaboran un espermatozoide como la célula sexual masculina y al ovulo como la célula sexual femenina.

Tal como se describió y presento en el primer apartado (pregunta n° 1) dibujan un ovalo en cuyo centro hay un contenido y le asignan el nombre de óvulo. Al espermatozoide lo representan como un ovalo al cual se le desprende una cola que termina en punta. En los dibujos elaborados por los estudiantes, ninguno identifica estructuras celulares básicas a pesar de elaborar un pequeño círculo en el interior de estas células. Aunque resuelven correctamente el cuestionamiento al nombrar las células sexuales no significa, necesariamente, que se pongan en práctica los conocimientos adecuados pues los dibujos que elaboran son simples y sin contenido explicativo.

Sub pregunta A.

- ¿En qué lugar del cuerpo se producen las células sexuales femeninas y masculinas?

Células sexuales masculinas:

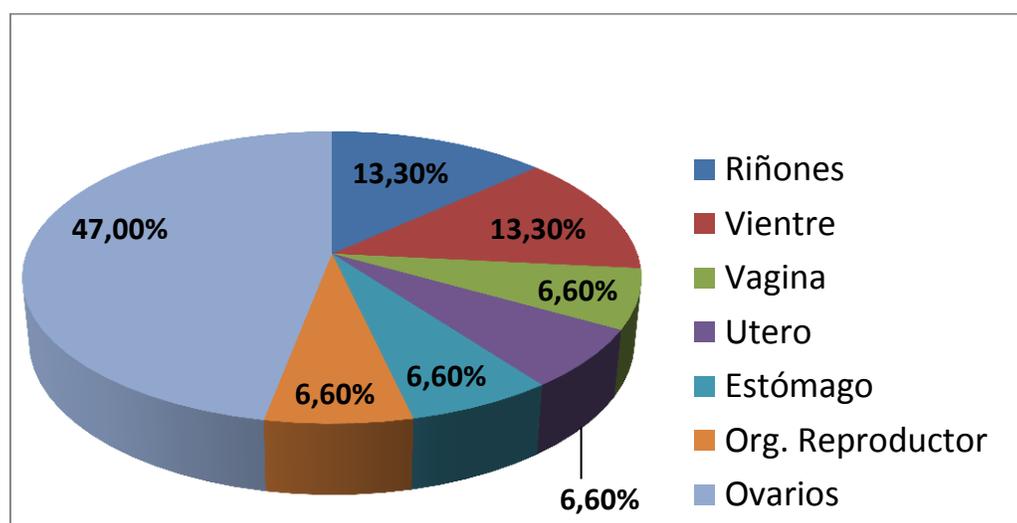


Grafica 2 Lugar de formación de los gametos masculinos

El 86.6 % de los estudiantes escribieron que los espermatozoides se producen en los testículos. El 13.3% de los estudiantes asumen que los espermatozoide se producen en el pene.

Resulta significativo que los estudiantes tengan un grado de conocimiento elevado con respecto a los testículos como órganos en donde se producen los espermatozoides, esto puede atribuirse al efecto directo del proceso de enseñanza o a la incidencia del ambiente cultural. La lectura del resto del cuestionario parece indicar que se trata de un término muy conocido pero vacío de contenido.

Células sexuales femeninas:



Gráfica 3 Lugar de formación de los gametos femeninos

Para el caso de las células sexuales femeninas hubo variedad en las respuestas. El 13.3% indicó que los óvulos se producen en los riñones, el 13.3 % indicó que en el vientre. El 6.6% indicó que en la vagina. El 6.6% en el útero. El 6.6% en el estómago, otro 6.6% utiliza la expresión “órgano reproductor” y el 47% indicaron que los óvulos se producen en los ovarios.

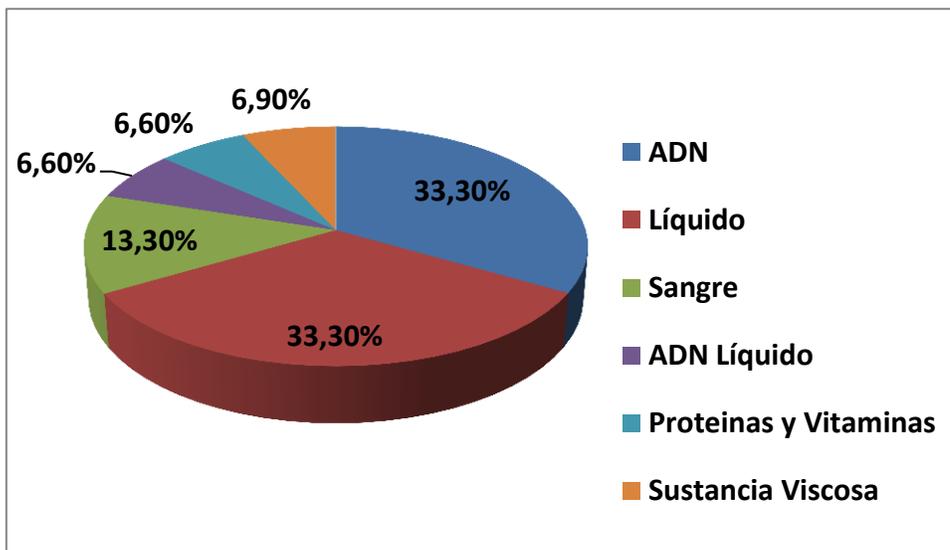
Llama la atención que porcentajes bajos pero variados relacionan la producción de óvulos con órganos que conforman diferentes sistemas y aparatos del cuerpo humano, evidenciando una confusión conceptual frente a la relación órgano - función del sistema reproductor humano.

Para Serrano (1987) la falta de relaciones entre herencia y reproducción sexual dificultan el aprendizaje de contenidos, evidenciando errores concretos que aparecen tras la instrucción de diferentes sistemas del cuerpo que un individuo posee; uno de los factores directamente

relacionados con estas dificultades se encuentra en la manera que los libros de texto presentan los diagramas gráficos de los diferentes aparatos y sistemas del cuerpo humano.

Sub pregunta B:

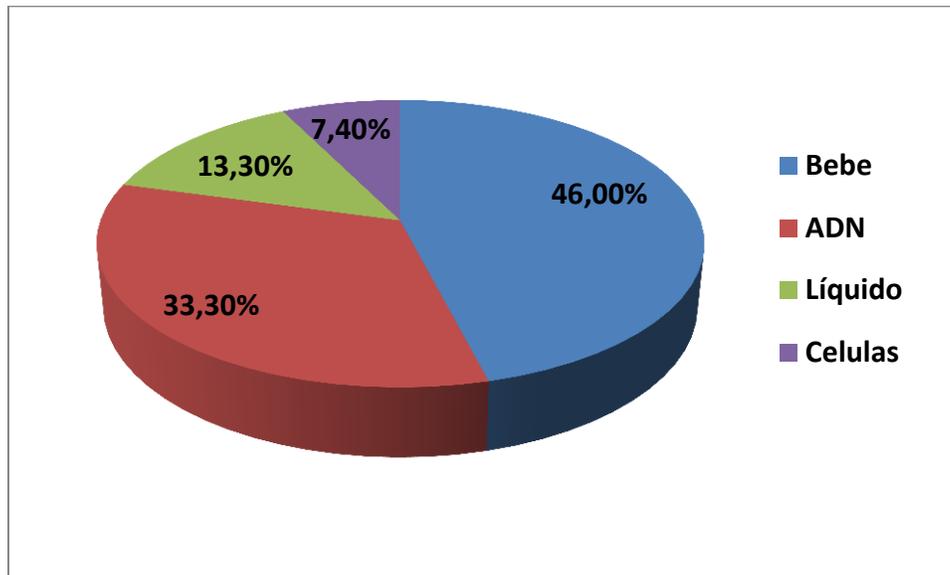
- ¿Que hay en el interior las células sexuales femeninas y masculinas?



Grafica 4 Contenido del gameto femenino

El 33.3% de los estudiantes consideran que al interior del ovulo se encuentra el ADN, otro 33.3% menciona que hay un líquido sin especificar el tipo, para el 13.3 % existe un “líquido sangriento” o “sangre”, para el 6.6% de los estudiantes dentro del ovulo hay “ADN líquido”, para otro 6.6% “Proteínas y vitaminas”, y finalmente para el 6.9% restante, consideran que dentro de un ovulo hay una “sustancia viscosa”.

El pensamiento de los estudiantes es significativo al pensar que el ovulo contiene ADN o líquido, necesario para generar una mezcla en unión con el aporte masculino o simplemente como elemento que activa al espermatozoide.



Grafica 5 Contenido del gameto masculino

Cuando se les pregunta por el contenido existente en un espermatozoide el 46% menciona que “hay un bebe” o “futuro heredero”, para el 33.3% de los estudiantes asumen habrá ADN, para el 13.3 % hacen referencia a que en el interior hay un líquido y el 7.4 % asume que en el espermatozoide hay células.

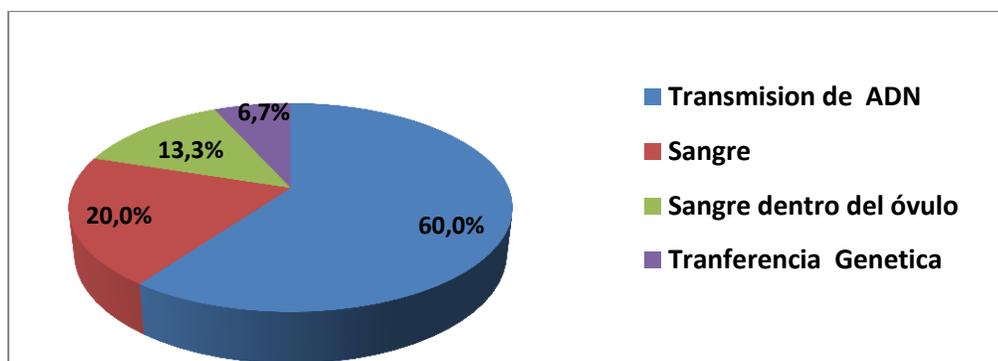
Los estudiantes reconocen con cierta facilidad la presencia de un contenido dentro de las células sexuales. Así de acuerdo a los porcentajes más altos en sus respuestas se observa que el 46% de los estudiantes tienen ideas preformistas en sus modelos mentales para explicar el contenido de la célula espermática. Para ellos el espermatozoide es un futuro humano o es quien experimenta una serie de cambios y se transforma en un bebe, al cual se le desarrollan extremidades y demás órganos vitales. En este sentido, al ovulo es donde se introduce el espermatozoide y simplemente tiene una función de reservorio en donde hay un líquido o ADN haciendo contacto con el espermatozoide quien crecerá, se diferenciara y finalmente será un bebe.

Una cifra considerable, el 33.3% indica que al interior del gameto masculino hay ADN responsable de la transmisión de características, el cual es algo semejante a la sangre “un fluido”, “un líquido”, “una sustancia” y la mezcla que este contenido genera y da forma el descendiente. Algunos alumnos siguen considerando la herencia como una mezcla de caracteres de los padres.

PREGUNTA 4.

Paula una señora con ojos azules tiene una hija con ojos azules similares a los de ella. Explica cómo crees que esto sea posible.

El propósito de esta pregunta es revelar en el pensamiento de los estudiantes las explicaciones referentes a la transmisión de características observables de padres a hijos como es el caso del color de los ojos y cuál es el mecanismo para que esto ocurra.
Establecer la relación entre genotipo y fenotipo.



Grafica 6 Mecanismo de transmisión de características fenotípicas.

Análisis de resultados:

El 60% de los estudiantes asumen que la madre transmitió ADN a su hija por ello expresa el mismo color de ojos. Frente a este cuestionamiento se reitera la idea concerniente a que los jóvenes han escuchado hablar o recibido explicaciones sobre el concepto ADN y lo relacionan

con la transmisión de características de padres a hijos pero no hay una apropiación conceptual del mismo en sus esquemas mentales por la poca argumentación en sus respuestas frente a la pregunta.

El 20% de los estudiantes opinan que la situación planteada se presenta pues entre madre e hija hay una compatibilidad de la sangre. El 13.3% considera que en el ovulo hay sangre que se transmite a los descendientes mediante esta célula. Estas respuestas tienen relación con ideas presentadas en el modelo explicativo de la pangénesis o herencia por mezcla, en donde se menciona que la transmisión de características de padres a hijos se realiza por medio de la sangre.

Los estudiantes relacionan una mezcla de sangre en los progenitores que lleva a la transmisión de características a los hijos y finalmente 6.7% de los jóvenes considera que la similitud en el color de los ojos entre madre e hija se da porque se presentó algún tipo de transferencia genética.

Algunas expresiones utilizadas en las respuestas de los estudiantes fueron:

4. 1. *“La madre aporta ADN”*

4. 2. *“Paula le transmite a su hija los ojos azules por su ADN”*

4.3. *“Esto es posible porque la madre aporta ADN lo cual es una información”*

4. 4. *“Es posible porque le transmitió el ADN y hay es donde se parecen o salen con las cosas o partes del cuerpo iguales”*

4.5. *“La hija de Paula nació con los ojos azules porque la mamá le dio la sangre que hay en el ovulo”*

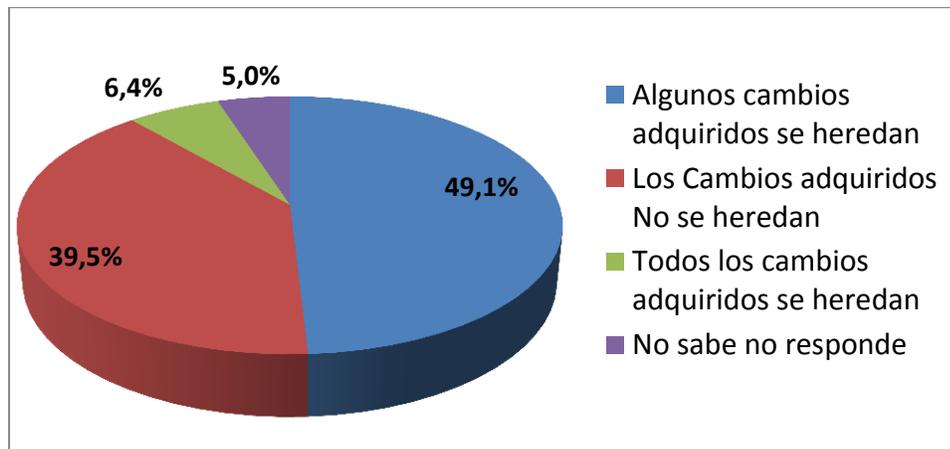
4. 6. “Paula le apporto sangre durante la relación sexual por eso tiene los mismos ojos azules”

4. 7. “Es posible por la compatibilidad de la madre que heredo la sangre”

PREGUNTA 5.

En la actualidad podemos cambiar algunas características de nuestra apariencia. El color del cabello, agrandar los músculos por el entrenamiento en un gimnasio, la forma y tamaño de la nariz, aumentar la talla del busto mediante una cirugía, entre otros. ¿Estos cambios aparecerán en los hijos? Explica.

El propósito de esta pregunta es identificar en el pensamiento de los estudiantes, la relación con ideas que sustentan que los caracteres de los individuos dependen de factores ambientales y estos son heredados a las generaciones siguientes.



Grafica 7 Herencia de los caracteres adquiridos

Análisis de resultados:

En las respuestas encontradas frente a esta pregunta se puede observar que el 49.1% de los estudiantes sustentan que algunos cambios adquiridos como por ejemplo el desarrollo de la masa corporal, ciertas “manchas o cicatrices” adquiridas o el color del cabello pueden ser transmitidas de padres a hijos. El 6.4% mencionan que todos los cambios adquiridos se heredan en los hijos.

En el trabajo de investigación didáctica realizado por Ayuso & Banet (2002), lograron evidenciar en el pensamiento de un grupo de estudiantes de educación media que los caracteres de los individuos dependen de factores ambientales más que de hereditarios.

Considerar que todos o algunos cambios adquiridos en el ambiente son transmitidos a los descendientes fue el fundamento del modelo explicativo de la **herencia de los caracteres adquiridos** postulada por Jean B. Lamarck. Esta teoría se basa en el hecho de que un músculo u órgano que se ejercite constantemente tiene un mayor desarrollo y existe una tendencia a que los hijos se parezcan a sus padres en ese aspecto o desarrollen la característica que sus padres adquirieron. A partir de esta idea, es fácil pensar que los cambios ocasionados por el ambiente en el organismo, es decir, los caracteres adquiridos, se heredan de padres a hijos. Esta herencia no sería ni directa ni individual, sino que sería tras largo tiempo de estar sometidos a parecidas circunstancias y afectarían al conjunto de los individuos del grupo sometido a esas circunstancias (Jacob, 1995).

En el análisis de las respuestas frente a esta pregunta el 39.5% descartan por completo la posibilidad de heredar un cambio físico adquirido y el 5.0% no sabe no responde frente a la pregunta. Estos resultados permiten observar una tendencia marcada al modelo explicativo de herencia de caracteres adquiridos.

A continuación se clasifican algunas de las respuestas de los estudiantes con sus respectivas expresiones:

Algunos cambios adquiridos se heredan (49%):

5.1. *“Solo algunos cambios aparecerán en los hijos como el cabello alisado”*

5.2. *“A veces hay cambios que se hace la mamá que aparecen en los hijos e influyen en él bebe”*

5.3. *“Puede ser que cambie la madre o el padre se cambien alguna cosa pero no todo cambiara en su bebe”*

Los cambios adquiridos no se heredan (39.5%):

5.4. *“Estos cambios no aparecen en los hijos por que si se hace una operación la madre, las celulas no hacen la operacioncion”*

5.5. *“En el caso de que les crezca el busto por medio de cirugias, su hija no las hereda”*

Todos los cambios adquiridos se heredan (6.4%):

5.6. *“Los cambios en los hijos aparecerán cuando ellos evolucionen o crecen”*

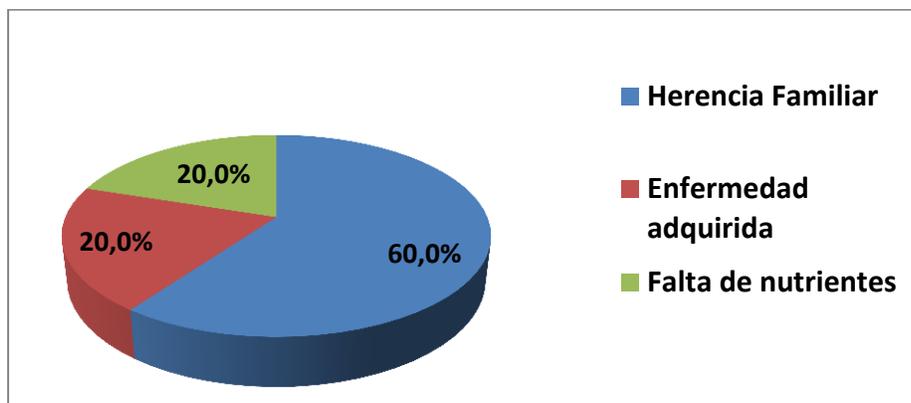
5.7. *” La sangre se afecta y los hijos van a cambiar”*

PREGUNTA 6.

Felipe tiene 35 años y desde algún tiempo atrás está presentando alopecia (perdida anormal y excesiva del cabello). Felipe nota que su padre y madre cuentan con abundante cabello pese a

tener una edad avanzada. ¿Qué explicación le darías a Felipe frente al por qué de la pérdida del cabello o calvicie que viene presentando?

El **propósito** de esta pregunta es identificar en el pensamiento de los estudiantes, ideas relacionadas con los saltos generacionales de algunas características transmitidas de padres a hijos presentes en una misma familia.



Grafica 8 Explicaciones relacionadas frente a la pérdida de cabello

Análisis de resultados:

Resultados obtenidos: El 60% de los estudiantes asume que la pérdida de cabello ocurre ya que entre familiares hay características similares que se manifiestan, como es el caso de la calvicie. Algunas ideas expresadas por los estudiantes fueron:

6. 1. *“Si un abuelo o tío tiene calvicie esta se hereda en Felipe”*
6. 2. *“Felipe es calvo porque salió como un familiar que se quedó sin cabello por eso quedo así”*

6. 3. *“Puede ser que en la familia alguien posee esta pérdida de cabello, esto no quiere decir que ellos no sean tus padres”*

Este tipo de ideas permiten a los estudiantes pensar en su entorno familiar y notar que hay características comunes en una familia, las cuales presentan saltos generacionales que aparecen y desaparecen en algunos miembros. En los argumentos de estos estudiantes no explican claramente este fenómeno, ni usan términos para indicar la transmisión de características y los saltos generacionales.

Para Ayuso & Banet (2002) los razonamientos utilizados por los estudiantes para resolver problemas a partir de características fenotípicas como es el caso de la alopecia (calvicie), no les supone dificultades adicionales, ni les incita a reflexionar sobre la situación planteada. Sin embargo, en lo que se refiere a la argumentación para resolver el problema es común que lo hagan sin un razonamiento explícito.

Ayuso & Banet (2002) menciona que la enseñanza de las ciencia ha producido, en este caso, un aprendizaje superficial del concepto, con tendencia al olvido, que refleja relaciones muy confusas o equivocadas en relación con este aspecto, sin que esto dificulte una correcta aplicación a situaciones que pueden observar en su cotidianidad.

Un 20% de estudiantes piensa que esta situación se da ya que “Felipe tiene una enfermedad” o “cáncer” o debido a una “falla en el funcionamiento del cuerpo humano”. Y finalmente el 20% de estudiantes restante considera que la calvicie se debe a una “falta de nutrientes debido a una mala dieta”, “descuido en la alimentación”. Se nota un desconocimiento con relación al mecanismo de la herencia biológica y la manera como se expresan ciertas características en un

grupo familiar, relacionando el caso formulado, con aspectos de salud – enfermedad, con los que posiblemente han estado en contacto o tienen conocimiento por el entorno social.

PREGUNTA 7.

Andrea es una niña de 12 años con cabello rizado. Desde hace algún tiempo quiere cambiar el estilo de su cabello a liso, pero la tarea se le ha dificultado y por más que utiliza cremas y shampo no lo ha logrado. Su madre Sandra tiene el cabello liso que tanto desea y su papa Felipe presenta el cabello rizo igual que el de ella. Andrea se encuentra muy pensativo pues no se explica cómo llegó a tener el cabello rizado como su padre y no liso como la madre. ¿Si fueras su amigo que explicación le darías frente al hecho de tener cabello rizado como el papá?

El **propósito** de esta pregunta es identificar en el pensamiento de los estudiantes, ideas relacionadas con la expresión de características dominantes y su relación con las características recesivas.

Análisis de resultados:

Frente a este cuestionamiento los estudiantes asumen que el padre aporta más que la madre pues es la característica que se expresa en Andrea. El 80% emplea el término ADN para explicar aquello que aporta el padre para que se expresara la característica pelo rizado.

Ayuso & Banet (2002) mencionan que preexiste una idea confusa del carácter dominante cuando se expresa una característica en los descendientes.

Abril et al. (2002) en su trabajo sobre concepciones de los alumnos observó que con frecuencia confunden ideas, al considerar que los progenitores no aportan la misma cantidad de

información hereditaria: algunos creen que si un hijo se parece más a uno de los progenitores es debido a una mayor transmisión de información genética, creando una idea confusa del carácter dominante (éste puede variar, es el más abundante o poderoso).

Algunas expresiones utilizadas en las respuestas de los estudiantes fueron:

7.1: *“Andrea salió como el papa porque este aportó más ADN y por eso le salió el cabello rizado”*

7.2: *“pudo ser que el papá fue quien le dio la forma del cabello que iba en el semen del espermatozoide y no su madre”*

7.3: *“El papá pudo aportar más ADN que la mamá”*

7.4: *“La hija heredo el cabello del papa por que el hombre esta ves aportó más que en la mujer y por esto la niña es crespa y hay más compatibilidad de sangre con el papá que con la mamá”*

7.5: *“Seguramente porque cuando se le está reproduciendo las células de su cuero cabelludo tomo forma el ADN de su padre”*

7.6: *“La hija salió con las células de pelo crespo como el padre”*

El 20 % de estudiantes restante asume que el padre aportó más que la madre sin precisar el tipo de aporte que realiza este. En todas las respuestas de los estudiantes se da mayor importancia al aporte de uno de los dos progenitores para el caso concreto el padre. Estas ideas le dan mayor protagonismo al aporte masculino contenido en el espermatozoide evidenciando ideas preformistas en sus explicaciones.

6.2. Determinación de los obstáculos epistemológicos en el análisis de las ideas previas de los estudiantes.

En el análisis del instrumento de exploración de ideas previas aplicado a los estudiantes de grado octavo, se logró identificar de modo similar, cierta tendencia a los diferentes modelos explicativos encontrados en la historia del concepto, ellos son: la herencia por mezcla, epigénesis, preformismo y herencia de los caracteres adquiridos. De igual forma se logró evidenciar la combinación entre modelos explicativos, lo que confirma en gran medida las tendencias de las concepciones de los estudiantes frente al pensamiento que se usó en el pasado.

Como lo mencionan Esperben & biraben (2007) sin pretender que exista un paralelismo entre el proceso histórico de construcción de conocimiento por la ciencia y el personal del alumno, que construye conocimientos en un contexto socio-histórico muy diferente, la historia de las ciencias permite prever obstáculos epistemológicos para la construcción conceptual de los alumnos en el aula.

Los obstáculos epistemológicos identificados fueron:

- Dificultad en el uso del lenguaje científico debido al arraigo en los estudiantes de determinadas ideas previas, algunas procedentes del lenguaje común, referidas a la herencia biológica, a los caracteres hereditarios y su transmisión y a su influencia como posibles obstáculos que dificultan la comprensión del concepto
- Existe un obstáculo epistemológico para pasar del nivel molecular y microscópico al macroscópico y viceversa

- Dificultad para reconocer a los espermatozoides y óvulos como células portadores de la información hereditaria necesaria para ser expresada en los descendientes.
- Considerar que la transmisión de características se realizaría a través de algo semejante a la sangre “un fluido”, “un líquido”, “una sustancia” y que la mezcla forma al futuro descendiente
- Dificultad para diferenciar a las células sexuales y a las células somáticas.
- Consideran que los progenitores no aportan la misma cantidad de información hereditaria, pues, cuando una característica se expresa en un individuo, se debe a que uno de los parentales apporto mayor sustancia o cantidad de elementos que el otro
- Dificultad para diferenciar el proceso de división celular por meiosis y la relación de esta con la transmisión de las características hereditarias
- Consideran que la aparición de caracteres en los individuos dependen de factores ambientales más que de hereditarios transmitidos por los progenitores.
- Dificultad para explicar por qué las características se conservan a lo largo del tiempo presentando en ocasiones saltos generacionales
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes.

Este análisis permite establecer las pautas y criterios para elaborar situaciones didácticas propias de la unidad didáctica que busca generar un aprendizaje significativo en los estudiantes con relación al concepto herencia biológica y promover el desarrollo de la competencia científica indagación.

7. UNIDAD DIDACTICA

En este capítulo se presenta la unidad didáctica que busca promover la indagación científica mediante la enseñanza y el aprendizaje del concepto herencia biológica. Esta unidad didáctica se construyó teniendo en cuenta tres aspectos fundamentales.

- La presentación del cuestionario de exploración de ideas previas para identificar los modelos explicativos sobre el concepto herencia biológica y los obstáculos epistemológicos frente al aprendizaje del concepto.
- La presentación de actividades para intervenir los obstáculos identificados, tras el análisis realizado a la información obtenida luego de la aplicación del cuestionario de exploración de ideas previas.
- La evaluación es considerada como un proceso continuo, en donde se establece la relación entre la enseñanza y el aprendizaje. Para ello se propone, unas actividades y sus respectivos criterios, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3 Evaluación del aprendizaje en la unidad didáctica.

Evaluación	Criterio de evaluación	Actividad
Continua y permanente, a partir de la cual se toman decisiones sobre el proceso de enseñanza.	Planteamiento de hipótesis	Actividad 3 y 8
	Argumentaciones: planteamiento de ideas	Actividad 1,2 , 7, 9 y 10
	Diseño experiencias	Actividad 4, 11 y 5
	Apropiación de conocimientos	Actividades 6 y 7
Se recogen de forma escrita para analizarse con relación a los criterios de evaluación	Comunicar de forma oral y escrita los mecanismos de transmisión de características de padres a hijos.	Actividad 12

Recuperado y adaptado de la estructura propuesta por (Zambrano , 2000)

7.1 Objetivo de la Unidad didáctica

Con el desarrollo de esta unidad didáctica se pretende:

- Promover la indagación científica mediante la enseñanza del concepto herencia biológica
- Generar un aprendizaje significativo del concepto a partir del conocimiento previo
- Potencializar en los estudiantes un conocimiento científico escolar mediante la curiosidad, la formulación de hipótesis, planificación de metodologías y la argumentación de explicaciones a partir experiencias, haciendo uso del lenguaje científico en sus explicaciones.

7.2 Modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto herencia biológica.

Antes de presentar los modelos explicativos empleados por los estudiantes para explicar el concepto de herencia biológica así como los obstáculos frente al aprendizaje de este concepto, se precisa mostrar el cuestionario de exploración de ideas previas aplicado a los estudiantes para identificar estos aspectos.

Cuestionario de exploración de ideas previas

Las siguientes preguntas fueron formuladas para identificar los modelos explicativos y con su análisis evidenciar los obstáculos que presentan en la comprensión del concepto.

1. Carolina y Santiago se casaron hace un año y han decidido tener un bebé.

¿Cómo contribuyen Carolina y Santiago en la formación del bebé?

Elabora dibujos con los que expliques los aportes de Carolina y Santiago para formar el nuevo ser vivo.

2. El desarrollo embrionario es el periodo que transcurre desde la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser. Explica con tus propias palabras lo que ocurre durante este periodo, que en humanos dura 9 meses.
3. Elabora dibujos que representen los gametos, es decir, las células sexuales femeninas y masculinas

¿Cuál es el nombre de las células sexuales femeninas y masculinas? y ¿cuál es su función?

¿En qué lugar del cuerpo humano femenino y masculino se encuentran estas células sexuales?

¿Que hay en el interior de las células sexuales femeninas y masculinas?

4. ¿Paula una señora con ojos azules tiene una hija con ojos azules similares a los de ella?
Explica cómo crees que esto sea posible.
5. En la actualidad podemos cambiar algunas características de nuestra apariencia. El color del cabello, agrandar los músculos por el entrenamiento en un gimnasio, la forma y tamaño de la nariz, aumentar la talla del busto mediante una cirugía, entre otros. ¿Estos cambios aparecerán en los hijos? Explica.
6. Felipe tiene 35 años y desde algún tiempo atrás está presentando alopecia (perdida anormal y excesiva del cabello). Felipe nota que su padre y madre cuentan con abundante cabello pese a tener una edad avanzada. ¿Qué explicación le darías a Felipe frente al porqué de la pérdida del cabello o calvicie que viene presentando?
7. Andrea es una niña de 12 años con cabello rizado. Desde hace algún tiempo quiere cambiar el estilo de su cabello a liso, pero la tarea se le ha dificultado y por más que utiliza cremas y shampoo no lo ha logrado del todo. Su madre Sandra tiene el cabello liso que tanto desea y su papa Felipe presenta el cabello rizo igual que el de ella. Andrea se encuentra muy pensativo pues no se explica cómo llegó a tener el cabello rizado como su padre y no liso como la madre. ¿Si fueras su amigo que explicación le darías frente al hecho de tener cabello rizado como el papá?

Modelos explicativos identificados con la aplicación del instrumento de exploración de ideas previas:

Preformismo: Los estudiantes sustentan en sus ideas que un futuro ser humano viene preformado dentro del espermatozoide que aporta el padre, el parecido con el otro progenitor se debe simplemente por la etapa de gestación en la cual este se nutre.

Combinación entre la epigénesis y la pangénesis o herencia por mezcla: consideran que dentro de las células sexuales óvulos y espermatozoides que aportan los progenitores hay un líquido o sustancia tipo “sangre”, “líquido” o “viscosidad” que se mezcla y por diferenciación de sus partes da como resultado un nuevo ser vivo al cabo de 9 meses. En dicha sustancia que se mezcla los estudiantes asumen que están contenidas las características de los progenitores las cuales son heredables.

Herencia de caracteres adquiridos: creen que el ambiente puede influir en la aparición de una determinado característica capaz de transmitirse a los descendientes.

La unidad didáctica que se encuentra a continuación tiene como finalidad generar un aprendizaje significativo del concepto herencia biológica. Para ello se encuentran varias actividades organizadas según las fases del ciclo de (Jorba & Sanmarti, 1996) siguiendo la ruta del aprendizaje para favorecer la indagación científica, entre ellas tenemos:

7.3 FASE DE EXPLORACIÓN.

ACTIVIDAD 1. ¿Qué ideas tenemos acerca de la herencia?

ACTIVIDAD 2. Experimento gráfico: Conejo blanco sometido a una transfusión de sangre de un conejo negro.

ACTIVIDAD 3. Primera etapa del proyecto. Crianza y reproducción de animales de granja escolar (cruce de conejo blanco y negro)

7.4 FASE DE INTRODUCCIÓN A NUEVOS CONOCIMIENTOS.

ACTIVIDAD 4. Análisis a los registros de nacimientos de los conejos del proyecto de cunicultura y consulta de reproducción en conejos.

ACTIVIDAD 5. Segunda etapa del proyecto. Crianza y reproducción de animales de granja escolar (Cruce de conejo blanco y negro)

ACTIVIDAD 6. Experimento gráfico "corte de colas a ratones y seguimiento a la descendencia con respecto a la característica adquirida.

7.5 FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

ACTIVIDAD 7. Aprendamos sobre la fecundación

ACTIVIDAD 8. Observación de células sexuales a partir del semen de cerdo disponible en el proyecto de porcicultura.

ACTIVIDAD 9. Análisis del árbol genealógico: el caso de la polidactila entre la familia Kalleia en 1.745

7.6 FASE DE APLICACIÓN.

ACTIVIDAD 10. Taller de ejercicios básicos de aplicación del concepto genotipo y fenotipo.

ACTIVIDAD 11. Experimento con *Drosophila melanogaster*

ACTIVIDAD 12. Elaboración de un ensayo

Finalmente se elaboraron las conclusiones de la propuesta didáctica y se formularon recomendaciones.

7.7 Proceso de intervención didáctico



INSTITUCION EDUCATIVA ARTURO GOMEZ JARAMILLO

VEREDA SAN FELIPE

Alcalá- Valle

Sedes: Manuel Mejía, Nueva Granada, Cristóbal Colón, San Juan Bosco, Simón Bolívar, Santa Teresita, San Agustín, José Ignacio Rengifo, Manuela Beltrán, Francisco de Paula Santander, La Polonia, Atanasio Girardot, Santo Tomás de Aquino.

Resolución de Fusión No. 1920 de 06/09/2002 y Resolución de Aprobación N° 2415 del 28 de Octubre de 2010, en los niveles de Preescolar, Básica y Media Técnica Modalidad Agropecuaria

NIT: 821.003274-3

DANE:276020000249

1. FASE DE EXPLORACIÓN

ACTIVIDAD 1

¿QUÉ IDEAS TENEMOS ACERCA DE LA HERENCIA?

A. Obstáculos encontrados

Dificultad en el uso del lenguaje científico debido al arraigo en los estudiantes de determinadas ideas previas algunas procedentes del lenguaje común, referidas a la herencia biológica

B. Objetivos de la actividad:

- Manifestar curiosidad frente a la problemática que se plantea
- Hacer consientes las ideas previas de los estudiante frente a la transmisión de características de padres a hijos
- Proponer explicaciones o hipótesis preliminares
- Generar un ambiente de trabajo en equipo que permita contrastar ideas y llegar a consensos

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad inicial busca que los estudiantes tengan una mayor conciencia de sus saberes previos de modo que su estructura cognitiva se vea desestabilizada frente a nuevos planteamientos inmersos en situaciones de su vida cotidiana.

D. Taller propuesto:

De manera individual, analiza la siguiente situación y responde las preguntas:

Se aparean una hembra amarilla y un macho café de raza labrador, las crías que tuvieron presentaron los siguientes colores: amarillos, cafés y negro, como se observa en la ilustración



Figura 42 Cruce entre perros labradores: hembra amarilla y macho café
Explica

Fuente: Elaboración propia

¿Por qué todas las crías nacieron de diferente color?

¿A qué crees que se deba la aparición de un cachorro de color negro?

Ahora, en grupo, compara las diferentes respuestas a cada una de las preguntas. Y realiza una síntesis y dos conclusiones en la que se pueda observar un consenso en las respuestas:

Síntesis _____

Conclusión 1

Conclusión 2

En el mismo grupo de trabajo, escribe qué ideas tienes acerca de las siguientes cuestiones:

¿Cómo crees que se transmiten las características de padres a hijos?	¿Qué elementos crees que interviene a la hora de transmitir las características de padre a hijos?

Socialización: Cada integrante del grupo expondrá las ideas que tiene respecto a las respuestas a cada una de las preguntas. Llegando a un consenso el cual posteriormente se expondrá por un representante del grupo ante los compañeros.

ACTIVIDAD 2. EXPERIMENTO GRÁFICO:

CONEJO BLANCO SOMETIDO A UNA TRANSFUSIÓN DE SANGRE DE UN CONEJO NEGRO

A. Obstáculos encontrados

Considerar que la transmisión de características se realizaría a través de algo semejante a la sangre y que solo en ella se encuentran la información que se transmite a los descendientes

B. Objetivos:

- Implementar experimentos gráficos que permitan a los estudiantes poner a prueba su pensamiento previo frente a situaciones planteadas al momento de proponer argumentos y explicaciones
- Revelar el conocimiento previo de los estudiantes como base para promover nuevos aprendizajes
- Conocer episodios históricos en la construcción del conocimiento científico y sus prácticas experimentales

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

La actividad que se presenta a continuación surge a partir del análisis y reflexión histórica del concepto Herencia Biológica con la cual se pretende abordar un problema epistemológico cuya superación permitió el progreso en la construcción del conocimiento científico en dicha época.

Mediante experimentos gráficos se presenta a los estudiantes un momento histórico concreto de forma abierta, de manera que les permita plantear hipótesis y establecer conclusiones. La situación se presenta en el siglo XIX cuando eran aceptadas las explicaciones que sostenían que

las características transmitidas de padres a hijos eran contenidas en la sangre de los progenitores (teoría de la pangénesis) y por vía sanguínea eran transportadas a los gametos (óvulos y espermatozoides). Cuando ambos gametos, el masculino y el femenino se fusionan para originar un nuevo organismo, este tendrá “gemulas” de ambos progenitores, lo que explica la similitud entre padres e hijos. Esto significaba que, según esta teoría, las características de los padres se transmitían directamente a la sangre de sus hijos. En 1889 Francis Galton no acepto esta teoría y para derrocarla efectuó transfusiones sanguíneas de un conejo negro a uno blanco, mostrando que los descendientes de este último permanecían blancos, sin importar a cuantas generaciones se les inyectara sangre del conejo negro.

D. Taller propuesto:

Nombre: _____ Grado: _____

Institución: _____

Primera parte de la actividad.

Teniendo en cuenta las explicaciones aceptadas en el siglo XIX donde se aseguraba que los factores hereditarios se encontraban en la sangre y por medio de esta eran transmitidos a los descendientes, Francis Galton en el siglo XIX realiza el siguiente experimento.

Observa el siguiente experimento gráfico y plantea tus explicaciones con respecto a:

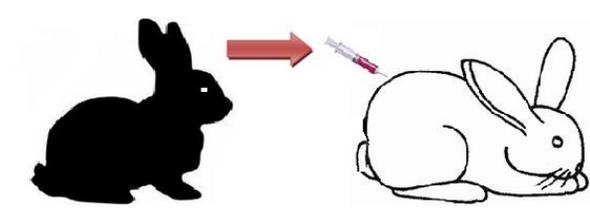


Figura 43 Conejo blanco sometido por Francis Galton a una transfusión de sangre de un conejo negro

Fuente: Elaboración propia

¿Por qué Francis Galton (1822-1922) hizo una transfusión de sangre como se muestra en la ilustración?

¿Qué sucede con la sangre del conejo negro que se inyecta al conejo blanco?

¿Cómo crees que serán los descendientes del conejo blanco sometido a una transfusión de sangre de un conejo negro?

Segunda parte de la actividad:

Después de planteadas las hipótesis, se presenta a los estudiantes la segunda parte del experimento gráfico que hace referencia a los resultados obtenidos por Francis Galton:

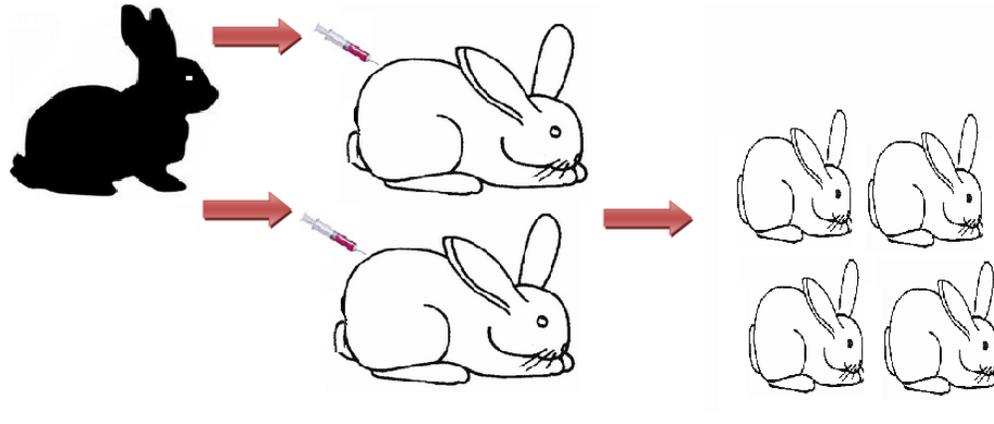


Figura 44 Experimento gráfico, pareja de conejos blancos sometidos a una transfusión de sangre de conejo negro

Fuente: elaboración propia

Observa la imagen del experimento gráfico y el resultado obtenido del cruce de los dos conejos color blanco. Compara tus hipótesis con los resultados obtenidos en el experimento, teniendo en cuenta las conclusiones de Galton.

ACTIVIDAD 3. PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO.

CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE ANIMALES DE LA GRANJA ESCOLAR (CRUCE DE CONEJO BLANCO Y NEGRO)

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad para explicar por qué las características se conservan a lo largo del tiempo presentando en ocasiones saltos generacionales
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes.

B. Objetivos de la actividad:

- Favorecer la vinculación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto herencia biológica, la crianza y reproducción de animales (conejos) de la granja escolar
- Buscar posibles explicaciones a preguntas formuladas previamente y que sean descriptivas
- Planificar investigaciones sencillas haciendo uso de elementos del entorno

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad tiene como finalidad aprender significativamente los mecanismos a través de los cuales se transmiten las características de padrea a hijos identificando algunas de las características fenotípicas heredables de generación en generación

Esta experiencia sea crea a partir del análisis histórico del concepto herencia biológica que se hizo desde las antiguas civilizaciones griegas antes de Cristo, hasta el siglo XIX cuando los trabajos de Mendel sentaron las bases para la comprensión del concepto. Esta actividad que se propone en la unidad didáctica fue abordada en la antigüedad por los hibridadores en diferentes épocas quienes cruzaban diferentes animales y plantas con distintas características para observar sus descendientes e identificar los rasgos heredables. Un ejemplo significativo de este tipo de experiencias lo representa los cruces que realizó Gregor Mendel de una gran variedad de semillas de guisantes con características puras; por ejemplo al cruzar una variedad de tallo alto con otra de tallo enano, obtuvo descendientes híbridos estos se parecían más a los descendientes de tallo alto que a ejemplares de tamaño enano.

En esta actividad, no se trabajan con plantas sin embargo los animales a utilizar deben tener características puras (Homocigotos), para realizar los posteriores análisis y conjeturas de modo que el aprendizaje obtenido por los estudiantes con esta experiencia se aproxime al conocimiento científico escolar.

Esta actividad tiene una gran ventaja y es que se pueden plantear infinidad de actividades, en el transcurso del año dependiendo las características expresadas en los animales de la granja. Esta actividad se desarrolla a manera de experiencia de campo, donde su duración depende básicamente de la rapidez con la que los individuos se reproduzcan y se puede manejar como un proyecto anual con control y seguimiento permanente.

Inicialmente, se planteará a los estudiantes el cruce de dos conejos los cuales deberán ser individuos puros: (macho homocigoto para color negro y la hembra homocigoto para color blanco). A los estudiantes se les debe hacer una explicación sobre estos conceptos. Al

implementar el ambiente apropiado para la crianza y observación de los conejos, el grupo se dividirá en subgrupos que rotaran por semanas y se encargaran del control y seguimiento de los animales.

Previamente al cruce se trabaja en clase el siguiente taller:

D. Taller propuesto:

La siguiente figura representa el cruce de interés a realizarse entre los conejos, en los cuales un gen rige el color del pelaje. El macho proviene de una línea genéticamente pura de conejos negros; se dice que es homocigoto para el color negro. La hembra de color blanco, también proviene de una línea genéticamente pura y es homocigota para el color blanco.

¿Cuál crees que sea el carácter predominante en los conejos respecto al color?

Los organismos tienen la capacidad de transmitir sus características a su descendencia. ¿Cómo crees que ocurre éste fenómeno para el caso de los conejos?

Plantea mínimo dos preguntas que te generen curiosidad frente a la experiencia del cruce de conejos y la primera generación filial F1 que se produce:

NOTA: El taller anterior se llevara a cabo como práctica experimental con una pareja de conejos del proyecto de cunicultura del colegio en las condiciones que se muestra en la gráfica, es decir seleccionar una hembra y macho homocigotos de color blanco y negro y permitir el cruce habitual.

2. FASE DE INTRODUCCIÓN A NUEVOS CONOCIMIENTOS.

ACTIVIDAD 4.

ANÁLISIS A LOS REGISTROS DE NACIMIENTOS DE LOS CONCEJOS DEL PROYECTO DE CUNICULTURA Y CONSULTA SOBRE LA REPRODUCCIÓN EN CONEJOS

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad en el uso del lenguaje científico

B. Objetivos

- Promover la consulta y comprensión con respecto a la reproducción en conejos
- Promover la relación entre los conceptos homocigoto, heterocigoto y el significado de razas puras en el desarrollo de la práctica experimental

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad

Esta actividad tiene como finalidad la recopilación de información suministrada mediante entrevista al personal del trabajo de campo y al docente encargado del proyecto de cunicultura, hacer registro de las respuestas, realizar conjeturas y establecer relaciones y pautas a seguir.

Los estudiantes deben solicitar la asesoría del personal de trabajo de campo del colegio y los docentes encargados del proyecto de cunicultura, para seleccionar una pareja de conejos de raza pura es decir, homocigotos para color negro y blanco respectivamente.

Solicitar un espacio exclusivo dentro el proyecto de cunicultura para permitir el cruce y el nacimiento de los conejos para su posterior análisis, observación y registro.

D. Taller propuesto:

A continuación se encuentran una serie de procedimientos y preguntas para ser formuladas a los encargados del proyecto de cunicultura, la información obtenida se debe respaldar con una consulta realizada en la siguiente página web sugerida.

<http://es.scribd.com/doc/217808381/Agricultura-Ecologica-Granja-Escolar-3-Cabras-Conejos-Lombrices-Peces-y-Vacas#scribd>

¿Cuál es tiempo de gestación de los conejos?

¿Cuál es la raza de los conejos presentes en el proyecto de cunicultura de la institución?

¿Qué factores o elementos se requieren para mantener en óptimas condiciones a los conejos objeto de estudio?

ACTIVIDAD 5.

SEGUNDA ETAPA DEL PROYECTO

CRIANZA Y REPRODUCCIÓN DE ANIMALES DE GRANJA ESCOLAR (CRUCE DE CONEJO BLANCO Y NEGRO)

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad para explicar por qué las características se conservan a lo largo del tiempo presentando en ocasiones saltos generacionales
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes.

B. Objetivos:

- Llevar a cabo investigaciones sencillas a partir de la planificación
- Hacer control y seguimiento permanente
- Recoger información y datos basados en las observaciones para discutir, concluir e informar

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad tiene como finalidad la recopilación de la información a partir de la observación y de múltiples fuentes de consulta (entrevistas, libros de texto, consulta en internet) sobre la crianza y reproducción de conejos.

Inicialmente se hace necesario que los estudiantes tengan en cuenta lo consultado sobre la reproducción en conejos y los cuidados básicos que se requieren para un manejo óptimo y dar inicio al cruce de estos.

D. Taller propuesto

Al conseguir la primera camada de conejos (gazapos), los estudiantes deberán llenar la siguiente ficha:

Ficha de observación de la generación filial I:

Nombre del observador: _____ Grado: _____

Institución: _____

Características del ambiente: _____

Tipo de alimentación:

Numero de descendientes: _____

Tabla 4 Registro de características fenotípicas observadas en los parentales

			
Características de la madre		Características del padre	
Color de ojos		Color de ojos	
Color de pelaje		Color de pelaje	
Color de nariz		Color de nariz	
Simetría de ojos		Simetría de ojos	
Forma de las orejas		Forma de las orejas	

Fuente: elaboración propia

Tabla 5 Registro de características fenotípicas observadas en la primera generación filial

Características de la primer generación filial							
Individuo 1		Individuo 2		Individuo 3		Individuo 4	
Color de ojos		Color de ojos		Color de ojos		Color de ojos	
Color de pelaje		Color de pelaje		Color de pelaje		Color de pelaje	
Color de nariz		Color de nariz		Color de nariz		Color de nariz	
Simetría de ojos		Simetría de ojos		Simetría de ojos		Simetría de ojos	
Forma de las orejas		Forma de las orejas		Forma de las orejas		Forma de las orejas	

Fuente: Elaboración propia

Nota: El registro del color de pelo de los gazapos se hará a los 15 días del nacimiento, cuando ya tengan pelo y sea posible su observación.

ACTIVIDAD 6.

EXPERIMENTO GRÁFICO: “CORTE DE COLAS A RATONES Y SEGUIMIENTO A LA DESCENDENCIA CON RESPECTO A LA CARACTERÍSTICA ADQUIRIDA”

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad en el uso del lenguaje científico
- Consideran que la aparición de caracteres en los individuos dependen de factores ambientales más que de hereditarios transmitidos por los progenitores
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes

B. Objetivos de la actividad

- Identificar que las características adquiridas en el medio ambiente no son transmitidas a la descendencia
- Explicar el concepto caracteres hereditarios, como elementos que se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes
- Hacer uso adecuado del lenguaje científico para explicar la conservación de características a lo largo del tiempo presentando en ocasiones saltos generacionales.

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad tiene como finalidad reconocer que la información genética determina las características fenotípicas en un individuo y se encuentran en las células sexuales las cuales no

se ven afectadas por cambios ambientales por tanto, las características adquiridas no constituyen un cambio en la información genética y no son heredables

La siguiente actividad surge a partir del análisis y reflexión histórica del concepto Herencia Biológica, con esta se pretende recontextualizar a modo de experimento grafico una investigación realizada en el pasado cuyo resultado permitió descartar la idea de que las características adquiridas en el medio ambiente eran heredables.

Con esta actividad se pretende que los estudiantes reconozcan que la información genética, es quien determina las características fenotípicas en un individuo y se encuentran en las células sexuales las cuales no se ven afectadas por cambios ambientales por tanto, las características adquiridas no constituyen un cambio en la información genética.

D. Taller propuesto:

LEE EL SIGUIENTE TEXTO. El científico alemán August Weismann en el siglo XIX decidió efectuar una serie de experimentos en los cuales corto la cola a un grupo de ratas durante 22 generaciones (1,592 ratones en total), observando un resultado como el que se presenta en el esquema.

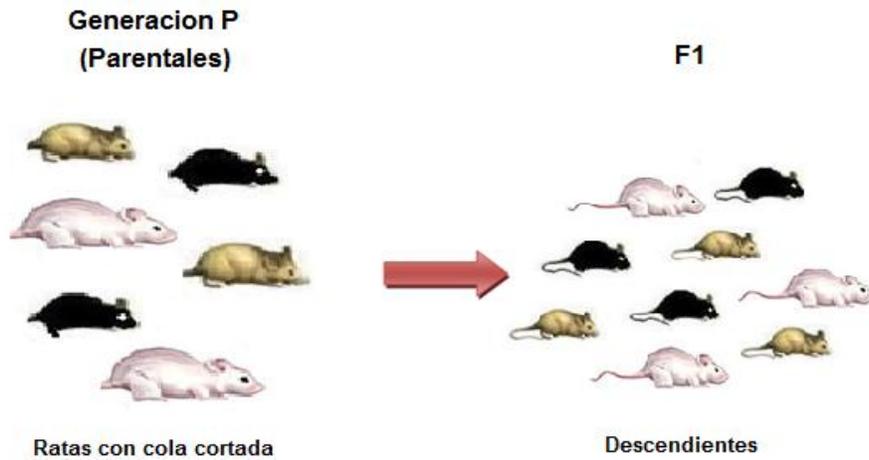


Figura 46 Experimento gráfico, corte de cola en ratones.

Fuente: elaboración propia

De manera individual, analiza la anterior situación y responde las preguntas:

¿Describe lo que está ocurriendo en la gráfica?

¿Es posible que los descendientes de una pareja de ratones a los cuales se les han amputado las colas hereden dichas características? Argumenta tu respuesta.

¿Según la figura ¿Por qué crees que los descendientes no tienen la cola corta como sus padres?

¿Cuál crees que fue el posible problema que se planteó Weissman para realizar dicho experimento?

3. FASE DE ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO

ACTIVIDAD 7.

APRENDAMOS SOBRE LA FECUNDACIÓN.

A. Obstáculos encontrados

- Existe un obstáculo epistemológico para pasar del nivel molecular y microscópico al macroscópico y viceversa
- Dificultad para reconocer a los espermatozoides y óvulos como células portadores de la información hereditaria necesaria para ser expresada en los descendientes.
- Considerar que la transmisión de características se realizaría a través de algo semejante a la sangre “un fluido”, “un líquido”, “una sustancia” y que la mezcla forma al futuro descendiente
- Dificultad para diferenciar a las células sexuales y somáticas.
- Dificultad para diferenciar el proceso de división celular por mitosis y meiosis y la relación de esta con la transmisión de las características hereditarias

B. Objetivos:

- Explicar en qué consiste la fecundación
- Identificar los componente que participan en la fecundación
- Identificar a los gametos como celular portadoras de los factores hereditarios
- Construir una representación mental del proceso de la fecundación haciendo uso de un lenguaje científico para explicar este fenómeno

C. Orientaciones para el docente.

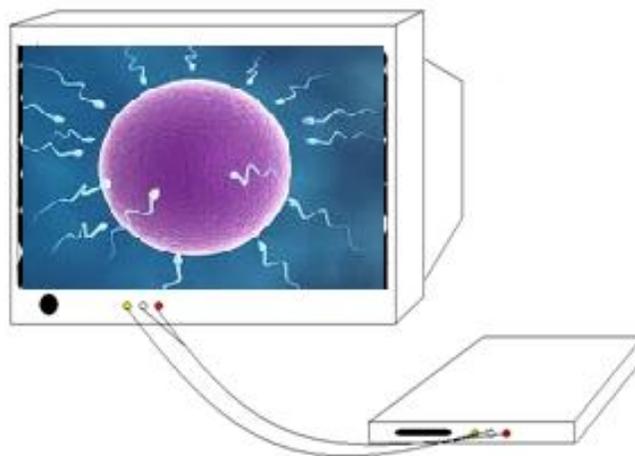
Esta actividad tiene como finalidad aprender significativamente el concepto de fecundación y los elementos que intervienen en este proceso gracias a la visualización de un video en el que los estudiantes logren observar el proceso que se lleva a cabo en la formación de un bebé y el proceso por el cual se transmiten las características de padres a hijos.

El video muestra los sucesos y explicación desde la información genética donde se encuentran las características que posteriormente pueden ser heredadas de generación en generación, la participación equitativa entre las células germinales con la entrada de los espermatozoides en busca del ovulo, el proceso de división celular que se lleva a cabo; y las diferentes características que heredara el niño mediante la información genética aportada de los padre

D. Taller propuesto:

Observar el Video "Los espermatozoides y la gran carrera hacia la fecundación"

<https://www.youtube.com/watch?v=0X5OWFxUNPo>



Luego de observar el video responde las siguientes preguntas:

¿Quiénes participan en el proceso de la fecundación?

¿A qué se debe el parecido entre padre e hijos?

¿Dónde están contenidos los factores hereditarios?

¿Por qué razón el ovulo solo permite la entrada de un espermatozoide en el momento de la fecundación?

Elabora un concepto de fecundación

Explica el mecanismo mediante el cual se forman las células germinales en el hombre y la mujer

Según el video: ¿Cuál es la diferencia entre las células germinales y las células del resto del cuerpo a las que se les denomina somáticas?

Conforma un equipo de trabajo y realiza una pregunta - problema referente al tema tratado en el video.

Pregunta problema:

¿_____?

Elaboración de hipótesis:

Haz una lista de cinco posibles respuestas que permitan solucionar la pregunta, formuladas anteriormente.

Hipótesis 1: _____

Hipótesis 2: _____

Hipótesis 3: _____

Hipótesis 4: _____

Hipótesis 5: _____

Verifica tu hipótesis con ayuda de bibliografía libros de texto e internet.

De acuerdo a tus conocimientos previos y a lo que observaste en el video, realiza un cuadro comparativo entre los procesos de mitosis y meiosis teniendo en cuenta los siguientes criterios de comparación:

Tabla 6 Cuadro comparativo entre Mitosis y Meiosis

Criterio de comparación	Mitosis	Meiosis
Concepto		
Células en las que se realiza		
En qué lugar del cuerpo humano se produce		
Número de células hijas al final del proceso		

Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDAD 8

OBSERVACIÓN DE CÉLULAS SEXUALES A PARTIR DEL SEMEN DE CERDO DISPONIBLE EN EL PROYECTO DE PORCICULTURA.

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad para diferenciar a las células sexuales y a las células somáticas.
- Dificultad para reconocer a los espermatozoides y óvulos como células portadores de la información hereditaria necesaria para ser expresada en los descendientes.
- Dificultad en el uso del lenguaje científico
- Existe un obstáculo epistemológico para pasar del nivel molecular y microscópico al macroscópico y viceversa

B. Objetivos

- Favorecer la visualización de los espermatozoide, identificando su composición
- Representar gráficamente al espermatozoide y explicar su función como célula especializada en la reproducción
- Hacer uso de equipos e instrumentos de laboratorio propios de la actividad científica favoreciendo el uso adecuado del lenguaje científico

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad tiene como finalidad aprender significativamente estableciendo relaciones entre lo que los estudiantes saben y lo que observan y se les presenta como nuevo con relación a las células sexuales, favoreciendo para ello la visualización de espermatozoides haciendo uso del

semen de cerdo con el cual se realiza continuamente inseminación artificial en el proyecto de porcicultura del colegio, para ello se hace necesario preparar la muestra y hacer uso del microscopio.

D. Taller propuesto:

Describe en detalle lo que observaste a través del microscopio

¿Con qué otro nombre se le conoce al espermatozoide humano?

Menciona las 3 partes principales de los espermatozoides

¿En qué órganos del aparato reproductor masculino se origina y maduran los espermatozoides?

¿Qué es la fecundación y donde ocurre?

Haciendo uso de diverso materiales y creatividad construye a escala un espermatozoide con sus componentes de igual manera construye el óvulo.

ACTIVIDAD 9.

ANÁLISIS DE ÁRBOL GENEALÓGICO: EL CASO DE LA POLIDACTILIA ENTRE LA FAMILIA KALLEIA EN 1745

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad para explicar por qué las características se conservan a lo largo del tiempo presentando en ocasiones saltos generacionales
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes.

B. Objetivos:

- Considerar la discontinuidad de las características heredables
- Hacer uso del árbol genealógico como recurso didáctico para favorecer el aprendizaje significativo del concepto herencia biológica

- Establecer la relación existente entre los factores hereditarios y las manifestaciones físicas que se presentan en los individuos
- Hacer uso adecuado del lenguaje científico para explicar el concepto de carácter dominante y recesivo

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad

Esta actividad tiene como finalidad aprender significativamente sobre herencia biológica haciendo uso de un suceso concreto de la historia de las ciencias, al cual tuvo que enfrentarse el científico Bonnet en 1745. A partir del análisis de dicho suceso se busca que los estudiantes consideren la continuidad de las características heredadas, aspecto que no se suele tener en cuenta cuando se trata de explicar el concepto de herencia biológica.

En 1745 el científico Bonnet se vio enfrentado al caso de un campesino llamado Gratio Kalleia, que tenía seis dedos en cada mano. La familia Kalleia represento un reto para Bonnet, pues ellos padecían de polidactilia (P), pero la herencia de esta característica no era continua, tuvo varios hijos, pero sólo uno con seis dedos, y lo mismo ocurrió entre sus nietos. ¿Cómo hacía su cuerpo para filtrar las moléculas? Hoy diríamos que la polidactilia de Kalleia dependía de un gen recesivo, pero para eso había que meterse con otro misterio (el de la herencia) y Mendel todavía no había nacido. El aspecto concreto que se trabaja en esta actividad, es la polidactilia que sufría la familia Kalleia, que llevo a pensar en la continuidad de las características heredadas.

D. Taller propuesto:

Analiza el siguiente párrafo



Figura 47 Caso de polidactilia

Recuperado de <http://www.elsevier.es/es-revista-medicina-clinica-2-articulo-polidactilia-13117864>

Los organismos tienen la capacidad de transmitir sus características a su descendencia. En 1745 el científico Bonnet se encontró frente a la siguiente situación: un campesino llamado Gratio Kalleia, tenía seis dedos en cada mano (padecía de polidactilia).

Este tuvo 8 hijos, pero sólo uno con seis dedos, y lo mismo ocurrió entre sus nietos, se podía apreciar

entonces que la herencia de esta característica no era continua.

El árbol genealógico que se muestra a continuación presenta la distribución de la polidactilia entre la familia Kalleia:

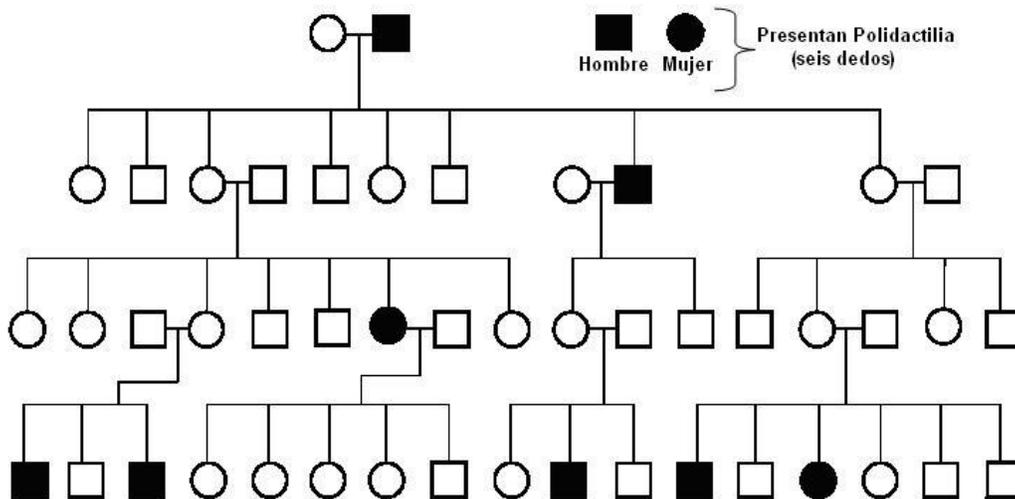


Figura 48 Árbol genealógico

Recuperado de <https://sites.google.com/site/biografiadeunfamiliar/arb-genealogico>

Analiza la situación y en forma individual, responde las siguientes preguntas:

Como crees que ocurre la transmisión de esta anomalía de padres a hijos en la familia Kalleia.

De acuerdo con tu punto de vista, cual crees que es la razón por la que la aparición de los seis dedos dentro de la familia Kalleia no se ve de manera continua.

De acuerdo con el árbol genealógico contesta:

A qué se debe que en la cuarta generación los hijos que nacieron con seis dedos, no tienen padres con polidactilia

A qué se debe que la mayoría de los hijos del señor Kalleia nacieran sanos.

Si la esposa del señor Gratio Kalleia al igual que él, tuviera los seis dedos (polidactilia) como crees hubieran nacido los hijos y nietos casándose esos hijos con personas que no posean la enfermedad. Plantea el árbol genealógico de acuerdo con las características dadas.



4. FASE DE APLICACIÓN

ACTIVIDAD 10.

TALLER EJERCICIOS BÁSICOS DE APLICACIÓN DEL CONCEPTO GENOTIPO Y FENOTIPO

A. Obstáculos encontrados

- Consideran que los progenitores no aportan la misma cantidad de información hereditaria, pues, cuando una característica se expresa en un individuo, se debe a que uno de los parentales apporto mayor sustancia o cantidad de elementos que el otro
- Dificultad en el uso del lenguaje científico

- Existe un obstáculo epistemológico para pasar del nivel molecular y microscópico al macroscópico y viceversa

B. Objetivos

- Favorecer la relación entre el concepto fenotipo y genotipo
- Establecer relación entre la teoría y la práctica
- Hacer uso adecuado del lenguaje científico

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad:

Esta actividad tiene como finalidad comprobar las explicaciones e hipótesis iniciales, las cuales se deben ajustar a las observaciones y otras fuentes de consulta e indagación.

La actividad sugerida a continuación presenta un texto con aspectos claves para los estudiantes que deben interiorizar y dar explicación al mecanismo mediante el cual se transmiten las características de padres a hijos comprendiendo la importancia de los factores hereditarios. El texto se debe suministrar a los estudiantes para que en grupos lo lean, discutan e interioricen

D. Taller propuesto:

En grupos leer atentamente el siguiente texto:

El Genotipo se refiere a la conformación de factores hereditarios que expresan para una o más características dentro de la información genética.

El Fenotipo se relaciona con las características visibles y/o que se pueden medir en un organismo.

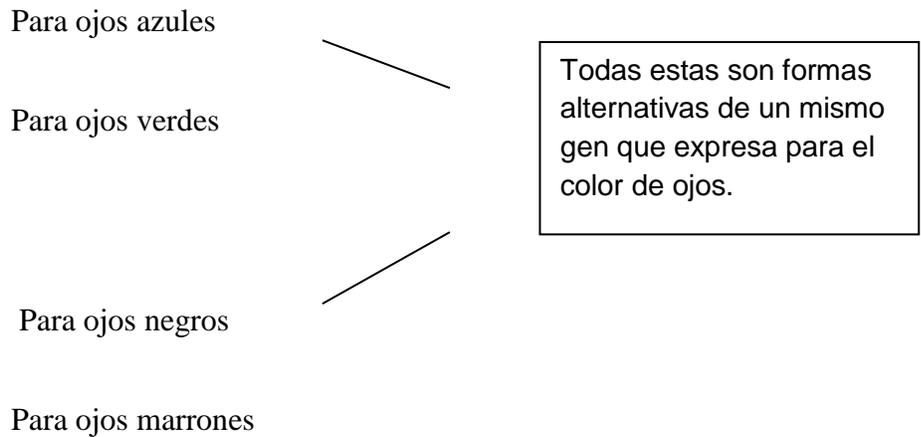
Los factores hereditarios a los que hoy día llamamos genes se pueden expresar de múltiples maneras. Por ejemplo; el gen que expresa para el color de ojos puede presentarse en varias formas:

Para ojos azules

Para ojos verdes

Para ojos negros

Para ojos marrones



Todas estas son formas alternativas de un mismo gen que expresa para el color de ojos.

Raza pura y raza híbrida:

Son de raza pura para un carácter todos aquellos individuos que cruzados entre sí, siempre dan descendientes que presentan ese mismo carácter. También se les llama homocigóticos para ese carácter.

Son híbridos para un carácter aquellos individuos que cruzados entre sí, pueden dar descendientes con algún carácter no presente en los padres. También se les llama heterocigóticos para ese carácter.

- Después de realizar una lectura comprensiva del texto anterior realiza la siguiente actividad:

El gráfico que aparece en la página cinco (5) representa una muestra hipotética de coleópteros (Cucarrones, escarabajos y gorgojos) colectada por algunos estudiantes en varios municipios de Cundinamarca y Tolima. Esta representación te es enviada para que realices agrupaciones de individuos de acuerdo con las siguientes características fenotípicas (características visibles o medibles):

- a. Tamaño del cuerpo.
- b. Longitud de las antenas.
- c. Disposición del abdomen con respecto al tórax: esto es, si están unidos o despegados.
- d. Grosor del cuerpo (“gordos ó delgados”).
- e. Forma del abdomen (redondo ó puntiagudo)
- f. Forma de las patas.

La siguiente figura muestra las principales partes en el cuerpo de un coleóptero:

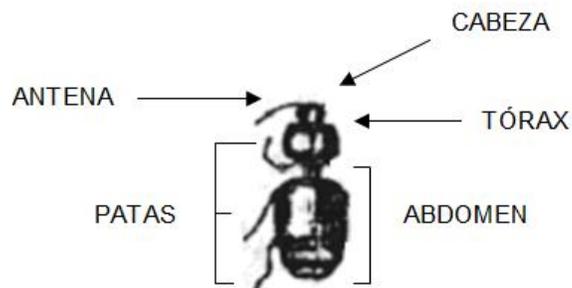


Figura 49 Partes de un coleóptero.

Recuperado de www.colombiaaprende.edu.co/html/.../articles-112050_archivo.doc

- El procedimiento a seguir es el siguiente:

A. De la siguiente imagen recorta cada coleóptero por separado.

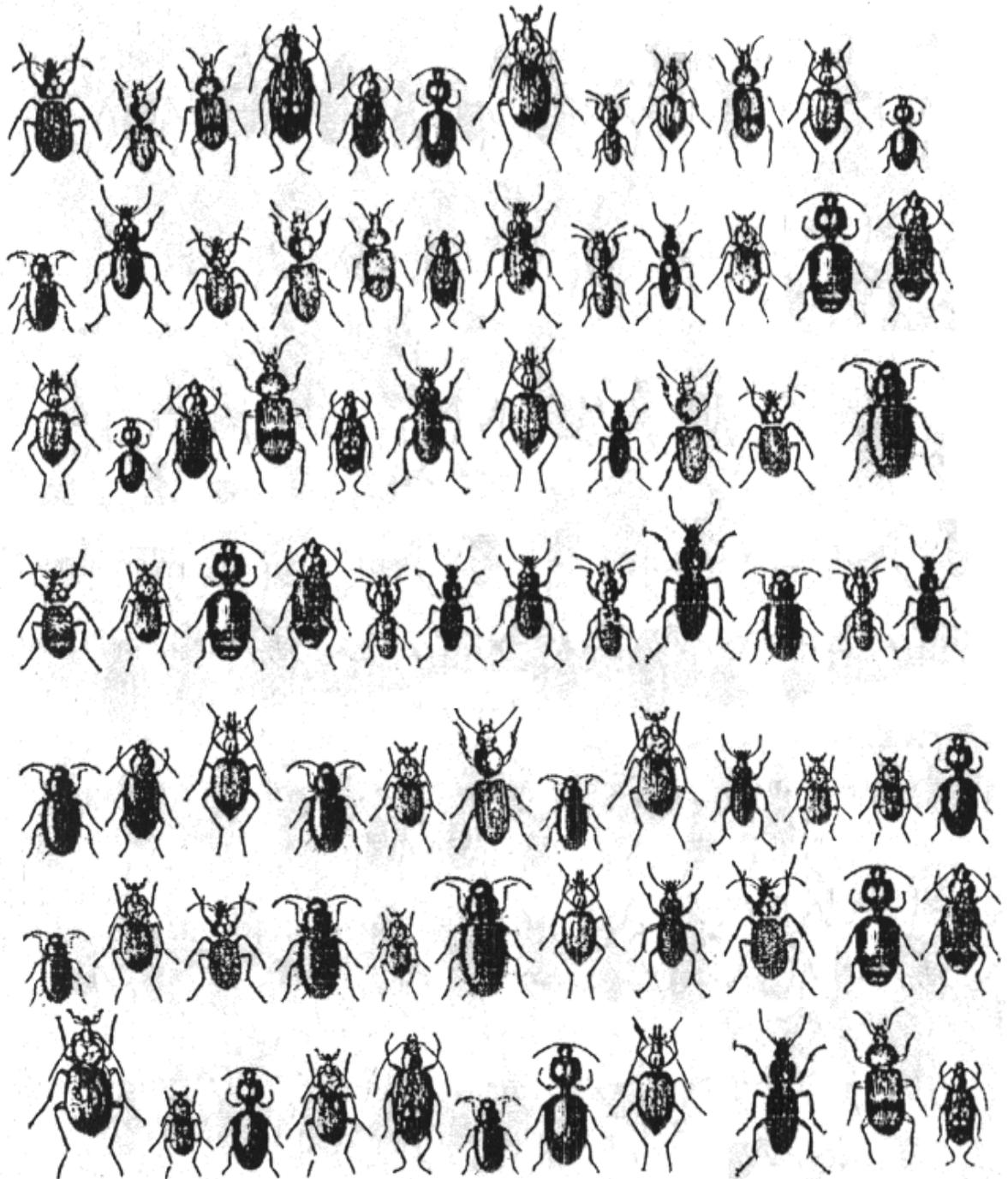


Figura 50 Colección hipotética de coleópteros.

Recuperado de www.colombiaaprende.edu.co/html/.../articles-112050_archivo.doc

**MUESTRA HIPOTÉTICA DE COLEÓPTEROS DE CUNDINAMARCA Y
TOLIMA (COLOMBIA)**

B. Forma grupos de coleópteros que tengan las mismas características fenotípicas y marca el grupo con el nombre de la característica que tuviste en cuenta. Por ejemplo, agrupa todos los coleópteros que tienen cuerpo grande. Este grupo debe ir marcado con **TAMAÑO DEL CUERPO: GRANDE**.

C. Seguramente encontrarás que un mismo individuo puede ubicarse en varios grupos distintos, para ello se te facilitan varias copias de la misma muestra de individuos.

ACTIVIDAD 11.

EXPERIMENTO CON DROSOPHILA MELANOGASTER

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad en el uso del lenguaje científico
- Existe un obstáculo epistemológico para pasar del nivel molecular y microscópico al macroscópico y viceversa
- Consideran que los progenitores no aportan la misma cantidad de información hereditaria, pues, cuando una característica se expresa en un individuo, se debe a que uno de los parentales aporto mayor sustancia o cantidad de elementos que el otro
- Dificultad para comprender que los caracteres hereditarios se separan, son independientes, y se combinan entre sí de todas las formas posibles en los descendientes.

B. Objetivos

- Valorar el uso de la *Drosophila Melanogaster* como modelo biológico en la investigación en ciencias.
- Realizar actividades propias de la práctica científica que permitan un aprendizaje significativo de los principios de la transmisión de los caracteres hereditarios y comprobar las leyes de Mendel.
- Comparar las diferencias anatómicas entre hembras y machos de esta especie.
- Determinar las características morfológicas externas de la *Drosophila Melanogaster* adulta.
- Analizar como es el proceso selectivo de las generaciones en F1 Y F2 de las leyes mendelianas.

C. Orientaciones para el docente en el desarrollo de la actividad

Esta actividad tiene como finalidad realizar un trabajo práctico que permita familiarizarse con la biología general de la *Drosophila Melanogaster* y con sus principales técnicas de manejo; para que de esta forma se comprenda los mecanismos de transmisión de características trabajo realizado por Mendel en el siglo XIX. La *Drosophila Melanogaster* es un insecto díptero de la familia *Drosophilidae*. Es fácil de observar, con frecuencia se encuentra cerca de donde haya frutas dulces maduras. Por ello, también se le conoce como mosca de las frutas. Su uso en el laboratorio de Genética empieza en 1906, cuando W.E. Castle y Woodworth de la Universidad de Harvard, se dan cuenta de que se pueden cultivar con facilidad. En científico Thomas Hunt Morgan en 1933 la utiliza en sus estudios acerca de la teoría cromosómica de la herencia, y

desde ese momento ha sido utilizada ampliamente en los laboratorios de Genética de todo el mundo.

D. Taller propuesto:

Inicialmente se hace necesario que los estudiantes se organicen en equipo de trabajo y consultar sobre la mosca *Drosophila Melanogaster*: ciclo de vida, reproducción, importancia en la práctica científica.

Al interior de los equipos de trabajo llevar a cabo la siguiente práctica científica:

Materiales y Métodos.

Los integrantes del grupo deben obtener Moscas de *Drosophila Melanogaster* por medio de trampas.

Materiales:

- ✓ Solución de éter para sedar a las moscas.
- ✓ Pipeta.
- ✓ Pincel fino para poder extraer con mayor facilidad y cuidado las moscas objeto de estudio de las trampas.
- ✓ Lupa para observar las moscas con precisión
- ✓ La morgue de moscas (frasco con aceite) para poder desecharlas una vez concluida la experiencia.

Métodos.

- ✓ Colocar un envase con frutas para atraer a las mosca de *Drosophila Melanogaster*
- ✓ Cuando estén presentes en el frasco, tapar con una gasa o algún material que evite que se escapen y que a la vez permitiera el paso de aire
- ✓ Se comienza a esparcir el éter con una pipeta alrededor de todo el frasco para que las moscas se inmovilicen.
- ✓ Después de que las moscas se encuentran sedadas, con el pincel se extraen con mucho cuidado y las vamos separando.
- ✓ Luego a cada una de las moscas se coloca en la lupa de tal forma que puedan ser observadas con más facilidad sus características.

En una tabla se registran las características que presenta cada mosca y se contabilizan según su sexo. Utiliza para ello la siguiente información:

ESTRUCTURAS SEXUALES SECUNDARIAS DE <i>Drosophila melanogaster</i> QUE AYUDAN EN EL RECONOCIMIENTO DEL SEXO		
CARACTERÍSTICA	HEMBRA	MACHO
		
Extremo del abdomen Aspecto del abdomen Número de segmentos abdominales Patas delanteras	alargado abultado en la hembra gestante 7 segmentos visibles al microscopio no presenta peine sexual	redondeado sin abultamiento 5 segmentos visibles al microscopio presenta peine sexual (10 cerdas gruesas)

Figura 51

Diferencias entre machos y hembras de *Drosophila melanogaster*

Recuperado de <http://licenciadosupc.blogspot.com/2010/11/experimento-de-drosophila-melanogaster.html>

Resultados.		
Individuos segun su sexo		
Numero total de moscas	Hembras	Machos

En los equipos de trabajo deben extraer una pareja de *Drosophilas melanogaster* con las siguientes condiciones fenotípicas

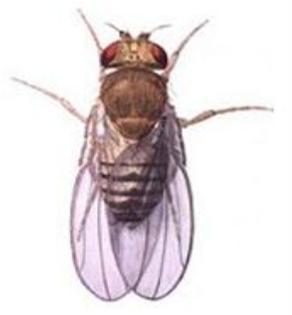
Hembra homocigoto	Macho homocigoto
Cuerpo alargado LL	Cuerpo corto ll
Alas alargadas AA	Alas cortas aa
	

Figura 52 Diferenciación sexual en *Drosophilas melanogaster*.

Recuperado de <http://licenciadosupc.blogspot.com/2010/11/experimento-de-drosophila-melanogaster.html>

Para la práctica experimental se trabaja con líneas puras de moscas de *Drosophilas Melanogaster*.

Realizar el cruce respectivo de las características genotípicas, utiliza para cuadros de punett.

Se ubican en un recipiente con las condiciones necesarias para que vivan y se reproduzcan. Al cabo de unos días contabilizar el número de hembras y machos que se producen. Hacer descarte de parentales.

Completa la siguiente tabla para identificar la cantidad total de hembras y machos:

Tabla 7 Registro de descendientes

	Numero de descendientes
Hembras	
Machos	

Usando una lupa observar las características fenotípicas de cada uno de los descendientes (F1) de este Cruce con respecto a las dos características objeto de estudio (tamaño del cuerpo y largo de las alas)

Con los datos obtenidos completa la siguiente tabla

Tabla 8 Características fenotípicas observadas en la mosca Drosophila.

Fenotipo	Numero de moscas con la característica / Total de moscas
Moscas con cuerpo alargado y alas largas	
Moscas con cuerpo alargado y alas cortas	
Moscas con cuerpo corto y alas largas	
Moscas con cuerpo corto y alas cortas	

Fuente: elaboración propia

A continuación es necesario seleccionar una nueva pareja de moscas *Drosophila Melanogaster* del conjunto anterior, se aíslan en un recipiente con las condiciones necesarias para un óptimo cruce y posterior análisis de los descendientes. Al cabo de unos días se observa las características de esta nueva generación filial (F2)

Tabla 9 Observación de características de la descendencia tipo F2

Fenotipo	Numero de descendientes	Genotipo
Moscas cuerpo alargado y alas largas		LLAA
Moscas con cuerpo alargado y alas cortas		LLaa
Moscas con cuerpo corto y alas largas		llAA
Moscas con cuerpo corto y alas cortas		llaa

Fuente: elaboración propia

Resuelve los siguientes cuestionamientos

- ¿En la práctica experimental anterior donde se ven reflejadas las leyes de Mendel?
- ¿Contesta cuál es la relación entre el fenotipo y el genotipo?
- ¿Explica el significado de factores hereditarios?
- ¿A qué se refieren los conceptos factores hereditarios dominantes y recesivos
- ¿A qué se refiere la expresión “moscas *Drosophila Melanogaster* de raza pura”?

ACTIVIDAD 12.

Elaboración de un ensayo:

A. Obstáculos encontrados

- Dificultad en el uso del lenguaje científico

B. Objetivos.

- Establecer relaciones entre el conocimiento previo y los conocimientos construidos en actividades previas

C. Orientaciones para el docente:

La construcción de un ensayo por parte de los estudiantes implica hacer conexiones entre lo nuevo y lo familiar por ejemplo: parafrasear, resumir, crear analogías, tomar notas no literales, responder preguntas (las incluidas previamente o las que pueda formularse el estudiante), describir como se relaciona la información nueva con el conocimiento existente. implica además que hagan evidente la formulación de nuevos planteamientos e interrogantes, objeto de estudios posteriores.

D. Taller propuesto

Elabora un ensayo en el que se logre evidenciar el conocimiento previo que tenías acerca de concepto herencia biológica y la relación con la nueva información que se ha desarrollado en el transcurso de las actividades presentes en la unidad didáctica.

8. Conclusiones

Promover la competencia científica indagación en los estudiantes es fundamental pues su aplicación en el sistema educativo permite adquirir capacidades que conducen a indagar en situaciones de contextos reales que puedan ser intervenidas por la ciencia en las circunstancias propias de la vida moderna.

Promover la indagación científica a partir de la identificación de las ideas previas permite aprendizajes significativos pues los estudiantes logran relacionar la información nueva con la que ya posee en su estructura mental, reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso.

La historia y epistemología del concepto herencia biológica se presenta como un recurso educativo, pues constituye un referente conceptual para pensar en el diseño de un instrumento de exploración de ideas previas para identificar los modelos explicativos y determinar los obstáculos epistemológicos que presentan los estudiantes frente al concepto herencia biológica.

En instrumento de exploración de ideas previas se logró evidenciar los siguientes modelos explicativos: Preformismo, combinación entre la epigénesis y la pangénesis o herencia por mezcla y herencia de los caracteres adquiridos determinados de acuerdo al desarrollo histórico epistemológico del concepto. En las respuestas los estudiantes utilizan algunos términos propios de las ciencias, sin hacer referencia a su significado científico, lo que indica que la información ha sido suministrada sin establecer relaciones en la estructura cognitiva.

La unidad didáctica está diseñada de acuerdo con los planteamientos hechos por Jorba & Sanmarti (1996) y siguiendo la ruta del aprendizaje para promover la indagación científica Calmet et al. (2013) a partir de las ideas previas.

Los obstáculos que debieron ser superados en la evolución del concepto en el pasado presentan cierta semejanza con los obstáculos de aprendizaje que pueden tener los estudiantes en la construcción del concepto Herencia Biológica. Por tanto, la unidad didáctica busca intervenir sobre estos obstáculos de aprendizaje con actividades que usan como marco de referencia la historia y epistemología del concepto.

Referencias

- Abril, Muela & Quijano. (2002). Herencia y genética: Concepciones y conocimientos de los alumnos. *Campus Las Lagunillas. Universidad de Jaén, 2*.
- Ausubel, D. (1976). Psicología Educativa. En L. R. Palmero, *Centro de educación a distancia*. Pamplona- España: Santa Cruz de Tenerife.
- Ayuso, & Banet. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Investigación Didáctica No.20*, 136.
- Bachelard, G. (1938). *La formación del espíritu científico*. Mexico: Siglo XXI.
- Bachelard, G. (1976). *La formación del espíritu científico 5ª Edición*. Mexico: Siglo XXI.
- Ballester & Sanchez. (2010). *lecturas%20indagacion/aprendizaje%20por%indagacion%20-%20educrea.htm*. Recuperado el febrero de 2015, de educrea: <http://educrea.cl/aprendizaje-por-indagacion/>
- Bowler, P. J., & Morus, R. I. (2007). Panorama general de la ciencia moderna: Crítica. *Universidad de Barcelona*.
- Buklijas, T., & Hopwood, N. (2008). *Making Visible Embryos*. Recuperado el 22 de Marzo de 2015, de <http://www.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/gallery.html>
- Caballero , M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias*, 227-244.
- Calmet, Quintero, Pezo, Niño, Solano & Peña. (2013). Rutas del aprendizaje usa la ciencia y la tecnología para mejorar la calidad de vida. *ciencia y tecnología, fascículo general 4*, 30-33.
- Campanario & Otero . (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 155-169.
- Cañal, P. (2012). Como evaluar la competencia científica? *Investigacion en la escuela*.
- Carretero, M. (1997). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Argentina: Edi. Argentina.
- Castro, N. M., Trujillo, M., & Guerrero, J. D. (2007). Obstáculos cognitivos asociados al aprendizaje del concepto de función real. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* , 29--32.

- Cid, E. (2010). Obstáculos Epistemológicos en la enseñanza de los números negativos. En Bachelard, *Obstáculos epistemológicos*. Zaragoza: Departamento de Matemáticas de la Universidad de D.
- Coll, C. (1997). *Psicología y Currículum, una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum*.
- Colombia aprende. (s.f.). *Colombia aprende*. Recuperado el mayo de 2015, de www.colombiaaprende.edu.co/html/.../articles-112050_archivo.doc
- Cordoba, M. (2010). ¿Desarrollo progresivo de la ciencia sin continuidad referencial? *Universidad de Buenos Aires*.
- Cubero, R. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales. Distinta terminología y un mismo significado? *Investigación en la escuela No. 23*, 33-41.
- Cubero, R. (1997). Como trabajar con las ideas de los alumnos. *Colección, Investigación y Enseñanza*.
- Curtis, H. (1996). *Biología*. Mexico.
- Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias*.
- Escalante, P. (2011). *Capacitación, Perfeccionamiento y Actualización Docente*. Recuperado el Febrero de 2015, de <http://www.medellin.edu.co/sites/Educativo/repositorio%20de%20recursos/Aprendizaje%20por%20indagaci%C3%B3n.pdf>
- escolar, A. e. (s.f.). Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/217808381/Agricultura-Ecologica-Granja-Escolar-3-Cabras-Conejos-Lombrices-Peces-y-Vacas#scribd>
- Esperbén, & Birabén. (2007). *Reflexiones en torno a la genética mendeliana*. Recuperado el 13 de Mayo de 2015, de unesco: http://www.unesco.cl/medios/reflexiones_en_torno_ensenanza_genetica.pdf.
- fe. (s.f.).
- Furió. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos. *Enseñanza de las ciencias*, 259-271.
- Gagliardi, R. (1988). Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 291-293.
- García, R. (2007). *Las huellas de la evolución, una historia en el límite del caos*. London: Impresiones Digitales.
- Gilbert, S. (2003). *Biología del Desarrollo. Edición 7*. España: Media Panamericana.

- Giordan, A., & Gagliardi, R. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 253-258.
- Gomis, A. (2000). *El Fundador de la Genetica Mendel*. Madrid: Nivola 2000.
- Gustone & Northfield. (1994). La metacognición y aprender a enseñar. *Revista Internacional de Ciencias educación No. 16*, 523-537.
- Gutierrez, E. D. (2009). *Didactica y Organizacion Educativa*. Recuperado el Marzo de 2015, de <http://www3.unileon.es/dp/ado/ENRIQUE/Didactic/UD.htm>
- Harlen, W. (2011). Aprendizaje y enseñanza de ciencias basados en la indagación. *Centro de investigacion avanzada en educación*.
- Hernández, J. T., Carulla, C., Figueroa, M., Patiño, M., & Tafur, M. (2004). Pequeños Científicos, una aproximación sistemática al aprendizaje de las ciencias en la escuela. *Revista de Estudios Sociales No. 19*, 21,51-56.
- Hernández, S., Fernandez, C., & Baptista, P. (1998). *Metodología de la investigación 2da. Edición*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Icfes Saber11. (2014). Alineacion del examen Saber 11. *Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación*. Colombia: Icfes Saber 11.
- Iñiguez & Oliván. (2013). Una propuesta didactiva para la enseñanza de la genetica en la educacion secundaria. *Eureka*, 307-327.
- Jacob, F. (1995). *La logica de lo viviente: Una historia de la Ciencia*. España: Tus Quets.
- Jorba & Sanmarti. (1996). Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua. *Propuestas Didacticas para las areas de la naturaleza y matemáticas- MEC- Madrid*.
- Karp, G. (1998). *Biología Celular y Molecular*. México: McGraw.
- Liñan, H. F. (2005). *Historia de la Biologia genetica*. Perú: Cayetano Heredia.
- Malisani, E. (1999). Los obstaculos epistemológicos en el desarrollo del pensamiento algebraico, visión histórica. . *IRICE*, 27.
- Martínez, M., & Sáenz, C. (2003). Principios de Genética Mendeliana 2da. Edi. *Textos de la facultad de Biología Universidad Michocana de San Nicolas de Hidalgo*.
- Mendez, A. (2006). Terminología pedagógica específica al enfoque por competencias: El concepto de competencia. *UCL*.
- Mora, A. (1999). *OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS QUE AFECTAN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS DEL ÁREA DE CIENCIAS EN NIÑOS DE EDAD ESCOLAR*. alda.

- Moreira, M. A. (2007). *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva*. Burgos, España: Octaedro.
- Pedrinaci, E., Camaño, A., & Cañal, P. (2012). Once ideas clave. *El desarrollo de la competencia científica*.
- Perales, F., & Cañal, d. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales. *Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, 2-3.
- Pérez, L. (1996). La historia de la ciencia como hilo conductor de una unidad didáctica. *Didácticas de las ciencias experimentales No. 8*, 71-79.
- Perrenoud. (2006). El concepto de competencia. En A. MENDEZ, *Terminología pedagógica específica al enfoque por competencias*. Bélgica: (UCL) Universidad Católica de Lovaina.
- Pessoa de Carvalho & R. Castro. (1992). *La historia de las ciencias como herramienta para la enseñanza de física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura*. Enseñanza de las ciencias.
- Purroy, J. (2009). Variaciones del Darwin doméstico. *Metode*.
- Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación del profesorado: una necesidad irreductible. *Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnología*, 35.
- Rengifo & Velazco. (2005). Hacia una concepción de ciencia como una actividad de construcción de explicaciones. *Revista Universidad del Valle*.
- Rengifo, L. A., & Salazar, I. (2010). *Un Currículo alternativo para las ciencias naturales en la educación básica y media en instituciones educativas del distrito de Barranquilla*. Barranquilla.
- Sánchez, G., & Valcárcel, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 33-44.
- Sanmarti, N. (2000). Didáctica de las ciencias experimentales. En F. J. Cañal, *el Diseño de unidades didácticas*. Barcelona: Marfil 2000.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las ciencias*, 181-188.
- Zambrano, A. (2000). *Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales*. Cali: Colciencias.
- Zambrano, Vallejo & Gomez. (2013). *Estrategias de aprendizaje mediadas tecnológicamente para potenciar el aprendizaje significativo*. Bucaramanga-Colombia: Revista Científica Universidad Pontificia Bolivariana.

ANEXO I

ACTIVIDAD EXPLORACION DE IDEAS PREVIAS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: _____

A continuación encontraras una serie de situaciones y preguntas frente a las cuales debes responder justificando claramente tu respuesta. En las respuestas trata de explicar lo que crees sucede y utiliza para ello todos los renglones y espacios indicados.

1. Carolina y Santiago se casaron hace un año y han decidido tener un bebe.

¿Cómo contribuyen Carolina y Santiago en la formación del bebe?

R. _____

- Elabora dibujos con los que expliques los aportes de Carolina y Santiago para formar el nuevo ser vivo.

Dibujo del Aporte Carolina (madre)	Dibujo del Aporte de Santiago (padre)
<u>Explicación del Dibujo:</u>	<u>Explicación del Dibujo:</u>

2. El desarrollo embrionario es el periodo que transcurre desde la fecundación hasta el nacimiento de un nuevo ser. Explica con tus propias palabras lo que ocurre durante este periodo, que en humanos dura 9 meses.

R. _____

- Elabora dibujos que representen el desarrollo embrionario humano.

3. Elabora dibujos que representen los gametos, es decir, las células sexuales femeninas y masculinas, para ello utiliza el siguiente cuadro:

Células sexuales femeninas (dibujo)	Células sexuales masculinas (dibujo)

<p>¿Cuál es el nombre de las células sexuales femeninas y cuál es su función?</p> <p>R.</p>	<p>¿Cuál es el nombre de las células sexuales masculinas y cuál es su función?</p> <p>R.</p>
<p>¿En qué lugar del cuerpo humano femenino se encuentran estas células sexuales?</p> <p>R.</p>	<p>¿En qué lugar del cuerpo humano masculino se encuentran estas células sexuales?</p> <p>R.</p>
<p>¿Que hay en el interior de estas células sexuales femeninas?</p> <p>R.</p>	<p>¿Que hay en el interior de estas células sexuales masculinas?</p> <p>R.</p>

4. ¿Paula una señora con ojos azules tiene una hija con ojos azules similares a los de ella?

Explica cómo crees que esto sea posible.

R. _____

5. En la actualidad podemos cambiar algunas características de nuestra apariencia. El color del cabello, agrandar los músculos por el entrenamiento en un gimnasio, la forma y tamaño de la nariz, aumentar la talla del busto mediante una cirugía, entre otros. ¿Estos cambios aparecerán en los hijos? Explica.

R. _____

6. Felipe tiene 35 años y desde algún tiempo atrás está presentando alopecia (perdida anormal y excesiva del cabello). Felipe nota que su padre y madre cuentan con abundante cabello pese a tener una edad avanzada. ¿Qué explicación le darías a Felipe frente al porqué de la pérdida del cabello o calvicie que viene presentando?

R. _____

7. Andrea es una niña de 12 años con cabello rizado. Desde hace algún tiempo quiere cambiar el estilo de su cabello a liso, pero la tarea se le ha dificultado y por más que utiliza cremas y shampoo no lo ha logrado del todo. Su madre Sandra tiene el cabello liso que tanto desea y su papa Felipe presenta el cabello rizo igual que el de ella. Andrea se encuentra muy pensativo pues no se explica cómo llegó a tener el cabello rizado como su padre y no liso como la madre. ¿Si fueras su amigo que explicación le darías frente al hecho de tener cabello rizado como el papá?

R. _____

