



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGÍA

**EL MÉTODO DE CASOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL TEMA  
REPRODUCCIÓN EN EL BACHILLERATO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

**BIÓL. GETHSEMANY GARCÍA GUERRERO**

DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA RIVAS MANZANO

FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.





OFICIO/MADEMS/276/2019

**M en C. IVONNE RAMÍREZ WENCE**  
**DIRECTORA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**Presente**

Por este medio, me permito enviar el siguiente jurado para el examen de grado de MAESTRO (A) EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (Biología), del alumno **Gethsemany García Guerrero** con número de cuenta **306159442**, dicha propuesta fue aprobada por el Comité Académico de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, en su sesión del 11 de febrero de 2019.

Lo anterior, se llevará a cabo bajo la modalidad de Tesis con el nombre: **El Método de casos en la enseñanza-aprendizaje del tema Reproducción en el bachillerato.**

Dra. Patricia Rivas Manzano	Biología	Facultad de Ciencias
Dra. Reyna Elena Calderón Canales	Psicología	Facultad de Psicología
Mtro. Ricardo Guadarrama Pérez	Docencia	Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades
Dr. Luis Eduardo Servín Garcidueñas	Biología	Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia
Dra. Nora Elizabeth Galindo Miranda	Psicopedagogía	Facultad de Ciencias

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, Cd. de Mx., 14 de marzo de 2019.  
LA COORDINADORA

  
DRA. MARÍA ESTHER URRUTIA AGUILAR

C.c.p. Exp. Del alumno

*Para Julio, dondequiera que estés*

## Agradecimientos

---

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi alma máter, por brindarme la oportunidad de continuar mis estudios y desarrollarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT, por la beca otorgada desde septiembre de 2017 hasta agosto de 2019.

A mi tutora la Dra. Patricia Rivas Manzano, por sus enseñanzas, observaciones, y aportes durante el diseño y desarrollo de este proyecto. Por su gran calidez humana, su confianza y por ser una inspiración profesional y personal.

A mi comité tutorial, la Dra. Elena Calderón Canales, la Dra. Nora Galindo Miranda, el Mtro. Ricardo Guadarrama Pérez y el Dr. Luis Servín Garcidueñas, por su gran apoyo, comentarios y tan valiosas contribuciones para mejorar mi trabajo.

A los profesores Héctor Guzmán Sánchez, Jesús Villavisencio Luis y Carlos Cortés Martínez, quienes me brindaron el apoyo para desarrollar la estrategia didáctica con sus grupos a cargo.

En especial a la Dra. Rosario Ortiz Hernández, por sus destacados comentarios y sugerencias que enriquecieron el área disciplinar de mi trabajo. Por ser una guía en mi camino personal y profesional, por todos tus consejos y tu amistad. Aprovecho para agradecerle a mi amigo Miguel Ángel Almanza, por las largas charlas, las palabras ánimo y motivación para continuar.

A la Dra. Nayeli Torres Ramírez, por sus observaciones, comentarios y sugerencias que sirvieron para mejorar mi trabajo. Gracias por tu cariño, consejos y amistad.

A la M. en D. Diana Margarita Reyes Armella, por sus enseñanzas, observaciones y comentarios que contribuyeron en mi trabajo.

## Agradecimientos

---

Al laboratorio de Biología Tisular y Reproductora, en especial a la Dra. Maricela Villagrán Santa Cruz y a la M. en C. Eva Mendoza Cruz, por su apoyo durante mi estancia en el laboratorio.

A mis compañeros de la maestría: Claudia Cruz, Enriqueta González, Victoria Ojeda, Adrián Reyna y Francisco Saavedra, por su amistad, apoyo y consejos durante mi estancia en la maestría.

A mis tíos: Irma, Carlos y César, por su incondicional apoyo, por sus palabras de ánimo y por todo su cariño, los quiero.

A mis primos: Zam, Pepe, Carlitos y Misra por siempre estar presentes, por compartir conmigo tantas aventuras y por apoyarme en todo momento.

A Sonia Becerril y Adolfo Muñoz, quienes son una herencia de mi abuelo y hoy se han convertido en parte de la familia, gracias por su amor, cariño y apoyo.

A la familia Moguel-Bello por todo su cariño, apoyo y amistad.

A mis amigos de la carrera: Sandy, Gus, Rube, Marco, Eddy y en especial a la familia Becerril-Moysen (incluyendo al pequeño Luka), por apoyarme de principio a fin en esta etapa, por compartir a mi lado fracasos y alegrías, por tener un consejo y una broma para animar el día. Los abrazo, amigos.

A Cao, las páginas sepias de nuestra amistad, nos recuerdan todos los atardeceres caminando, riendo y probablemente huyendo de la lluvia, compartiendo bromas, consejos y regaños. Gracias por estar y permanecer.

A Miguel Rodríguez, gracias por tu apoyo en la edición y modificación de imágenes de mi trabajo. También, por tu amistad incondicional de muchos años, por estar en las buenas y en las malas.

A mi amigo Hugo Molina, gracias por tu apoyo, ayuda y confianza que siempre has mostrado por mí y mi familia, hoy eres un hermano sin lazo sanguíneo para Elio y

## Agradecimientos

---

para mí. Gracias por escuchar, por tener a la mano un consejo y un meme que me haga reír y reflexionar, por todos los abrazos de gol compartidos.

A Maritza Orozco, infinitas gracias por tu amistad, por ser ese oído sensible a las emociones y los problemas, por tener en tus consejos la mística de reflexionar y apoyar. Gracias por siempre caminar a mi lado, por enseñarme tu forma de ver la vida, por tus grandes manifestaciones de afecto, por todo tu cariño. Te adoro, compa.



## Dedicatorias

---

En mi vida, pero sobre todo en esta etapa de mi carrera, he contado con dos personas a las que les debo todo y probablemente las palabras no sean suficientes para expresar el amor infinito y sincero que siento por ellos. Hoy puedo mirar hacia atrás y encontrar recuerdos de todas las aventuras, infortunios y logros alcanzados, en donde las lágrimas, los consejos, los abrazos, pero sobre todo nuestro gran cariño, nos ha sacado a flote, permitiendo que caminemos juntos, que día a día superemos nuestro pasado y nuestros fantasmas, con la firme idea de ser mejores personas. Es imprescindible mencionar que nos hemos cobijado bajo una filosofía de vida que nos mantiene juntos, nos hace fuertes y nos exige seguir intentándolo.

Mi madre es pequeña, pero es un gran ser humano que siempre nos ha impulsado y contagiado su alegría, que me ha enseñado a no darme por vencido y a construir sobre la honestidad y la lealtad mi vida adulta. Sin dar tantos rodeos, lo ha logrado sola durante más de 23 años.

Mi hermano, quién es un bastión importante en mi vida siempre está atento para charlar y compartir conmigo sus puntos de vista, es la persona en la que puedo confiar, que siempre me acompaña y me cuida, gracias por ser paciente y por transmitirme tu tranquilidad.

Para mi mamá **Gabriela Guerrero Alquicira** y para mi hermano **Elioenay García Guerrero**, gracias, esto es para ustedes.

## Índice

---

<b>Abreviaturas.....</b>	<b>1</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I. Marco Contextual.....</b>	<b>6</b>
Introducción.....	6
Objetivo general.....	7
Objetivos particulares .....	7
Pregunta de investigación.....	7
1.1 Planteamiento del problema.....	8
1.2 Contexto escolar .....	9
1.3 La Educación Media Superior en México.....	9
1.4 Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH).....	10
1.4.1 Programa de estudios de la ENCCH.....	12
1.4.2 Enfoque disciplinario y didáctico .....	12
1.4.3 Perfil del egresado.....	13
1.5 Contexto del alumno .....	13
<b>Capítulo II. Fundamento disciplinar .....</b>	<b>17</b>
2.1 Biología: enseñanza-aprendizaje y su problemática.....	17
2.2 Ideas previas e importancia en la enseñanza-aprendizaje de la reproducción .....	18
2.3 Relación biológico-social de la reproducción con los estudiantes.....	19
2.4 Base epistemológica en la enseñanza de la reproducción .....	20
2.5 ¿Qué es la reproducción? .....	22
2.5.1 Antecedentes.....	22
2.5.2 Conceptos.....	23
2.5.3 Meiosis .....	24
2.5.4 Gametogénesis.....	26

## Índice

---

2.5.4.1 Espermatogénesis.....	26
2.5.4.2 Ovogénesis .....	29
2.5.5 Fecundación en humanos.....	31
2.6 Ubicación del tema reproducción en el programa de estudios de la ENCCH.....	34
<b>Capítulo III. Fundamento psicopedagógico. ....</b>	<b>35</b>
3.1 Aprendizaje constructivista.....	35
3.2 Postulados constructivistas en educación .....	37
3.3 Enseñanza situada.....	39
3.4 Método de Casos como estrategia didáctica .....	40
3.4.1 Origen del Método de Casos.....	40
3.4.2 Uso pedagógico del Método de Casos.....	41
3.4.3 Características del Método de Casos.....	42
3.4.4 Tipos de Casos .....	43
3.4.5 Evaluación del Caso .....	46
3.5 Método .....	47
3.5.1 Elaboración del Caso.....	48
3.5.2 Selección de la situación problema.....	48
3.5.3 Construcción del Caso .....	48
3.5.4 Generación de preguntas clave .....	48
3.5.5 Análisis del Caso .....	49
3.5.6 Discusión grupal .....	49
3.5.7 Evaluación .....	49
<b>Capítulo IV. Diseño de la secuencia didáctica.....</b>	<b>50</b>
4.1 Esquema de la secuencia .....	50
4.2 Diagrama de las sesiones .....	52
4.3 Construcción de la secuencia.....	53

## Índice

---

Sesión previa.....	53
Sesión 1 .....	53
Sesión 2 .....	54
Sesión 3 .....	55
Sesión final .....	56
4.4 Secuencia .....	57
<b>Capítulo V. Aplicación de la estrategia didáctica .....</b>	<b>59</b>
5.1 Aplicación.....	59
5.2 Etapa de intervención didáctica.....	60
5.3 Tamaño de la muestra y criterios de inclusión.....	60
5.4 Espacio y tiempo de la aplicación.....	60
Sesión 1 .....	61
Sesión 2 .....	62
Sesión 3 .....	64
Primera parte del Caso .....	64
Segunda parte del Caso.....	64
<b>Capítulo VI. Análisis de resultados .....</b>	<b>66</b>
Conjunto I.....	66
Actividad 1 .....	66
6.1 Identificación de ideas previas.....	66
6.2 Proyección de video y lectura introductoria sobre reproducción sexual .....	72
Actividad 2.....	74
6.3 Exposición-discusión.....	74
6.4 Cuadros comparativos.....	75
Conjunto II.....	79
Actividad 3.....	79

## Índice

---

6.5 Evaluación del Método de Casos .....	79
Primera parte del Caso .....	79
Segunda parte del Caso .....	85
6.6 Análisis de la rúbrica para el Caso “El embrión viajero” .....	93
Criterios académicos .....	96
Habilidades y destrezas.....	97
Actitudes y valores.....	99
6.7 Comparación entre los resultados de <i>pre-test</i> y <i>post- test</i> .....	102
<b>Capítulo VII. Discusión de resultados .....</b>	<b>103</b>
7.1 Interpretación de resultados del conjunto I .....	103
7.2 Interpretación de resultados del conjunto II .....	111
7.3 Interpretación de resultados obtenidos en el pre-test y el post-test .....	117
<b>Capítulo VIII. Conclusiones.....</b>	<b>119</b>
<b>Capítulo IX. Perspectivas .....</b>	<b>121</b>
<b>Capítulo X. Bibliografía .....</b>	<b>124</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>133</b>
Anexo 1. Ejercicio de ideas previas.....	134
Anexo 2. Lectura introductoria: Reproducción sexual.....	135
Anexo 3. Cuestionario video y lectura introductoria.....	138
Anexo 4. Organizador gráfico.....	139
Anexo 5. Cuadro comparativo mitosis-meiosis .....	140
Anexo 6. Cuadro comparativo ovogénesis-espermatogénesis .....	141
Anexo 7. Lista de cotejo para evaluar cuadros comparativos .....	142
Anexo 8. Primera parte del Caso “El embrión viajero” .....	145
Anexo 9. Segunda parte del Caso “El embrión viajero” .....	146
Anexo 10. Pre-test.....	148

## Índice

---

Anexo 11. Post-test.....	150
Anexo 12. Rúbrica para evaluar el caso “El embrión viajero” .....	151

## Figuras

---

<i>Figura 1. Descripción de la segregación cromosómica en las cromátidas hermanas durante la meiosis.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2. Espermatogénesis .....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3. Ovogénesis.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4. Criterios para elegir un Caso en la enseñanza.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5. Esquemas de célula animal .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 6. Esquemas de espermatozoide, ovocito y cigoto .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 7. Palabras mencionadas por los estudiantes en el ejercicio de ideas previas.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 8. Respuestas sobre el proceso de meiosis.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 9. Respuestas sobre gametogénesis .....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 10. Cuadros comparativos sobre mitosis-meiosis .....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 11. Cuadro comparativo sobre ovogénesis-espermatogénesis .....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 12. Promedio grupal de cuadros comparativos. ....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 13. Promedio grupal de los cuestionarios de opción múltiple.....</i>	<i>102</i>

## Abreviaturas

---

### Abreviaturas

Abreviatura	Nombre
<b>EMS</b>	Educación Media Superior
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>ENCCH</b>	Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades
<b>ENP</b>	Escuela Nacional Preparatoria
<b>CET</b>	Centros de Estudios Tecnológicos
<b>CECyT</b>	Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos
<b>CONALEP</b>	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica
<b>ANUIES</b>	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
<b>SILADIN</b>	Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación
<b>ÁCE</b>	Área de Ciencias Experimentales
<b>ZDP</b>	Zona de Desarrollo Próximo
<b>ETS</b>	Enfermedades de Transmisión Sexual
<b>ADN</b>	Ácido desoxirribonucleico
<b>FSH</b>	Hormona foliculoestimulante



### Resumen

La reproducción sexual como proceso universal de autopropagación y diversificación de los seres vivos, es uno de los temas de mayor trascendencia de la Biología. En el humano, además de lo biológico implica una interconexión con lo psicológico, social y cultural. Debido al papel trascendental de este aspecto en la vida, es parte de los contenidos temáticos del currículo escolar de las asignaturas de Biología en la Educación Media Superior.

En el ámbito educativo del bachillerato se requieren intervenciones didácticas para promover la comprensión del tema Reproducción en los adolescentes, a partir de la indagación de las ideas previas, su vinculación con nuevos conocimientos científicos y aplicabilidad a su vida cotidiana. Para esto se requiere identificar las estrategias y los conocimientos que de manera organizada y jerarquizada permitan al estudiante conformar un modelo teórico-experiencial propio del tema.

El presente trabajo consta del diseño y aplicación de una estrategia basada en el Método de Casos, como una opción integradora para el aprendizaje del tema Reproducción, con un contenido biológico flexible para su interpretación, análisis y discusión, permitiendo que el alumno lo reconozca cercano a él, a través de una problemática real en un contexto social. Mediante un Caso sobre fecundación, se pretendió movilizar y relacionar los conceptos biológicos sobre reproducción, preexistentes y nuevos, en busca de que los jóvenes desarrollen una actitud sana y madura hacia la sexualidad, que logren verla sin prejuicios, y con la misma naturalidad con que ven otros procesos de su vida y la de todos los seres vivos.

Se ha observado que en los adolescentes mexicanos siguen aumentando los problemas de salud pública, relacionados con el inicio de la vida sexual a temprana edad, reflejándose en enfermedades de transmisión sexual (ETS) y embarazos no deseados, generando un cambio sociocultural en los jóvenes y alejándolos de su vida académica. De ahí la importancia que el alumno cuente con

## Resumen

---

información biológica y habilidades adecuadas sobre prevención de los problemas de reproducción sexual y sus implicaciones en la salud, esto permitirá sensibilizarlo para buscar un cambio en sus actitudes, que influyan socialmente en su toma de decisiones. La trascendencia de este tipo de intervenciones radica en que es posible atender desde el aula, desde lo disciplinar y con estrategias adecuadas, una necesidad de carácter social sobre salud reproductiva.

Dentro de los resultados, en las ideas previas de los alumnos sobre reproducción destacan la desvinculación de los procesos macrodimensionales con los microdimensionales y por lo tanto de lo experiencial con lo que piensan que es científico. En este último punto, a diferencia de la gametogénesis, la meiosis no fue un concepto que se haya afianzado. Emplear el tema de fecundación en el Caso los acercó a su propia realidad permitiéndoles comprender procesos biológicos microdimensionales y vincularlos con aspectos macrodimensionales de su propia experiencia. Además, favoreció la capacidad de comunicar, escuchar, intercambiar ideas y debatir el tema.

### **Abstract**

Sexual reproduction as a universal self-perpetuation process and diversification of living beings, is one of the most important topics of Biology. In humans, besides biological issues, it implies an interconnection with psychological, social and cultural ones. Due the significant role of sexual reproduction in life, it is part of the thematic contents of the school curriculum of Biology subjects in Higher Secondary Education.

In high school education, didactical interventions are required to promote the understanding of the Reproduction topic in adolescents, from the investigation of previous ideas, its connections with new scientific knowledge and applicability to their daily lives. For this, it is necessary to identify the strategies and knowledge that in an organized and hierarchical way allow the student to form their own theoretical-experiential model.

The present work consists in the design and the strategy application based on the Cases Method, as a learning integrating option for the Reproduction topic, with a flexible biological content for its interpretation, analysis and discussion, allowing the student to recognize it close to him, through a real problem in a social context. Through a case on fertilization, it was intended to mobilize and relate the biological concepts on reproduction, preexisting and new ones, looking for young people to develop healthy and mature attitude towards sexuality, to be able to see it without prejudice, and with the same naturalness which they see other processes of their life and that of all living beings.

It has been observed that in Mexican adolescents, are still increasing public health problems, related to the early onset of sexual intercourse, reflected in sexually transmitted diseases (STDs) and unwanted pregnancies, generating a sociocultural change in young people and moving them away from their academic life. Hence the importance that the student has biological information and proper

## Abstract

---

skills on prevention of sexual reproduction issues and their health implications, this will allow them to raise awareness to look for a change in their attitudes, which socially influence their decision making. The importance of this type of interventions lies in the possibility to attend from the classroom, from the discipline and with the proper strategies, a social need for reproductive health.

Within the results, the students' previous ideas highlight the separation of the macrodimensional with the microdimensional and therefore from the experiential with what they think is scientific. On the above, unlike gametogenesis, meiosis was not a concept that has been consolidated. Using the issue of fertilization in the Case brought them closer to their own reality, allowing them to understand microdimensional biological processes and linking them with macrodimensional aspects of their own experience. In addition, it favored the ability to communicate, listen, exchange ideas and discuss the topic.

### Capítulo I. Marco Contextual

#### *Introducción*

La Educación Media Superior (EMS) es un nivel educativo donde se requiere un proceso de enseñanza-aprendizaje que considere el desarrollo de habilidades, razonamiento y pensamiento crítico que permita al estudiante involucrarse en las actividades de la vida cotidiana; en este contexto, es pertinente considerar las características de la práctica docente, así como los métodos, herramientas e instrumentos que se emplean durante la enseñanza y evaluación. Con la finalidad de cumplir con estos requerimientos para lograr una formación integral de los estudiantes, se plantea un trabajo docente vinculado a los alumnos, donde se construyan los aprendizajes basados en tres dominios: actitudinal, declarativo y procedimental.

Entre los adolescentes en México han aumentado los problemas de salud, relacionados con el inicio de su vida sexual a temprana edad, reflejándose en enfermedades de transmisión sexual (ETS) y embarazos no deseados, generando un cambio sociocultural en los jóvenes y alejándolos de su vida académica. De ahí la importancia que el alumno alcance una comprensión adecuada sobre los temas de reproducción sexual, su prevención y sus implicaciones en la salud, esto permitirá sensibilizarlo para buscar un cambio en sus actitudes y a su vez se promueva la toma de decisiones informadas.

En este trabajo se presenta el diseño de una estrategia didáctica, que incorpora el Método de Casos, como una opción adecuada en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema reproducción en estudiantes de bachillerato, fomentando el trabajo colaborativo y la discusión grupal, también se pretende que el alumno construya nuevos conocimientos y los pueda vincular con su vida cotidiana, comprendiendo los eventos de meiosis y gametogénesis y la relación que tienen con la fecundación. Para ello se plantean los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Diseñar, aplicar y evaluar una estrategia didáctica, que incorpora el Método de Casos, para facilitar la enseñanza y el aprendizaje del tema de reproducción en estudiantes de bachillerato.

### **Objetivos particulares**

- Diseñar y aplicar una narrativa (Caso) que presenta un problema cotidiano, para la enseñanza del tema reproducción.
- Diseñar y evaluar una secuencia didáctica con base en el Método de Casos para el aprendizaje de conceptos del tema de reproducción.

### **Pregunta de investigación**

¿El Método de Casos puede facilitar la enseñanza y el aprendizaje del tema de reproducción en estudiantes de bachillerato?

### **1.1 Planteamiento del problema**

Los estudiantes de nivel medio superior tienen dificultad en la materia de Biología, cuyos contenidos son generalmente abstractos, los profesores no relacionan los temas abordados con la vida cotidiana, por lo que carecen de significado y provocan aburrimiento en los estudiantes (Pantoja y Covarrubias, 2013), esto hace que con frecuencia se dificulte su aprendizaje y se sientan frustrados e incluso abandonen la materia.

Los contenidos sobre fecundación en particular y reproducción en general, se consideran fundamentales en la formación de los estudiantes, ya que en los últimos años la sociedad ha experimentado transformaciones sociales y culturales que se ven reflejadas en los problemas de salud pública relacionados con la sexualidad, por lo que el aprendizaje de estos temas es necesario en los aspectos biológico, psicológico y social, así como que cuenten con la información pertinente para propiciar la cultura de la prevención (Martínez, 2012), en este caso, de un embarazo a temprana edad, o de la adquisición de una enfermedad de transmisión sexual. Mediante los conceptos biológicos relacionados a reproducción se busca que los jóvenes desarrollen una actitud sana y madura hacia la sexualidad y que logren verla sin prejuicios, y con la misma naturalidad con que ven otros procesos de su vida y la de todos los seres vivos.

Desde hace ya algunas décadas, la problemática de la enseñanza de la Biología ha cobrado mucha importancia a nivel mundial, dando como resultado la búsqueda de estrategias o métodos que permitan la participación de los estudiantes, facilitando el aprendizaje de los contenidos, y también que genere en ellos un interés por los problemas científicos y su resolución, vinculados a su vida diaria y profesional.

### **1.2 Contexto escolar**

Las últimas décadas se han visto marcadas por la demanda masiva de servicios educativos, acompañada de la globalización económica y el aumento en la solicitud de empleo de los jóvenes, estos factores han generado que la riqueza de un país ya no se mida principalmente con respecto a sus recursos naturales, ahora se antepone el conocimiento global que posee. Para algunos autores como [Castañón et al., \(2000\)](#), así como para [Székely \(2010\)](#), lo anterior pone de manifiesto la importancia de reflexionar acerca de la educación, y en particular de una de sus partes medulares: la EMS. En todo el mundo, el nivel medio superior es motivo de consideración y análisis, por las implicaciones socioculturales, académicas y económicas que genera en la población juvenil, además, de los cuestionamientos derivados de la globalización que sugieren cambios educativos más profundos y ambiciosos. En México los servicios de la EMS se han incrementado de manera significativa, viéndose reflejados en la aprobación de la obligatoriedad de la EMS para el ciclo escolar 2021-2022 ([Saccone, 2017](#)).

### **1.3 La Educación Media Superior en México**

La historia de la educación media en México inicia con las primeras escuelas formadas en la época colonial, donde el objetivo era formar clérigos, posteriormente, se inicia la formación del antecesor de la actual Escuela Nacional Preparatoria (ENP), conformada por los colegios de San Pablo, San Pedro y San Ildefonso. Bajo el mandato del presidente Juárez se da la organización de la EMS, con las aportaciones de Gabino Barrera y su estructura de bachillerato organizado al estilo francés (positivista). En el periodo de gobierno de Porfirio Díaz, con la ayuda de las ideas de Justo Sierra, se reestablece la Universidad y se enlaza al bachillerato, argumentando que los estudios de bachiller están vinculados con los estudios superiores, además considera que es en el nivel medio donde se acuña el método científico que será utilizado en la universidad. Después de la revolución



mexicana el plan de estudios de la ENP sufre algunos cambios curriculares, que incluyen aumentar materias, el tiempo que les asigna, así como la duración de los estudios (Pantoja, 1983). En los siguientes años se da un incremento poblacional, teniendo como resultado más solicitudes para ingresar a nivel medio superior.

La educación media superior se diversifica, el alto índice de estudiantes trajo como consecuencia que se tuviera un crecimiento acelerado, una transformación del sistema y la evolución del nivel. Se crean foros y reuniones en los que se plantea una reforma para introducir opciones educativas como el bachillerato tecnológico y el bachillerato terminal, favoreciendo la creación de nuevos centros de estudio. Es durante los años setenta y ochenta que se crean numerosas instituciones de educación media superior, entre ellas los Colegios de Bachilleres, los centros de educación tecnológica que incluyen los Centros de Estudios Tecnológicos (CET), los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECYT) y el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP), por otra parte, la ENP anuncia un nuevo plan de estudios, concentrado en un bachillerato único y se plantea en una asamblea de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) la creación del Colegio de Ciencias y Humanidades (Villa, 2010).

### **1.4 Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH)**

A cargo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH) abre sus puertas a los alumnos en 1971, ofreciendo un entrenamiento técnico y profesional, ya que la propuesta era unir el estudio de las aulas y el laboratorio con el adiestramiento en el taller y en los centros de trabajo. Actualmente forma parte del sistema educativo mexicano, siendo uno de los dos bachilleratos de la UNAM, cuenta con cinco planteles, cuatro de ellos se ubican en la Ciudad de México: Sur, Oriente, Vallejo y Azcapotzalco; y uno en Naucalpan, Estado de México. La institución cuenta con la infraestructura para atender las actividades académicas de aproximadamente 60

## Capítulo I. Marco Contextual

---

mil alumnos en los cinco planteles, cabe destacar que cada plantel cuenta con instalaciones del Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (Siladin) y los Laboratorios de Ciencias del Bachillerato, marcando una tendencia en la enseñanza de contenidos científicos y hacia la vocación científica. Los laboratorios cuentan con equipos para desarrollar actividades de las materias de Física, Química y Biología, además de aulas de cómputo, espacios audiovisuales, biblioteca, talleres e invernadero (CCH, 2016; Pantoja, 1983; Villa, 2010).

La misión y filosofía del modelo educativo es el desarrollo del alumno crítico que aprenda a aprender, a hacer y a ser, en este sentido, el trabajo del docente del Colegio consiste en dotar al alumno de los instrumentos metodológicos necesarios para poseer los principios de una cultura científico-humanística. El Colegio construye, enseña y difunde el conocimiento para ofrecer la formación que requiere el alumno y así cursar sus estudios de licenciatura, por lo cual, las orientaciones del quehacer educativo de la ENCCH se sintetizan en:

**Aprender a aprender:** El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por propia cuenta, es decir, se apropiará de una autonomía didáctica congruente a su edad.

**Aprender a hacer:** El alumno desarrollará habilidades que le permitan poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio. Supone conocimientos, elementos de métodos diversos, enfoques de enseñanza y procedimientos de trabajo en clase.

**Aprender a ser:** El alumno desarrollará, además de los conocimientos científicos e intelectuales, valores humanos, cívicos y particularmente éticos.

El modelo educativo de la ENCCH hace del desarrollo de la inteligencia el centro y el motor de los tres principios, sin menoscabo de la voluntad y el sentimiento (CCH, 1971).

### 1.4.1 Programa de estudios de la ENCCH

El bachillerato que se ofrece en la ENCCH se encuentra dirigido a la construcción de una cultura básica, dotado de metodologías propedéuticas que tienen como finalidad la formación intelectual, ética y social de sus alumnos. Considerando que el conocimiento científico y tecnológico se desarrolla vertiginosamente, el Colegio realiza la actualización constante de los contenidos de sus programas de estudio, por lo que, este modelo ofrece a sus estudiantes una enseñanza acorde a los requerimientos del siglo XXI. Los programas de las materias del Área de Ciencias Experimentales (ÁCE), que incluyen las asignaturas de Química, Física, Biología, Ciencias de la Salud y Psicología, tienen como meta proporcionar a los alumnos elementos que los llevan a conformar la parte cultural relacionados a los conocimientos científicos y tecnológicos, para lograr estos conocimientos, se requiere un tipo de enseñanza-aprendizaje que lleve al estudiante a mejorar sus habilidades intelectuales, proporcionándole conocimientos, herramientas y procedimientos básicos para interpretar mejor la naturaleza y entender el contexto en el que surge el conocimiento científico (CCH, 2006), desarrollando en el bachiller una ética de responsabilidad ante los beneficios y repercusiones de la ciencia y la tecnología, para construir una relación armónica con la sociedad y el ambiente.

### 1.4.2 Enfoque disciplinario y didáctico

Actualmente el avance del conocimiento biológico se identifica por la especialización y complejidad que han derivado en la fragmentación del conocimiento, privilegiando el detalle y dificultando la relación entre las partes y la totalidad, la alternativa a esta problemática, es darle un tratamiento desde el enfoque disciplinario, donde se propone una perspectiva integral de la Biología, teniendo como eje estructural la evolución. Complementando esta visión, se propone desde el enfoque didáctico, que los cursos de Biología se comprendan a

partir de la concepción del aprendizaje como un proceso en construcción, mediante el cual los alumnos conocen, comprenden y actúan, es necesario promover en los estudiantes el pensamiento flexible, donde reconozcan que el conocimiento es un proceso de construcción y reconstrucción permanente (CCH/UNAM, 2017). En la actualidad las materias del área del Biología tienen mucha importancia, ya que proporcionan conocimientos y principios propios de la disciplina que en conjunto con otras disciplinas aportan cualidades a los estudiantes para desenvolverse en la sociedad como ciudadanos integrales donde desarrollaran sus habilidades, actitudes y valores que les permitirá enfrentar con éxito los problemas que se les presenten.

### **1.4.3 Perfil del egresado**

El egresado de la ENCCH será actor y sujeto de su propia formación, de la cultura de su medio, capaz de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos tecnológicos para la resolución de problemas, además ostentará conocimientos de las principales áreas del saber, de una conciencia creciente de cómo aprender, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, de una capacitación general para aplicar sus conocimientos, formas de pensar y de proceder en problemas prácticos. Por otra parte, se desarrollará como persona dotada de valores y actitudes éticas fundadas en el interés a manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas, siendo capaz de tomar decisiones, pero al mismo tiempo siendo un ciudadano habituado al respeto, al diálogo y a la solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales (CCH, 1971).

### **1.5 Contexto del alumno**

Se estima que en México aproximadamente 20.2 millones de sus habitantes son jóvenes, de los cuales 10.4 millones son adolescentes (15-19 años), la eficacia y eficiencia del sector educativo de bachillerato para el ciclo escolar 2012-2013 alcanzó una tasa de cobertura de 65.9%, una reprobación de 31.9%, una

## Capítulo I. Marco Contextual

---

deserción de 14.5% y una tasa de terminación de 49.2%, lo que demuestra y ejemplifica la situación del nivel medio superior a nivel nacional (Vera et al., 2016).

Cuando se observan las cifras de las matrículas estudiantiles que ingresan a la EMS, es inevitable pensar que no todos los estudiantes obtienen un lugar en el bachillerato propedéutico o tecnológico, dejando en evidencia la mala cobertura en el nivel medio superior. Existen muchos factores que coadyuvan a que los jóvenes desistan de sus estudios, hay cifras que mencionan que desde los 12 años los jóvenes dejan de asistir a la escuela, tendencia que se agudiza entre los 17 y 19 años (edad en la que se cursa el bachillerato).

Las edades que se mencionan coinciden con las edades en las que los jóvenes consiguen su primer empleo, en los hombres es a los 16.5 años, mientras que en las mujeres, es a los 19.5 años. Muchas organizaciones fijan su postura con relación a la violencia dirigida a los jóvenes en el país, la edad promedio de menores con índice delictivo oscila entre los 15 y 17 años, se calcula que 20 mil jóvenes participan en bandas juveniles. Otro factor a considerar es el de salud pública en los jóvenes, que incluye el consumo de sustancias adictivas, las infecciones de transmisión sexual y las prácticas sexuales sin protección, esto ha generado que el 15% de los nacimientos se de en mujeres menores de 20 años (Castañón et al., 2000; Gil-Antón et al., 2009), de acuerdo con los datos presentados, la cobertura de estudiantes de EMS se ve disminuida por estos factores, ya que la escuela deja de ser prioridad en los jóvenes y los aleja de alguna relación académica.

Un factor que reflejan los números y análisis de los diferentes censos y encuestas poblacionales, son las características socioeconómicas de los hogares mexicanos, actualmente considerados esenciales en el proceso educativo y con un alto índice de relación con la eficiencia terminal de la escuela en los jóvenes. Los datos sobre las características del jefe de familia, la composición familiar, entre otras, determinan el comportamiento de los estudiantes y señalan, sin lugar a duda, las diferencias en las tendencias de los integrantes de la familia para continuar con los

## Capítulo I. Marco Contextual

---

estudios o abandonarlos, en función de las costumbres, tradiciones, necesidades y posibilidades. Se ha encontrado una gran cantidad de carencias de disposición de servicios y recursos, que en retrospectiva redundan en las facilidades para seguir estudiando. Los inconvenientes relacionados con la calidad del hábitat se suman a los problemas del desarrollo físico y psíquico, característico de la adolescencia y del propio sistema educativo (Bazán y García, 2001).

Se han desarrollado estudios que permiten visualizar indicadores, en donde los resultados demuestran que el contexto familiar, la educación de los padres, el nivel de ingreso, el patrimonio cultural y la infraestructura de la familia son relevantes y se asocian al desempeño de los alumnos en las pruebas de ingreso al nivel medio superior. A partir de esto podría considerarse que existen comportamientos, actitudes, así como hábitos que se integran a una serie de valores del alumno, que le permiten construir su capital cultural, promovido y desarrollado por la familia y la escuela, manifestándose en sus calificaciones, motivaciones y aspiraciones (Vera et al., 2016).

Retomando la temática de este trabajo sobre reproducción sexual, cabe insistir en la función de la escuela como una de las opciones formativas para atender desde el aula las problemáticas que enfrentan los adolescentes sobre salud reproductiva y embarazo a temprana edad.

Los programas de educación sexual deben partir de un enfoque incluyente, considerando aspectos biológicos, éticos, afectivos, sociales, culturales y de género. Estos programas deben vincular de manera temprana al adolescente con la promoción de comportamientos saludables, así como fomentar la capacidad de decisiones responsables e informadas con respecto a decidir el inicio de su vida sexual y el uso de anticonceptivos. Todo esto, considerando que la población juvenil se encuentra en una etapa de la vida en donde se establecen patrones de comportamiento para su futuro como individuos y por lo mismo, hablamos de una etapa sumamente vulnerable. Existen pocas evaluaciones formales, a nivel institucional, sobre los programas de educación sexual y sobre la impartición de

## Capítulo I. Marco Contextual

---

sus contenidos, una evaluación oportuna podrá informar sobre los elementos sustantivos para la modificación del currículo, donde las adecuaciones sean pertinentes a las necesidades actuales de los adolescentes (Campero et al., 2013).

El sistema educativo y los servicios de salud en coordinación, deben convertirse en una herramienta que genere estrategias educativas para la población del nivel medio superior sobre educación sexual, en donde se deben desarrollar aspectos esenciales de la persona, los cuales tendrán influencia en su proyecto de vida y en su participación social y ciudadana.

Actualmente la familia trata poco el tema de educación sexual y reproductiva con el adolescente, y es poco relevante frente a la adquisición de hábitos sobre practica sexuales y salud reproductiva, debido a diversos factores entre los que se encuentran: los diversos cambios biológicos (aumento en la talla y el peso, la madurez de los órganos sexuales y la capacidad fisiológica para reproducirse) característicos de esta época, las influencias psicológicas y sociales de los amigos y compañeros; la búsqueda de la autonomía y/o el rechazo a las normas tradicionales familiares.

Es importante que los padres de familia se involucren en la educación sexual de sus hijos, para esto se requiere de programas que favorezcan la adquisición de información útil, que posteriormente será comunicada a sus hijos. Estas prácticas propiciarán que los adolescentes se sientan seguros para comunicarse con sus padres, fomentando a la vez autonomía en sus decisiones sobre su inicio temprano en la actividad sexual, prácticas sexuales sin protección, infecciones de transmisión sexual y la incidencia de embarazos no deseados (Campero et al., 2013). El ejercicio de la sexualidad y la reproducción son procesos voluntarios y conscientes, por lo que también son susceptibles de ser educados. Por ello, es lógico pensar que el nivel de conocimiento científico sobre temas relacionados con la reproducción es importante y puede impactar sobre sus hábitos y toma de decisiones para la prevención de muchos trastornos y enfermedades relacionados.

### Capítulo II. Fundamento disciplinar

#### 2.1 *Biología: enseñanza-aprendizaje y su problemática*

En la enseñanza, los temas de ciencias muestran gran dificultad para que los alumnos expliquen los hechos y fenómenos naturales con argumentos científicos, en Biología es importante manejar conceptos y términos específicos, así como un lenguaje correcto para favorecer que los alumnos comprendan cualquier contenido, por ejemplo, el funcionamiento de una célula. Cuando la terminología y los conceptos no son claros, limitan el aprendizaje a la memorización provocando que la ciencia sea vista como aburrida o difícil de entender (Ángulo y García, 1997; Totorikaguena, 2013). Al enseñar Biología se pretende que el alumno tenga una visión del contexto donde vive, para que relacione sus experiencias diarias con el medio en el que se desenvuelve, formando su propia idea del mundo físico, esto le ayudará a comprender el funcionamiento de los sistemas vivos, generando cuestionamientos e hipótesis sobre los fenómenos que observa (Nieto, 2004), y a actuar de forma más responsable.

Se ha observado que los alumnos desconocen los métodos de investigación científica, existen pocas fuentes que les resuelvan las dudas sobre la forma y metodología usada en la ciencia. También se considera que los profesores no abordan de forma clara durante los cursos algunos de los conceptos clave para entender los procesos biológicos (Knippels et al., 2005). Tal es el caso de la genética, en donde algunos temas por su nivel de complejidad sólo se nombran, entre los temas que presentan estos problemas se encuentran, los relacionados con fecundación, segregación, replicación, recombinación, entre otros (Bugallo-Rodríguez, 1995), los cuales a la vez impactan en el poco entendimiento del proceso reproductivo.

En el caso de los temas relacionados a la genética, es imprescindible que los profesores busquen opciones didácticas de acuerdo al nivel de los alumnos, para



favorecer en estos la comprensión de conceptos complejos como gen, cromosoma, información hereditaria en la célula e integren estos en un cuerpo de conocimiento más amplio, ayudando a disminuir las carencias académicas, el desinterés por la experimentación o errores conceptuales (Íñiguez y Puigcerver, 2013; Perafán, 2013), volviendo más fáciles de entender los procesos confusos para ellos, como la reproducción, además de ver en ellos alguna utilidad.

Es bien conocido que cuando el estudiante se enfrenta a un nuevo contenido tiene ya alguna concepción o idea previa que pocas veces coincide con la que se considera científicamente correcta, esto es fundamental sobre todo en la actualidad, donde nos encontramos en un mundo lleno de información (Miramontes, 2016), que proviene principalmente de los medios de comunicación masiva (redes sociales, cine, radio, televisión, medios impresos) donde la genética y los temas de reproducción son de las áreas con mayor divulgación.

Otro factor importante que intervienen en esta problemática, son los planes de estudio en la mayoría de las instituciones de EMS, los cuales favorecen que el aprendizaje de los temas de Biología se conviertan en ejercicios de memorización de conceptos y que el alumno tenga poca comprensión (Çimer, 2012).

### ***2.2 Ideas previas e importancia en la enseñanza-aprendizaje de la reproducción***

Como muchos temas biológicos, la reproducción es de gran importancia en el ámbito científico, y es fundamental para los jóvenes que aspiran a carreras universitarias vinculadas con las ciencias de la salud, como Biología, Ciencias biomédicas, Ciencias genómicas, Ciencia forense, Odontología, Medicina, Veterinaria y Psicología, entre otras, en las que se requieren de estos conocimientos para ingresar a la Licenciatura.

Pero también saber de reproducción en forma científica es indispensable en los ámbitos de la cultura y sociedad, ya que representa una problemática actual,

considerando el alto índice de embarazos en adolescentes. Además, la reproducción tiene una gran carga socioemocional por la relación que tiene con la sexualidad, por lo que la aplicación y enseñanza del tema tienen una gran utilidad académica (Múñoz y Ávila, 2012); su trascendencia radica en que es posible atender desde el aula una necesidad de carácter social.

La reproducción puede abordarse desde dos ámbitos diferentes: el observacional y el explicativo, el primero permite estudiar que los organismos se perpetúan, aunque no todos lo hacen de la misma forma. Este aspecto, aunque aparentemente sencillo, presenta dificultades para el estudiante y no recibe la atención que merece en los textos escolares. Sin embargo, es importante para avanzar en el proceso de aprendizaje, complementar con otros conocimientos enmarcados en el ámbito explicativo. Es precisamente en el ámbito explicativo (que incluye conceptos más abstractos) donde se pueden dar respuestas a algunas cuestiones asociadas a los fenómenos observables como las diferencias entre los progenitores y su descendencia (García y Martínez, 2011).

Tratando de superar estas dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de temas conceptualmente complejos de la ciencia, han surgido y se han desarrollado gran variedad de estrategias como alternativas para promoverlo. Entre ellas, el aprendizaje basado en problemas, el Método de Casos, la narrativa, el aprendizaje por descubrimiento, los simuladores gráficos, los modelos, entre otros, para generar más y mejores aprendizajes (Díaz, 2006).

### ***2.3 Relación biológico-social de la reproducción con los estudiantes***

Dentro del ejercicio de la sexualidad los estudiantes de bachillerato se encuentran inmersos en un contexto plagado de factores culturales, sociales y personales. El factor cultural es la ideología sexual, convenciones que se establecen en el orden social de los cuerpos sexuados, dicha ideología preexiste en la etapa juvenil de los estudiantes, como factor social tenemos el proceso de interacción con los “otros” a

través del cual los estudiantes mantienen una relación activa con el contexto cultural, en el que están inmersos los grupos sociales de pertenencia y de referencia como la familia, la comunidad, las instituciones. El factor personal preponderante es la afectividad en la que confluyen elementos psicológicos como las emociones, los sentimientos, el sistema de creencias y las atribuciones sociales. Por este motivo es necesario introducir a los estudiantes a la reflexión y a la solución de este dilema ¿cómo ver y enfrentar la sexualidad propia en todos estos ámbitos?, todo esto con base en la enseñanza del tema de reproducción y los conceptos de meiosis, gametogénesis y fecundación; apoyándolos para que asuman una postura responsable, evitando prácticas sexuales de riesgo que les lleven a vivir consecuencias inesperadas como el embarazo no deseado o el contagio por enfermedades de transmisión sexual (Niño, 2013).

Hoy en día el estudio de la salud sexual y reproductiva en los jóvenes, es prioritaria para los profesionales de la materia en todo el mundo, debido a las implicaciones negativas en el campo de la salud. Se han desarrollado programas sobre reproducción considerando que los conocimientos e información sobre reproducción sexual son primordiales, ya que la falta de información sobre sexualidad afecta las actitudes y conductas sexuales de los jóvenes. En ese contexto, se busca erradicar el desconocimiento, mitos, miedos e inseguridad que puedan presentarse en los estudiantes en el transcurso de su vida académica en el bachillerato (Hurtado de Mendoza y Olvera, 2013).

### ***2.4 Base epistemológica en la enseñanza de la reproducción***

La didáctica del tema de reproducción es difícil pues involucra una problemática biológico-social compleja, se vincula con el esquema propuesto por González-González (1991) de Biología integral, donde se propone una base epistemológica en varios planos o secciones para el conocimiento biológico del tema. Así, la reproducción tiene relación en la sección de entidades biológicas con el nivel del individuo y sus niveles de organización, ya que contiene muchos procesos como la

replicación del material genético, las características de la meiosis y la formación de células genéticamente diferentes que son propias de cada individuo; pero a su vez ocurren en diferentes niveles como los tejidos, órganos, aparatos y sistemas, y cada uno aporta los contextos físicos, metabólicos y de regulación indispensables para que estos procesos puedan llevarse a cabo.

Así mismo, se relaciona en el esquema de Biología integral, con la sección de disciplinas analíticas: con la embriología, ya que describe el proceso de gametogénesis, morfogénesis y desarrollo embrionario hasta el momento del nacimiento. Así mismo, con la genética, debido a que involucra el estudio de los genes y los mecanismos que regulan la transmisión de los caracteres hereditarios.

Por otra parte, el tema de reproducción se relaciona con el esquema de problemas categóricos en el rubro de salud, considerando el alto índice de enfermedades relacionados con la sexualidad. Además del rubro de salud, la reproducción encuentra un vínculo con la bioética, ya que existen implicaciones de tipo legal, sobre la fecundación asistida, así como con la modificación genética propuesta por algunas clínicas especializadas<sup>1</sup>. Habría que añadir las reflexiones generadas por los embarazos no deseados, la interrupción del embarazo o las madres nodrizas, entre otras.

Por último, el tema reproducción se relaciona con el referente evolutivo de perpetuación de la especie, ya que involucra el proceso biológico que permite la generación de nuevos organismos y por otra parte favorece su continuidad, variación y diversidad.

---

<sup>1</sup> En México hay 89 centros autorizados para realizar técnicas de reproducción humana asistida, los establecimientos públicos que tienen licencia sanitaria para realizar estas prácticas son el Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); el Hospital Materno Perinatal Mónica Pretelini, que pertenece al Instituto de Salud del Estado de México y el Instituto Nacional de Perinatología Isidro Espinoza de los Reyes ([Esparza-Pérez, 2017](#)). La Red Latinoamericana de Reproducción Asistida acreditó 26 centros privados que realizan procedimientos de procreación asistida en el país, las clínicas se ubican en la Ciudad de México y en doce de los estados del centro y el norte del país ([Cardaci y Sánchez, 2009](#)).

### 2.5 ¿Qué es la reproducción?

#### 2.5.1 Antecedentes

La teoría celular propuesta por Matthias Schleiden y Theodor Schwann en 1839 cambió la visión del desarrollo embrionario y la herencia, a partir de sus postulados se admitió que todos los organismos vivos están formados por células, que las células son las unidades básicas de la vida y que se originan únicamente mediante división celular a partir de otras células. La teoría celular aclaró también de manera definitiva que el desarrollo del embrión no estaba basado en la preformación sino en la epigénesis<sup>2</sup> (Wolpert et al., 2010).

La fecundación se encuentra ligada profundamente a la reproducción sexual, este proceso implica la combinación de los genomas procedentes de dos individuos distintos de la misma especie, que producen descendientes que se diferencian genéticamente entre sí y también de sus padres, caso contrario a lo que ocurre en la reproducción asexual, ya que la descendencia que se produce es genéticamente idéntica a la del progenitor a menos que suceda una mutación. Para los animales, hongos y plantas el camino para alcanzar el estado adulto comienza con la formación de una célula denominada huevo o cigoto, producto de la fecundación. Este tipo de reproducción sexual conlleva muchas ventajas, ya que se produce variabilidad genética, además de que se ha visto que muchos procariontes y otros organismos que se reproducen asexualmente, utilizan en determinadas circunstancias como el estrés, la reproducción sexual dando lugar a organismos con nuevas combinaciones de genes que les pueden brindar una mayor capacidad de adaptación a los procesos de selección natural. Para llevar a cabo la variación genética, es necesario un proceso de división celular específico

---

<sup>2</sup> La concepción preformista considera que el embrión se encuentra preformado desde el principio, contenido en el espermatozoide o el ovocito y simplemente aumenta su tamaño durante el desarrollo; mientras que la epigénesis propone que los cambios que se producen a partir de la fecundación dan lugar a las nuevas estructuras que se originan progresivamente a través del desarrollo (Mayr, 2005).

llamado meiosis. Sobre el contexto reproductivo antes mencionado, muchos biólogos han centrado sus investigaciones en la Biología del desarrollo, y como parte medular de estos estudios, la fecundación, ya que es en ese punto, donde se hace la regulación entre las características del genotipo-fenotipo, es decir, entre los genes heredados y las características del organismo adulto (Alberts et al., 2008; Gilbert, 2005).

Los trabajos realizados con erizo de mar demostraron que después de la fecundación, los óvulos contenían dos núcleos, que pronto se fusionaban, uno de los núcleos pertenecía al gameto femenino, mientras que el otro procedía del gameto masculino (Wolpert et al., 2010), con base en este tipo de experimentos, se fueron esclareciendo los eventos del proceso de fecundación, que llevan a la generación de un nuevo organismo por reproducción sexual.

### 2.5.2 Conceptos

El término fecundación describe el proceso que inicia al fusionarse el material genético de los gametos masculino y femenino. El nuevo organismo que se formará a partir de este proceso tendrá un genoma derivado de ambos padres. La fecundación tiene dos fines separados: la sexual (combinación de genes derivados de los padres) y la reproductiva (creación de un nuevo organismo). La función de la fecundación a nivel evolutivo es generar diversidad celular y asegurar la continuidad de vida de la especie, desde una generación a la siguiente. En muchas especies la compartimentalización interna del cigoto dará lugar a dos grandes líneas celulares: las somáticas y las germinales. Todas las células del cuerpo se denominan células somáticas, y las células germinales incluyen a las células predecesoras de los gametos (células germinales primordiales) y a los gametos maduros (espermatozoide y óvulo). Las células germinales primordiales se segregan temporalmente fuera del embrión y luego se incorporan a este para la función reproductora; estas migrarán a las gónadas embrionarias, dónde se

diferenciarán en gametos masculinos y femeninos. El proceso mediante el cual se da el desarrollo de los gametos se denomina gametogénesis (Gilbert, 2005), en muchos organismos el proceso de formación de gametos se da en los adultos.

### 2.5.3 Meiosis

La meiosis es un tipo de división celular especializada que produce células haploides, donde los cromosomas se dividen exactamente por la mitad. La palabra meiosis tiene un origen griego que significa disminución, el proceso meiótico fue descubierto al realizar observaciones sobre los gametos, a la par se consideraba que los cromosomas eran los responsables de almacenar la información genética de un organismo, las observaciones también implicaban que las células germinales deberían ser formadas por una forma de división celular, en la que los cromosomas se redujeran a la mitad. Los estudios posteriores de Biología molecular han permitido entender y dilucidar de mejor forma el proceso meiótico (Alberts et al., 2008), dejando clara la forma en la que los cromosomas se comportan y se segregan durante la meiosis. En la división celular meiótica, complejos adhesivos formados por cohesina se encuentran en los cromosomas al mismo tiempo que se da la replicación del ADN en la fase S premeiótica. Antes de ingresar a la meiosis I, los cinetocoros<sup>3</sup> gemelos se orientan de tal forma que cada par se adhiere a los microtúbulos que emanan de un sólo polo, lo que da como resultado la biorientación de los cromosomas homólogos (figura 1). Durante la profase meiótica I, los cromosomas homólogos se unen físicamente a través de la recombinación para generar quiasmas. Durante la meiosis II, la cohesina se elimina provocando la segregación y división de las cromátidas hermanas (Miller et al., 2013).

---

<sup>3</sup> El cinetocoro es un complejo multiproteico que une los centrómeros de los cromosomas a los microtúbulos del huso mitótico durante la metafase en el ciclo celular (Miller et al., 2013).

Actualmente, los estudios se centran sobre la larga profase de la división meiótica I y el importante papel que desempeña en la redistribución de los genes durante la gametogénesis. La fase antes mencionada se divide en cinco etapas: leptoteno, cigoteno, paquíteno, diploteno y diacinesis, durante ellas se producen una serie de complicados procesos entre los que destaca la formación del complejo sinaptonémico. La conformación de esta estructura permite el alineamiento de los cromosomas homólogos, el proceso de recombinación, el adecuado intercambio de material genético de ambos padres, así como la segregación adecuada de los cromosomas, todos estos eventos indispensables para la formación de los gametos y el proceso de reproducción sexual (Alberts et al., 2008).

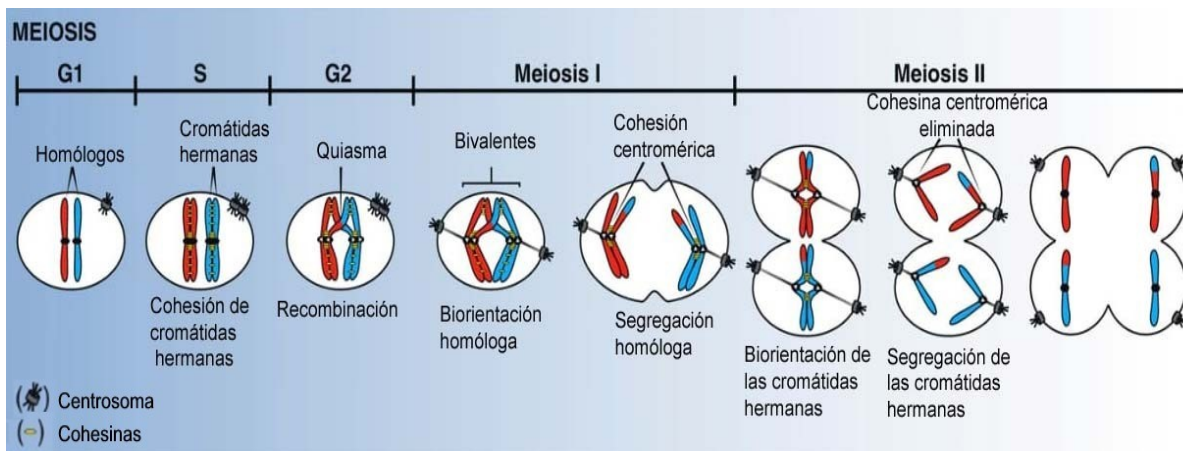


Figura 1. Descripción de la segregación cromosómica en las cromátidas hermanas durante la meiosis. Modificado de Miller et al., 2013.

En mamíferos por ejemplo, la temporalidad del proceso meiótico es desigual entre hembras y machos; la meiosis se encuentra estrechamente relacionada con la gametogénesis. En los machos, la espermatogénesis inicia durante la pubertad y continúa durante toda la etapa adulta del organismo. Por su parte, en las hembras, la meiosis se inicia durante la vida embrionaria en el ovario fetal, sin embargo este evento se detiene en una etapa especial exclusiva de las hembras denominada dictioteno<sup>4</sup> presente durante la ovogénesis, como caso particular la primera

<sup>4</sup> El dictioteno es una fase de reposo que sucede en la ovogénesis tras la profase I de la meiosis I, retardando la entrada en la metafase I (Turnpenny y Ellard, 2009).



población de ovogonias inicia la meiosis de forma simultánea en el ovario fetal, pero no culmina, ya que durante el nacimiento el proceso se detiene al final de la profase meiótica I en el dictioteno. Cuando las hembras llegan a la pubertad, el proceso meiótico puede continuar en el contexto del crecimiento folicular (Handel y Schimenti, 2010).

### 2.5.4 Gametogénesis

La gametogénesis es un proceso que conlleva una serie de cambios morfológicos y cromosómicos, donde las células germinales se preparan y programan para la fecundación. La formación del gameto masculino ocurre a través del mecanismo llamado espermatogénesis, en la mayoría de los organismos animales se inicia poco antes de la maduración sexual. La ovogénesis es el proceso mediante el cual se desarrolla y madura el gameto femenino, el cual inicia durante el periodo fetal, permaneciendo latente los primeros años de vida, hasta que se reinicia cuando las hembras alcanzan la madurez sexual lo que les permite generar un ovocito (o más dependiendo de la especie) en cada ciclo reproductivo (Gilbert, 2005; López, 2012).

#### 2.5.4.1 Espermatogénesis

En los machos de los mamíferos a partir de la madurez sexual, la espermatogénesis se produce de manera continua dentro del epitelio de los túbulos seminíferos. Los túbulos seminíferos son, unos largos y enrollados tubos, revestidos de un epitelio especializado en la formación de los espermatozoides, por lo que se observan diferentes estadios de las células germinales. Muchos autores clasifican el proceso de espermatogénesis en tres fases: la fase proliferativa, la fase de meiosis y la de diferenciación de los espermatozoides o espermiogénesis. La primera fase tendrá lugar en las espermatogonias que se localizan alrededor del límite externo de los túbulos, descansando sobre la

membrana basal. Estas células, tienen una serie de divisiones mitóticas que les permite expandirse formando una gran población de células hijas llamadas espermatocitos primarios. En la fase meiótica, los espermatocitos primarios entran en la profase meiótica I, esta etapa es de larga duración, y se ha dividido para su estudio en cinco etapas: leptoteno, cigoteno, paquiteno, diploteno y diacinesis. Durante la profase meiótica se aparean los cromosomas homólogos y se producen entrecruzamientos que permiten la recombinación del material genético de los padres. Después de la profase meiótica I se continua con la metafase I, anafase I y telofase I, finalizando así la división meiótica I, dando como resultado dos espermatocitos secundarios, que entran a la segunda división meiótica, generando cuatro espermátidas que tienen la cualidad de ser células con la mitad de los cromosomas. La espermiogénesis es la última fase de la espermatogénesis y se caracteriza por la diferenciación morfológica que experimentan las espermátidas para transformarse en espermatozoides (figura 2). En esta fase las espermátidas son producto del proceso meiótico ya concluido. Los cambios morfológicos que experimentan las espermátidas para transformarse en espermatozoides comienzan con la pérdida de parte de su citoplasma, la formación de un acrosoma granular y la creación del flagelo. La espermiogénesis ha sido dividida en cuatro fases: fase de Golgi, fase de cubierta, fase de acrosoma y de maduración, al terminar este proceso de diferenciación se obtiene el espermatozoide ([Gartner et al., 2008](#); [Gilbert, 2005](#); [López, 2012](#); [Ross y Pawlina, 2005](#)). Cabe aclarar que entre las células del epitelio germinativo de los tubos seminíferos están presentes las células de Sertoli (células somáticas), que actúan como “nodrizas”, ya que participan formando un microambiente especial para la espermatogénesis mediante el intercambio de sustratos y desechos metabólicos entre las células. Además, las células de Sertoli se unen estrechamente entre ellas de tal forma que crean una barrera denominada barrera hematotesticular, que impide el paso libre de sustancias al interior del túbulo seminífero. Esta barrera genera un microambiente fisiológico ideal para el mantenimiento y función testicular. La construcción de la barrera es indispensable. Las células de Sertoli tienen a su vez

## Capítulo II. Fundamento disciplinar

una función secretora de sustancias endocrinas como la inhibina, una hormona que participa en el circuito de retroalimentación que inhibe la liberación de la FSH que estimula a las células de Sertoli para la maduración y liberación de los espermatozoides (Ross y Pawlina, 2005).

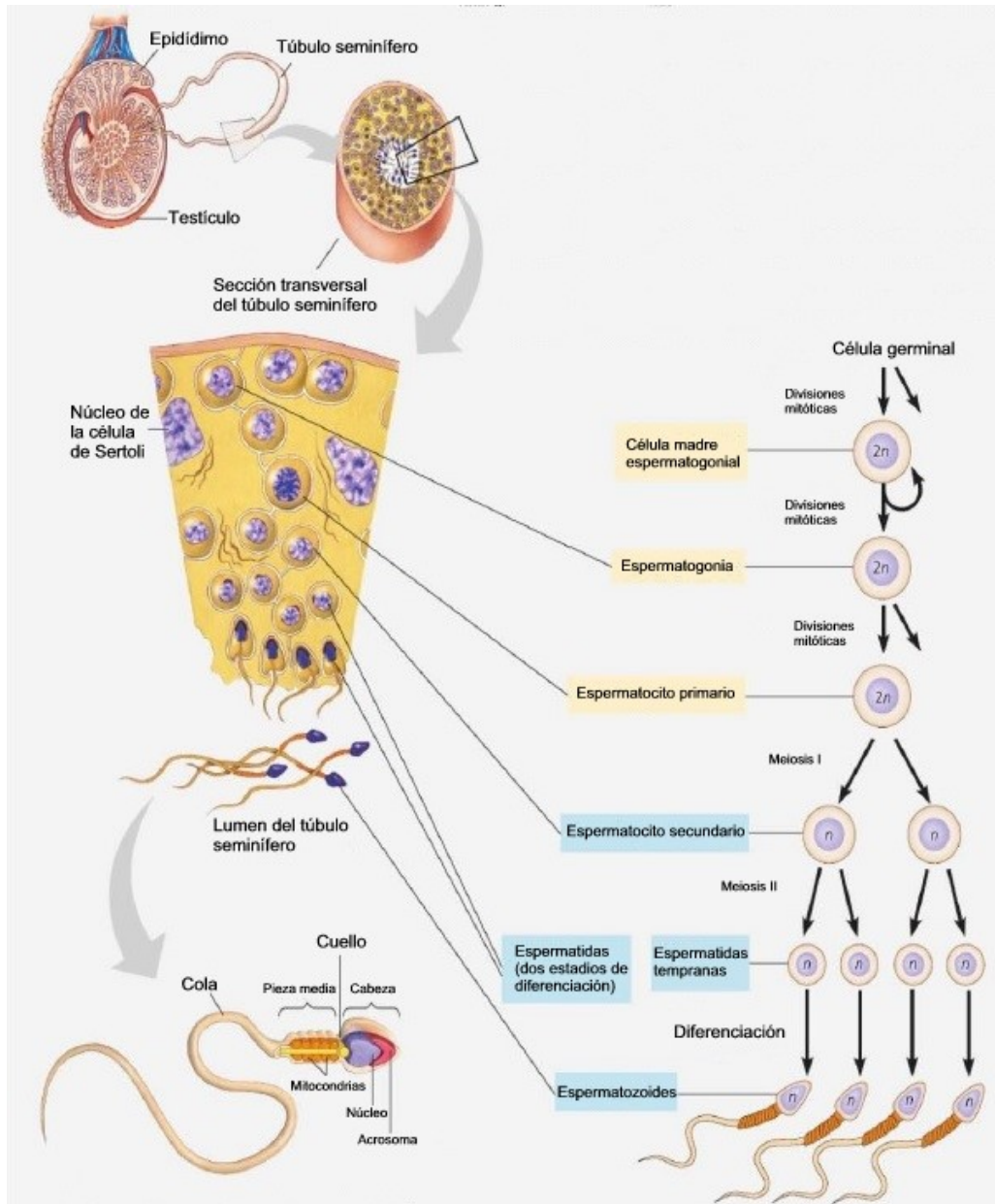


Figura 2. Espermatogénesis. Se observa la organización de los túbulos seminíferos dentro del testículo y se esquematiza el desarrollo de las espermatogonias hasta espermatozoides, con las divisiones celulares correspondientes a cada etapa. Modificado de Campbell y Reece, 2008.

### 2.5.4.2 Ovogénesis

La forma en la que se desarrollan los óvulos en las hembras de los mamíferos varía según la especie, aunque mantienen similitudes en las primeras etapas. Las células germinales primordiales migran a la gónada embrionaria donde se convertirán en ovogonias, que proliferan por mitosis antes de convertirse en ovocitos primarios. Durante el estadio de ovocitos primarios se llevará a cabo la primera división meiótica, que quedará detenida en la profase de la división meiótica I durante un periodo de tiempo que varía entre días, años o hasta alcanzar la madurez sexual dependiendo de la especie (figura 3). En muchos casos la reanudación de la meiosis I se debe a la influencia hormonal. Al finalizar la división meiótica I el citoplasma sufre una reconfiguración asimétrica que lo divide en dos, generando dos células de tamaño diferente: una es una célula pequeña que se denomina corpúsculo polar<sup>5</sup> y la otra es una célula grande que se denomina ovocito secundario. En esta etapa, cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas, estas cromátidas no se separarán hasta la división meiótica II, posterior a esta separación cromosómica final en la anafase II, el citoplasma del ovocito secundario vuelve a dividirse asimétricamente, produciendo el óvulo y un segundo corpúsculo polar, ambos con una dotación haploide de cromosomas. En la mayoría de los vertebrados, la ovogénesis se desarrolla hasta la metafase de la meiosis II momento en el que se detiene hasta la fecundación (Alberts et al., 2008; Gilbert, 2005; McGee y Hsueh, 2000). La fecundación detonará que se complete la meiosis dando lugar a un óvulo funcional.

---

<sup>5</sup> El corpúsculo polar es una célula pequeña que se produce durante las divisiones meióticas que llevan a la formación del ovocito. Su núcleo contiene el material genético complementario del ovocito, producto de las divisiones, presenta muy poco citoplasma y es considerada una célula no funcional durante la fecundación (Ross y Pawlina, 2005).

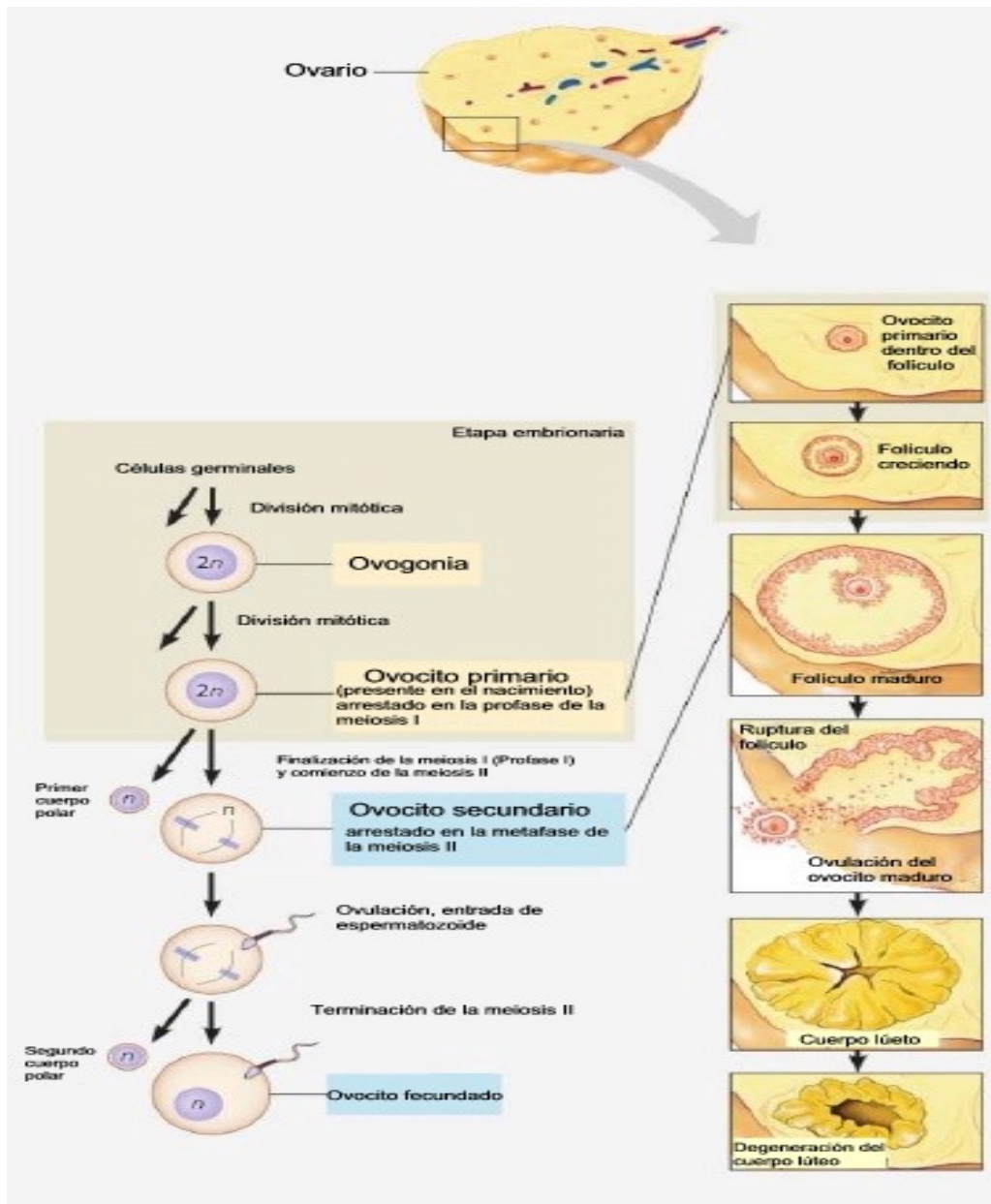


Figura 3. Ovogénesis. Se relacionan las divisiones celulares que tienen lugar durante el desarrollo del ovocito, con la estructura de los folículos que contienen a los ovocitos. Modificado de [Campbell y Reece, 2008](#).

En el ovario de los mamíferos los ovocitos son rodeados por células somáticas denominadas células de la granulosa o foliculares, las células de la granulosa generan el microambiente necesario, así como un soporte físico para el desarrollo de los ovocitos. A las unidades pluritisulares que contienen y rodean al ovocito en desarrollo se les denomina folículos. El desarrollo de los folículos se ha clasificado

en cinco etapas: primordial, primaria, secundaria, antral y preovulatoria. La presencia de todos estos tipos de folículos se da hasta la pubertad en respuesta a la maduración sexual, y es entonces que se selecciona un folículo para que el ovocito secundario sea expulsado (ovulado) para ser fecundado (McGee y Hsueh, 2000; Ross y Pawlina, 2005).

### 2.5.5 Fecundación en humanos

Existe un diálogo complejo entre el espermatozoide y el ovocito que permite la activación de metabolismo de los gametos, de acuerdo con Gilbert (2005) existen 4 acontecimientos generales que preceden el inicio de la fecundación.

- 1.- Reconocimiento y contacto entre el espermatozoide y el ovocito
- 2.- Regulación de la entrada del espermatozoide en el gameto femenino
- 3.- Fusión y recombinación del material genético del espermatozoide y el ovocito
- 4.- Activación del metabolismo del cigoto para dar comienzo al desarrollo

Los gametos tienen características particulares que favorecen la fecundación, en el hombre el espermatozoide maduro tiene aproximadamente 60  $\mu\text{m}$  de longitud, las regiones estructurales principales son la cabeza y cola. Su cabeza es aplanada y puntiaguda, en esta región se encuentra el núcleo donde se almacena el ADN fuertemente compactado. Alrededor del núcleo se localiza el acrosoma, que contiene enzimas acrosómicas que son utilizadas para degradar y atravesar la cubierta externa del ovocito. La liberación de las enzimas se realiza al contacto entre los gametos masculino y femenino. La región de la cola o flagelo del espermatozoide está subdividida en el cuello, la pieza media, la pieza principal y la pieza terminal. El movimiento del espermatozoide es realizado por el flagelo, que tiene una porción motora llamada axonema, formada por microtúbulos. En mamíferos los espermatozoides liberados durante la eyaculación ya son capaces de moverse, aunque aún no cuentan con la capacidad para unirse y fecundar el

gameto femenino. Es necesario que el espermatozoide pase por un proceso de maduración final (capacitación) dentro del tracto reproductor femenino por un cierto tiempo (Gilbert, 2005; Ross y Pawlina, 2005).

Mientras que el espermatozoide elimina la mayor parte de su citoplasma, el gameto femenino en desarrollo no solo conserva su material, sino busca incrementarlo activamente. Los gametos femeninos pasan por una serie de modificaciones en las que se va preparando el ovocito para ser ovulado y posteriormente fecundado. Estos procesos llamados foliculogénesis y crecimiento folicular, generan un folículo maduro, también conocido como preovulatorio. El folículo maduro contiene un ovocito en meiosis II, el cual se encuentra rodeado por varias capas de células de la granulosa o foliculares, las cuales a su vez, están rodeadas por otras células denominadas de la teca. Las células de la granulosa que rodean inmediatamente al ovocito constituyen la *corona radiata*, estas células permanecerán con el ovocito y ayudarán al folículo preovulatorio a su expulsión del ovario. Otra característica del folículo maduro es que presenta una cavidad en forma de media luna, o antro folicular, que contiene líquido producido por las células foliculares compuesto por diferentes sustancias como proteínas reguladoras, hormonas esteroideas, factores de crecimiento, proteoglicanos y lipoproteínas que participan en el desarrollo folicular (McGee y Hsueh, 2000). La ovulación es el proceso por el cual el ovocito en metafase II es expulsado del folículo maduro y del ovario, durante la ovulación se presentan una serie de cambios hormonales y enzimáticos que promoverán la salida del ovocito a la mitad del ciclo menstrual de 28 días en la mujer (Ross y Pawlina, 2005).

La interacción entre el espermatozoide y el gameto femenino para la fecundación avanza según cinco pasos básicos: 1) La quimioatracción del espermatozoide hacia el ovulo a través de moléculas solubles secretadas por el gameto femenino. 2) La exocitosis de la vesícula acrosómica del espermatozoide para liberar sus enzimas. 3) La unión del espermatozoide a la membrana del óvulo. 4) El tránsito del espermatozoide a través de esta membrana. 5) La fusión de las membranas

## Capítulo II. Fundamento disciplinar

---

del espermatozoide y del ovulo ([Gilbert, 2005](#)). Al llevarse estos pasos los núcleos haploides del espermatozoide y el ovulo se encuentran y fusionan para construir un núcleo diploide y posteriormente comenzar las reacciones que inician el desarrollo del nuevo individuo.



### **2.6 Ubicación del tema reproducción en el programa de estudios de la ENCCH**

El tema de reproducción se encuentra en el plan de estudios de la ENCCH 2016, en la asignatura de Biología I, en la unidad 3 llamada ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? en el tema 1. Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

El propósito de la unidad es que el alumno identifique los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos, para que comprenda su importancia biológica y evolutiva.

Tema	Reproducción
Subtemas	Meiosis y gametogénesis
Materia	Biología I
Unidad	Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?
Objetivo	Que el alumno identifique los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos.

Tabla 1. Esquema del tema Reproducción, de acuerdo al Programa de Estudios de Biología I de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, 2016.

### Capítulo III. Fundamento psicopedagógico.

#### 3.1 Aprendizaje constructivista

Algunos autores mencionan el constructivismo como una teoría que ofrece explicaciones en torno a la formación de conocimiento, el constructivismo representa la superación del antagonismo entre posiciones racionalistas y empiristas. Los racionalistas consideran que el conocimiento es facilitado por la presencia de capacidades innatas en un sujeto, mientras que los empiristas, por el contrario, opinan que el elemento fundamental en la generación del conocimiento es la experiencia (Araya et al., 2007). Por lo tanto, el constructivismo plantea la formación del conocimiento situándose en el interior del sujeto. El sujeto es quien construye su conocimiento de la realidad, experimentando con situaciones y objetos, al mismo tiempo, transformándolos.

Desde el punto de vista constructivista, se puede pensar que el aprendizaje se trata de un proceso donde se desarrollan habilidades cognitivas y afectivas, alcanzando cierto nivel de maduración (Ortiz, 2015). El proceso involucra el aprovechamiento y combinación lograda por el sujeto, con respecto a los conocimientos que construye, el proceso enlaza la interacción con otros sujetos participantes, ya sean compañeros o docentes.

El pensamiento constructivista del aprendizaje escolar encuentra apoyo en la idea de que, la educación tiene la finalidad de promover los procesos de crecimiento integral del estudiante, considerando el marco sociocultural al que pertenece. Los aprendizajes no se producirán de forma satisfactoria, si no se le proporciona una guía y ayuda específica, con la participación del alumno en actividades planificadas, sistemáticas y metodológicas, que favorezcan una actividad mental constructivista (Coll et al., 2007). Con base en lo descrito anteriormente, se puede analizar la construcción del conocimiento en dos vertientes:

- Los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje.

- Los mecanismos de influencia educativa para promover, guiar, y orientar dicho aprendizaje.

La postura constructivista rechaza la concepción del alumno sólo como receptor o repetidor de conceptos y conocimientos culturales, también considera falsa la idea de que el desarrollo académico se produce con la acumulación de conocimientos y aprendizajes específicos (Díaz y Hernández, 2002). El planteamiento filosófico a estas ideas, muestra que la institución educativa debe favorecer el proceso de socialización y de individualización, lo anterior implica que la finalidad de la intervención pedagógica es desarrollar en el alumno la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí solo en una amplia gama de situaciones y circunstancias, este proceso también es conocido como “aprender a aprender”.

Conforme a lo descrito por Coll et al. (2007) la concepción constructivista se organiza conforme a tres ideas fundamentales:

- 1) El alumno es el responsable de su propio proceso de aprendizaje. Él promoverá la construcción de los conceptos sobre su grupo cultural, será un sujeto activo cuando observe, explore, descubra e invente.
- 2) El alumno no tiene que descubrir o inventar en todo momento en un sentido literal el conocimiento, ya que se parte de la idea de que el conocimiento que se enseña es el resultado de un proceso de construcción social.
- 3) El docente participará como guía y orientador en los procesos de construcción del alumno, favoreciendo el desarrollo de una actividad mental constructiva.

Considerado lo anterior se puede señalar que, la construcción del conocimiento es en realidad un proceso elaborado que implica la participación del alumno para seleccionar, organizar y transformar la información, así como los conocimientos y conceptos que recibe, promoviendo relaciones entre las nuevas ideas y con las que ya contaba (Díaz y Hernández, 2002).

### 3.2 Postulados constructivistas en educación

La estructura constructivista en educación, se sustenta de diversas corrientes psicológicas que consideran el desarrollo y el aprendizaje como un proceso de construcción. A continuación, se muestra una tabla con tres de los principales enfoques constructivistas que han tenido implicaciones en el campo educativo: la psicología genética piagetiana; la teoría cognitiva de Ausubel, que menciona el aprendizaje significativo, así como las ideas de Vygotsky sobre la zona de desarrollo próximo (Pérez, 1992).

Autor	Características
<b>Jean Piaget</b>	<p>El desarrollo cognitivo ocurre siguiendo una serie de etapas o estadios caracterizados por la utilización de distintas estructuras. El aprendizaje se da a través de la <i>Asimilación</i>: integración de conocimientos; y <i>Acomodación</i>: reformulación de estructuras lógicas de pensamiento. Ambos mecanismos interactúan a través del proceso de equilibración.</p> <p>De esta forma el desarrollo cognitivo tiene lugar por medio de la actividad constructiva del sujeto.</p> <p>Para Piaget el aprendizaje se debe plantear como un desafío mental que cuestione las estructuras cognitivas que ya se poseían, dicho aprendizaje es una construcción no hereditaria.</p>
<b>David Ausubel</b>	<p>Menciona que “El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñele consecuentemente”, haciendo referencia a las ideas previas del alumno.</p> <p>También considera que el aprendizaje debe avanzar por la vía deductiva y se logra a través de la reorganización de los conocimientos ya poseídos.</p> <p>Los nuevos conceptos se vinculan con los anteriores mediante</p>

	<p>organizadores previos (mapas conceptuales).</p> <p>Para Ausubel existen dos condiciones del aprendizaje significativo:</p> <p>A) Material potencialmente significativo dividido en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Significatividad lógica</i>: relacionado a un determinado material de enseñanza (que tenga una estructura interna y se entienda). Se encuentra cuando los contenidos pueden relacionarse de manera sustancial con las ideas ligadas a la capacidad humana en el aprendizaje, con un contexto cultural en donde se genera conocimiento.</li> <li>▪ <i>Significatividad psicológica</i>: es relativo al individuo que aprende y depende de sus representaciones anteriores. Puede ser de tipo idiosincrásico, experiencial, histórico y subjetivo.</li> </ul> <p>B) Disposiciones subjetivas:</p> <p>Dimensiones del aprendizaje significativo: lógica, cognitiva y afectiva.</p>
<p><b>Lev S. Vygotsky</b></p>	<p>Con base en la teoría del Desarrollo Sociocultural, afirma que los individuos aprenden a través de las interacciones sociales y su cultura, con la guía de algún experto, siendo el dialogo un eje para el desarrollo del pensamiento.</p> <p>Se pone de manifiesto que el aprendizaje es una actividad colectiva, que favorece la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). Este concepto subraya la importancia de la cooperación y del intercambio social, que ayuda, facilita y favorece el desarrollo cognitivo.</p>

Tabla 2. Enfoques constructivistas en educación. Aportes de Piaget, Ausubel y Vygotsky.

La enseñanza con métodos tradicionales no satisface la apropiación de los aprendizajes del alumno, para que el proceso de enseñanza-aprendizaje se concrete, debe tener implícitas actividades, estrategias y técnicas por parte del

profesor (Castillo, 2008). El docente planeará su práctica docente a fin de que le brinde al alumno experiencias ricas en aprendizajes, generando un alumno activo, autónomo, constructivo y reflexivo en problemas y casos.

### **3.3 Enseñanza situada**

La enseñanza situada representa una de las tendencias educativas actuales, en ella se destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje, donde se reconoce al aprendizaje como un proceso de enculturación donde los estudiantes se integran paulatinamente a una cultura de prácticas sociales, en este sentido se comparte la idea de que aprender y hacer son acciones ligadas. Desde el punto de vista de una educación situada, la enseñanza se centra en prácticas educativas auténticas, con características coherentes, propositivas y significativas, donde los estudiantes aprenden a involucrarse con el mismo tipo de actividades que enfrentan los expertos en diferentes campos del conocimiento (Díaz, 2003). En este modelo de enseñanza se resalta la influencia de los agentes educativos, quienes ajustan las prácticas pedagógicas a las necesidades del alumno y del contexto, también se debe considerar como un proceso multidimensional de apropiación cultural, ya que es una experiencia que involucra el pensamiento, la afectividad y la acción.

Algunas de las nuevas ideas sobre enseñanza situada, son incorporadas del aprendizaje experiencial de Dewey, así como de la idea constructivista social de la cognición situada que se deriva de los trabajos de Brown, Collins, Duguid, Lave y Wenger, los cuales están basados en gran medida en la interpretación del pensamiento Vigotskiano y Leontieviano (Hernández, 2006). El aprendizaje desde la perspectiva de la cognición situada, se entiende como una continua y creciente participación en determinados escenarios y comunidades culturales.

Una de las características de la enseñanza situada y sus estrategias es buscar aprendizajes más significativos, más reflexivos, más experienciales, es decir,

buscar un vínculo entre la escuela y la vida. Las estrategias de la enseñanza situada pueden emplearse a nivel de propuestas curriculares o como recursos de enseñanza y aprendizaje, tienen como características comunes: a) que proveen de contextos educativos para propiciar aprendizajes con situaciones genuinas a las que los estudiantes se pueden enfrentar en su vida diaria, b) proporcionan argumentos educativos para promover aprendizajes significativos y reflexivos, c) involucran activamente al alumno, d) buscan promover la autonomía del alumno y, e) requieren de situaciones de aprendizaje conjunto alumno-alumno (aprendizaje cooperativo y colaborativo) y profesor-alumno (Díaz y Hernández, 2002). Estas estrategias de la enseñanza situada son el aprendizaje basado en problemas y en proyectos, aprendizaje colaborativo y cooperativo y el aprendizaje basado en Casos. Todas ellas son propuestas que derivan de disciplinas y perspectivas distintas.

### **3.4 Método de Casos como estrategia didáctica**

#### **3.4.1 Origen del Método de Casos**

Christopher Langdell propuso y aplicó por primera vez el Método de Casos en 1870 en la Escuela de Leyes de Harvard (Andreu et al., 2004). Langdell sugería que el Método de Casos promovía que los alumnos construyeran sus propios criterios y propias opiniones, Langdell buscaba que sus alumnos se volvieran responsables de su propio conocimiento (Herreid, 2007), el Método se difundió y fue aplicado en otras instituciones y países.

En esta búsqueda por promover en las aulas propuestas didácticas innovadoras, el Método de Casos está pensado para compensar la no siempre disponibilidad de experiencia real que aporta la vida y para reforzar cualquier método de formación convencional (López, 2014), que puede dar sentido a los contenidos de cursos científicos, como los de Biología, en diversos niveles educativos, evitando que el

alumno se vea sumergido en el tratamiento de hechos meramente conceptuales, abstractos y complejos, sin considerar su relación con la vida cotidiana.

### 3.4.2 Uso pedagógico del Método de Casos

El Método de Casos se ha asociado tradicionalmente con las escuelas de leyes, medicina y ciencias sociales, en las que se proponía cambiar la orientación del *currículum* hacia problemas reales en lugar de presentarlo como un grupo de temas aislados (Valeros, 2015) Esta estrategia se puede usar en cualquier disciplina, para que los estudiantes exploren los conocimientos y los principios adquiridos, posteriormente podrán desarrollarlos en escenarios de la vida cotidiana.

El empleo del Método de Casos utilizado pedagógicamente, plantea la idea de que los alumnos aprendan de forma grupal a resolver situaciones complejas, mediante el trabajo colaborativo, construyendo colectivamente el conocimiento, el intercambio de opiniones, así como la búsqueda y análisis de información para la toma de decisiones (Armendi et al., 2013; Labrador y Andreu, 2008; Yacuzzi, 2005), se pretende que acepten más responsabilidad en el desarrollo de la discusión, desarrollen el pensamiento crítico y se preparen para la toma de decisiones, enseñándoles a defender sus argumentos.

La enseñanza de la Biología que se proyecta a través del estudio de Casos, propone brindar herramientas a los alumnos para facilitar la comprensión de temas biológicos en su contexto científico y aplicabilidad social; de esta forma la Biología presentada en el aula cumple como instrumento para generar una ciudadanía más crítica con el sistema, más solidaria con la sociedad y el medio en su conjunto (Luffiego et al., 1994). El Método de Casos es una estrategia metodológica de investigación científica, genera resultados que fortalecen el crecimiento y desarrollo de teorías existentes o el surgimiento de nuevos paradigmas científicos, no obstante, es preciso aplicar la estrategia con rigurosidad científica,



garantizando la calidad y objetividad del estudio del Caso (Martínez, 2012). Dado que el alumno tiene que movilizar continuamente sus conocimientos y relacionarlos entre práctica y teoría, el aprendizaje basado en estas estrategias puede conseguir una mejor integración de los conocimientos declarativos y procedimentales (Campanario y Moya, 1999).

### 3.4.3 Características del Método de Casos

El Método de Casos tiene como característica el empleo de una herramienta educativa llamada Caso. Dichos Casos son instrumentos educativos que revisten la forma de narrativas, un Caso debe incluir datos e información. Por lo general, las narrativas se basan en problemas que estimulan la atención de los estudiantes al centrarse en hechos ligados a la realidad o a su entorno profesional, los objetivos del Caso deben ser revisados por el estudiante con la finalidad de motivarlo para su realización (Pérez y Aneas, 2014; Wassermann, 1999). Un Caso es una especie singular de narrativa, una historia con algún punto por resolver, en todas las definiciones se plantea el Caso a partir de una idea o punto central, se plantea un conflicto, los personajes, para después detallar los hechos que construyen la historia. El relato tiene que representar objetivos de aprendizaje claros y proporcionar datos para que los estudiantes generen sus propias conclusiones (Valeros, 2015).

Un Caso contribuye a enlazar la teoría y la práctica, es decir, entre la escuela y el mundo real, propone el desarrollo de competencias para el análisis y toma de decisiones. Un Caso debe finalizar con un final abierto, se refiere a que produzca una sensación de incomodidad al lector, para que él de su versión final de la situación, generando argumentos para debatir y creando nuevo aprendizaje (Barkley, 2010; Wassermann, 1999); para que el estudiante genere una respuesta tendrá que movilizar sus ideas previas y analizar las nuevas.

### 3.4.4 Tipos de Casos

La forma en la que se puede presentar un Caso es muy variada, ya que puede ser en formato escrito, segmentos de un video real o película comercial, tomar una historia presentada en algún medio, algún expediente obtenido de archivos relacionados al tema, un problema científico, entre otros. Algunos autores mencionan que un “buen Caso” requiere:

- Ilustrar los asuntos y factores típicos del problema que se quiere abordar.
- Mostrar marcos teóricos pertinentes.
- Volver relevantes los supuestos y principios disciplinarios prevalecientes.
- Revelar los problemas y tensiones reales que existen con respecto al problema a resolver.

Otros autores [Barkley \(2010\)](#); [Díaz \(2006\)](#); [Wassermann \(1999\)](#) consideran que los puntos anteriores son importantes, pero incluyen otros criterios que en la realidad permiten elegir de mejor forma un Caso de enseñanza:

- Vínculo directo con el currículo: el Caso debe estar relacionado con al menos un tema central del programa, que permita focalizar ideas y conceptos importantes.
- Calidad de la Narrativa: cuando el Caso es interesante, el lector o estudiante muestra mayor interés permitiéndole interactuar con la historia, familiarizándose con los personajes, hechos o lugares. Entre más cercana a la realidad se encuentre la narrativa se genera una mayor empatía e interés genuino.
- Es accesible al nivel de los lectores o estudiantes: si el Caso cuenta con un lenguaje asequible, los oyentes podrán decodificar el vocabulario y generar un significado de lo que se relata.

### Capítulo III. Fundamento psicopedagógico

---

- Intensifica las emociones del alumno: cuando la narrativa cuenta con conceptos que generen una emoción y juicios emotivos, el lector puede analizar desde otra perspectiva la situación.
- Genera dilemas y controversias: un buen Caso no tiene una solución fácil ni un final feliz, no se sabe qué hacer o cuál es el camino correcto hasta que se debate, exige un nivel de pensamiento alto, así como de creatividad y capacidad para tomar decisiones por parte del alumno.

El aprendizaje que se genera a través de un Caso, se caracteriza por una intensa interacción entre el docente y el alumno, así como entre los alumnos en el grupo de discusión.

Los Casos son considerados herramientas que permiten el estudio de un tema de relevancia y actualidad, con la ayuda de varias fuentes de información. En la figura 4 se observa un esquema con los criterios sugeridos para generar un Caso en la enseñanza.



Figura 4. Criterios para elegir un Caso en la enseñanza. Modificado de [Díaz, 2006](#).

Por otra parte, [Valeros \(2015\)](#) considera que el Caso no sólo se compone de la narrativa y el conflicto que presenta, un elemento fundamental de esta estrategia es la formulación de las preguntas que promueven el análisis de la situación y su resolución. Las preguntas se deben generar con una secuencia lógica que exponga los acontecimientos, el escenario y personajes del Caso, acompañadas por otras preguntas que puntualizan el análisis de los hechos, de esta forma los cuestionamientos generados llevarán a la resolución del Caso a través de valoraciones y juicios, así como de las propuestas de soluciones. Las preguntas deben enfocarse en abordar con profundidad la idea central del Caso en cuestión, por lo que es conveniente redactar las preguntas evitando sesgos o tendencias hacia las respuestas correctas, que se expresen con monosílabos o que por otra parte dificulten el razonamiento lógico del estudiante y los desvíe de la resolución del Caso.

Considerando que el Caso tiene que llevar a los estudiantes a una discusión para lograr que se lleve un intercambio de opiniones, con la característica de que sea en conjunto y abordando el tema principal (Díaz, 2006), es importante que el profesor promueva un ambiente de respeto entre los participantes así como certificar que las opiniones sean de forma concienzuda y con argumentos claros, evitando la dispersión.

### 3.4.5 Evaluación del Caso

Un Caso puede tener muchas reflexiones e interrogantes, por lo que se tiene que determinar un cierre, puede ser con una síntesis de lo explicado y lo concluido, así como dar pros y contras, concluyendo que ninguna visión es definitiva, llevando a los estudiantes a la reflexión de las ideas expuestas, permitiendo que aumenten y profundicen en la comprensión de los conceptos originales del Caso (Wassermann, 1999; Díaz, 2006).

Los principios por considerar en la evaluación del aprendizaje mediante un Caso son los siguientes:

1) Fomentar el pensamiento crítico, 2) promover la responsabilidad del estudiante por el estudio, 3) una comunicación que facilite la transferencia de información y conceptos, 4) convertirse en autoridad en la materia de un ámbito concreto, 5) vincular los aprendizajes cognitivos y afectivos, 6) fomentar la motivación dentro del aula, 7) desarrollar actividades y habilidades cooperativas en el estudiante y 8) promover el aprendizaje autodirigido. El Método de Casos es una estrategia que no solo busca educar el intelecto, sino al individuo social, que tenga respeto por la opinión de sus compañeros y participe con tolerancia y empatía en su entorno (Díaz, 2006; Pérez, 2014). La metodología del Caso implica por sí misma una evaluación continua del progreso, de forma global con relación a como se adapta el Caso trabajado a la realidad.

### 3.5 Método

Se diseñó, aplicó y evaluó una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje del tema reproducción. Se buscó que a través de la estrategia el alumno estableciera un vínculo entre el proceso biológico de reproducción, con la importancia que representa en el desarrollo del individuo y la relevancia que tiene en el contexto social.

Se eligió un grupo de alumnos que cursaban la asignatura de Biología I, unidad III, correspondiente al tercer semestre del programa de estudio del Colegio de Ciencias y Humanidades. La edad promedio del grupo fue de 15 – 18 años. Se propuso la intervención en 3 sesiones para desarrollar la estrategia didáctica. También se emplearon dos sesiones, una previa para la aplicación de un *pre-test* y una al final de las sesiones para un *post-test* de conceptos del tema, con la finalidad de hacer una evaluación general de los aprendizajes de los alumnos.

En las sesiones se incluyeron actividades a realizar por el docente y por los estudiantes de manera individual y grupal: aplicación de ejercicio de ideas previas, proyección de videos introductorios, exposición-guiada sobre reproducción con énfasis en meiosis y gametogénesis apoyada en un organizador gráfico y una lectura introductoria sobre “reproducción sexual”; elaboración de cuadros comparativos con los conceptos vistos en clase y como punto central de la estrategia, el análisis y discusión del Caso “El embrión viajero”, así como los instrumentos de evaluación. Se consideraron las dos primeras sesiones como base para el manejo de información (andamiaje), posteriormente esta información se aplicó en la discusión del Caso.

### **3.5.1 Elaboración del Caso**

Para el Caso se elaboró una narrativa que plantea un problema de la vida cotidiana con contenido biológico sobre el tema de reproducción, se propuso la siguiente dinámica.

- 1.- Selección de la situación problema
- 2.- Construcción del Caso
- 3.- Generación de preguntas clave
- 4.- Análisis del Caso
- 5.- Discusión grupal

### **3.5.2 Selección de la situación problema**

Los conceptos biológicos de reproducción y su relación con las implicaciones socioculturales son importantes para que los estudiantes reconozcan su vínculo con la sexualidad y sus problemáticas, principalmente en el ámbito de la salud, por lo que un problema sobre fecundación cumple con las características para ser analizado por el Método de Casos y de esta manera empezar a atender desde el aula, con información científica, una necesidad de carácter social.

### **3.5.3 Construcción del Caso**

Se diseñó una situación problema sobre reproducción, específicamente sobre fecundación con base en situaciones de la vida real, en donde la información biológica ayudará a tomar decisiones, así como movilizar las ideas previas de los alumnos y promover ideas nuevas, con un esquema de trabajo colaborativo.

### **3.5.4 Generación de preguntas clave**

Previamente se generaron preguntas clave relacionadas a la información biológica proporcionada y se incluyeron al final del texto, con la finalidad de fomentar la

participación, análisis crítico y reflexión sobre la reproducción en general y la fecundación en particular.

### **3.5.5 Análisis del Caso**

Se solicitó a los alumnos describir de manera breve su análisis e ideas de forma escrita y oral, sobre el Caso presentado. El debate propuesto se estructuró para facilitar que todos participaran y construir una idea más acertada y completa, para retroalimentar y que cada alumno construya su propio conocimiento sobre reproducción.

### **3.5.6 Discusión grupal**

Con base en las características del Método de Casos, se promovió la elaboración de argumentos por parte de los alumnos de forma grupal e individual. El propósito de la discusión fue que los alumnos integraran los tres dominios del conocimiento (conceptuales, procedimentales y actitudinales), al defender su postura y argumentar sus ideas frente a sus compañeros.

### **3.5.7 Evaluación**

El Caso se evaluó a través de una rúbrica, con las respuestas que los alumnos proporcionaron a las preguntas planteadas al final de la lectura y crítica del Caso.

Por otra parte, se implementó una evaluación de la didáctica específica con la aplicación de un *pre-test* y un *post-test*, con la finalidad de comparar los conceptos iniciales del alumno sobre el tema, con los que adquiere con las actividades, analizando si obtuvo nuevos conceptos y terminología, así como la incorporación de ellos a su lenguaje.



## Capítulo IV. Diseño de la secuencia didáctica

### 4.1 Esquema de la secuencia

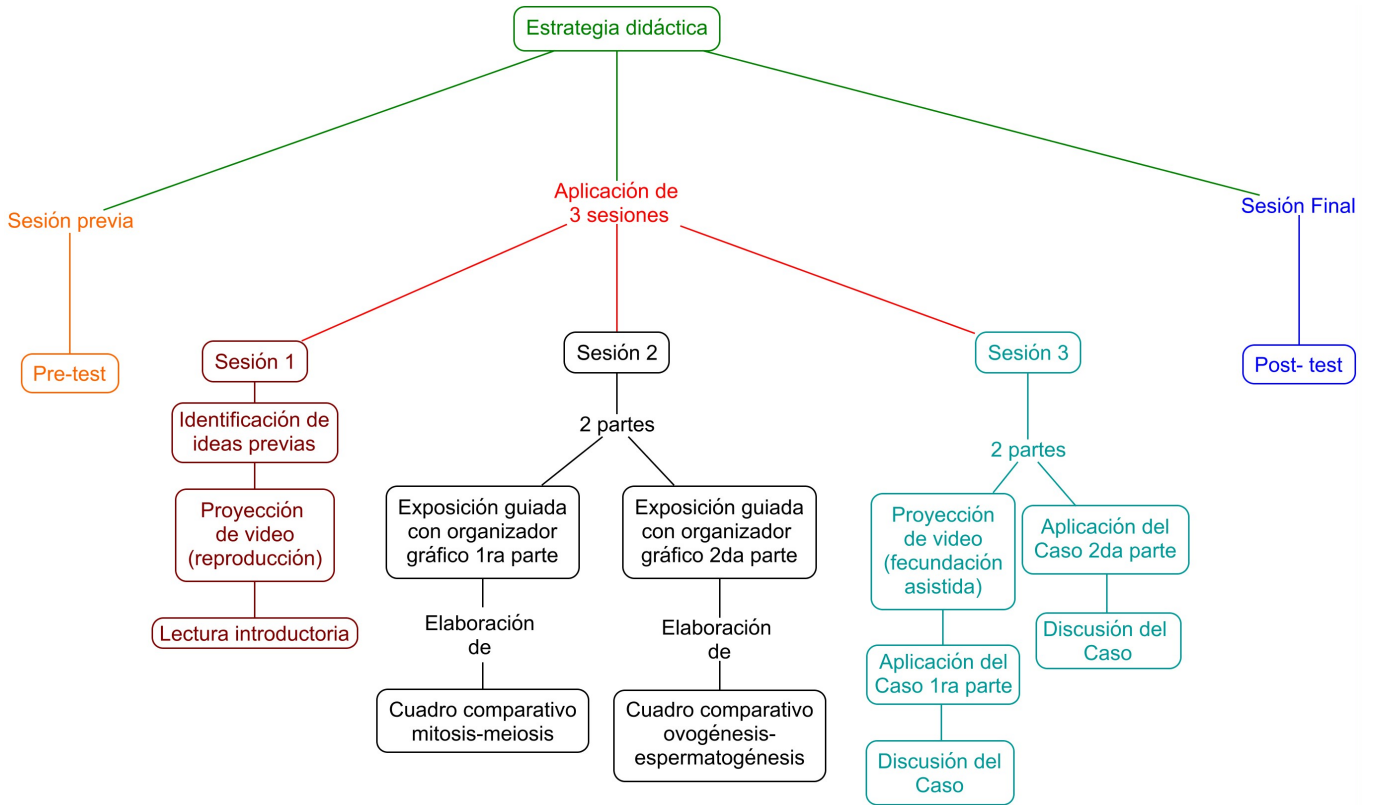
Autor	Gethsemany García Guerrero
Tema	Reproducción <ul style="list-style-type: none"><li>• Meiosis y gametogénesis</li></ul>
Institución educativa	Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCCH)
Materia	Biología I
Unidad	Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?
Propósito de la unidad	El alumno identificará los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos, para que comprenda su importancia biológica y evolutiva
Semestre	Tercero
Horas asignadas para el tema	5 horas
Sesiones	Dos sesiones de 2 horas y una sesión de 1 hora
Población	
Aprendizajes conceptuales	Explicar la meiosis como un proceso que antecede a la reproducción sexual y produce células genéticamente diferentes
Aprendizajes procedimentales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplica habilidades de analizar y sintetizar la información confiable proveniente de diferentes fuentes que contribuyen a la comprensión de la reproducción,</li></ul>

## Capítulo IV. Diseño de la secuencia didáctica

	<p>transmisión y modificación de la información genética</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Realiza investigaciones en las que aplique conocimientos y habilidades con las características del trabajo científico y comunica en forma oral y escrita los resultados empleando un vocabulario científico</li></ul>
Aprendizajes actitudinales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Muestra actitudes favorables hacia el trabajo colaborativo, así como a hacia la ciencia y sus productos</li><li>• Muestra una actitud crítica y reflexiva ante la relación ciencia-tecnología-sociedad-ambiente</li><li>• Aplica habilidades, actitudes y valores en la realización de investigaciones escolares, sobre alguno de los temas o situación cotidiana relacionada</li></ul>
Nivel taxonómico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión: Describir y explicar</li><li>• Aplicación: Relacionar y aplicar</li><li>• Análisis: Analizar</li></ul>

*Tabla 3. Esquema de la secuencia didáctica construida con base en el programa de la materia Biología I, de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH).*

4.2 Diagrama de las sesiones



### **4.3 Construcción de la secuencia**

La secuencia se divide en tres sesiones, cada una con un inicio, un desarrollo y un cierre.

#### **Sesión previa**

En esta sesión, el docente se presentó de forma breve, les explicó a los alumnos el objetivo de su intervención y les proporcionó el *pre-test*, para resolverlo en 10 minutos.

#### **Sesión 1**

##### Actividades de inicio

El docente se presentó, expuso los objetivos de la sesión y planteó preguntas exploratorias para conocer las ideas previas de los estudiantes, para esta actividad se dieron 15 minutos. En esta actividad se pidió definir términos científicos sobre reproducción y representar en forma gráfica algunos conceptos sostén<sup>6</sup>. Posteriormente, el docente proyectó un video introductorio al tema de reproducción con una duración de 5 minutos.

En estas actividades se buscaron contenidos declarativos, para ser evaluados con las respuestas a las preguntas exploratorias.

##### Actividades de desarrollo

El docente proporcionó una lectura introductoria al tema de reproducción, para esta actividad se dieron 10 minutos. Con base en la lectura introductoria y el video de inicio se pidió a los estudiantes que respondieran a las preguntas que se

---

<sup>6</sup> Los conceptos sostén son las ideas más adecuadas en las cuales el estudiante podrá construir significados correctos, anticipándose a la consolidación del error e impidiendo que el alumnado memorísticamente intente incorporar información que se guarda inconexa en su estructura cognitiva. Generando en los alumnos razonamiento analítico que les permita conectar coherentemente nueva información con conocimiento previo (Galagovsky, 2004).

plantearon en un cuestionario, con la finalidad de identificar los conceptos relacionados al proceso biológico de reproducción.

La evaluación consistió en la revisión de las respuestas relacionadas al cuestionario.

Actividades de cierre

El docente retroalimentó la actividad, haciendo un breve resumen del video y la lectura con base en las ideas y conceptos identificados.

### **Sesión 2**

Actividades de inicio

El docente expuso los objetivos y escribió en el pizarrón las palabras y conceptos claves que los alumnos mencionaron en el cuestionario, realizó preguntas a los estudiantes y verificó que no quedaran dudas del video y de las preguntas expuestas.

La evaluación se realizó con base en la participación activa de los alumnos.

Actividades de desarrollo

El docente realizó una exposición guiada dividida en dos partes, cada una de 20 minutos con base en un organizador gráfico sobre reproducción donde explicó los términos y el proceso de meiosis y de gametogénesis, nutrida con preguntas generadas por los estudiantes. Se solicitó a los estudiantes ir identificando las etapas y procesos involucrados en el tema. Al finalizar la exposición el docente generó una discusión sobre conceptos y la importancia del tema. Se dio relevancia al tema de reproducción sexual. Los alumnos construyeron dos cuadros comparativos, uno sobre las diferencias entre los procesos de mitosis-meiosis, el segundo sobre las diferencias entre ovogénesis-espermatogénesis con base en los temas expuestos.

La evaluación se tomó con la participación de los alumnos durante la exposición guiada, así como las ideas y ejemplos que propuso el grupo. También se revisó la construcción de los cuadros comparativos planteados por cada alumno.

### Actividades de cierre

El docente puntualizó algunos elementos del tema, generó preguntas de reflexión para los estudiantes y realizó un resumen de lo visto en la actividad. También dio ejemplos de fecundación asistida, así como de los procesos por los que se generan nacimientos de gemelos y mellizos.

### **Sesión 3**

#### Actividades de inicio

El docente expuso los objetivos, retomó la exposición de la sesión anterior y proyectó un video sobre fecundación asistida con duración de 5 minutos.

#### Actividades de desarrollo

Se formaron equipos de 5 integrantes, se les proporcionó la primera parte de un Caso llamado “El embrión viajero” que involucra el tema de fecundación y fecundación asistida<sup>7</sup>, que leyeron y discutieron con su respectivo equipo durante 10 minutos. A continuación, el docente generó preguntas para iniciar una discusión con base en el Caso, promoviendo la participación de todos los equipos y sus integrantes.

Posteriormente, el docente proporcionó la segunda parte del Caso “El embrión viajero” donde se le pidió al alumno que establecieran una postura con respecto a la problemática expuesta, para esta parte se dieron 10 minutos para la lectura y

---

<sup>7</sup> Nota: En el Caso se respeta el término de fertilización y se aclara que es el término que se utiliza comúnmente en la clínica, pero que en Biología se utiliza con más frecuencia el término de fecundación y que ambos son sinónimos.

discusión por equipo. Los alumnos participaron activamente en las preguntas, críticas y análisis propuestos por el docente en la discusión grupal.

En esta actividad es de suma importancia, el respeto hacia las ideas expuestas por los compañeros. Su participación, la capacidad de argumentar y criticar durante la discusión fueron valores a considerar en la evaluación. Se buscó que los alumnos movilizaran sus ideas previas, y aplicaran los conceptos y términos revisados con anterioridad en clase.

### Actividades de cierre

El docente guio la discusión y promovió la reflexión del Caso, con base en los conceptos biológicos e ideas de los estudiantes. Para cerrar, el docente realizó un resumen y retomó las ideas y posturas de los equipos para generar una conclusión grupal. Para finalizar, el docente generó la pregunta ¿cuál es la importancia de la reproducción sexual? Con el propósito de generar un vínculo entre el proceso biológico de reproducción y el contexto sociocultural del estudiante.

### Sesión final

La sesión final consistió en la entrega del *post-test* a los alumnos, se les dieron 10 minutos para resolverlo.

## Capítulo IV. Diseño de la secuencia didáctica

### 4.4 Secuencia

<b>Tema: Reproducción</b>				
<b>Objetivo:</b> Que el alumno identifique los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos.				
<b>Institución:</b> Escuela Nacional de Ciencias y Humanidades (ENCCH), UNAM	<b>Programa:</b> Biología I	<b>Unidad:</b> ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?	<b>Fecha de aplicación:</b>	
<b>Contenidos:</b> Meiosis y gametogénesis: Explicar la meiosis como un proceso que antecede a la reproducción sexual y produce células genéticamente diferentes				
<b>Estrategia</b>				
<b>Sesión 1 Inicio</b>	<b>Dimensión del contenido</b>	<b>Material didáctico</b>	<b>Sistematización</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preguntas exploratorias sobre conceptos de división celular</li> <li>• Evaluación diagnóstica sobre conceptos de gametogénesis y meiosis</li> <li>• Proyección de video sobre reproducción</li> <li>• Lectura introductoria sobre reproducción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Video</li> <li>• Lectura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 minutos para preguntas exploratorias e introductorias sobre reproducción</li> <li>• 5 minutos proyección de video</li> <li>• 10 minutos lectura introductoria</li> <li>• 10 minutos para responder cuestionario de video y lectura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respuestas a preguntas exploratorias</li> <li>• Revisión de las respuestas sobre las ideas previas</li> <li>• Revisión del cuestionario sobre el video y la lectura</li> </ul>
<b>Sesión 2 Desarrollo</b>	<b>Dimensión del contenido</b>	<b>Material didáctico</b>	<b>Sistematización</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escribir en el pizarrón las palabras y conceptos claves que los alumnos hayan escrito en el cuestionario</li> <li>• Generar y responder dudas con base en las palabras del pizarrón</li> <li>• Realizar una exposición guiada con base en un organizador gráfico de conceptos de meiosis, gametogénesis y fecundación.</li> <li>• Elaboración de dos cuadros comparativos (uno sobre mitosis-meiosis, el otro sobre ovogénesis-espermatogénesis) con base en la exposición guiada de los temas</li> <li>• Dar ejemplos de fecundación, nacimiento de gemelos y mellizos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarativo</li> <li>• Procedimental</li> <li>• Actitudinal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del pizarrón para palabras y conceptos clave</li> <li>• Exposición guiada</li> <li>• Presentación</li> <li>• Organizador gráfico</li> <li>• Cuadros comparativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 minutos para escribir palabras y conceptos clave</li> <li>• 30 minutos de exposición guiada</li> <li>• 10 minutos para elaborar el cuadro comparativo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación</li> <li>• Estructura conceptual de los cuadros comparativos</li> </ul>
<b>Sesión 3 Cierre</b>	<b>Dimensión del contenido</b>	<b>Material didáctico</b>	<b>Sistematización</b>	<b>Evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyección de video sobre fecundación asistida</li> <li>• Formar 5 equipos, leer y discutir las dos partes del Caso: El embrión viajero</li> <li>• Inducir a los alumnos a reflexionar y discutir sobre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declarativo</li> <li>• Procedimental</li> <li>• Actitudinal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Video</li> <li>• Estudio de Caso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 minutos de proyección del video</li> <li>• 10 minutos para lectura y discusión de cada parte del Caso</li> <li>• 30 minutos para criticar y debatir sobre el Caso</li> <li>• 10 minutos para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación continua</li> <li>• Exposición y crítica de argumentos sobre el Caso</li> <li>• Desempeño al responder</li> </ul>



## Capítulo IV. Diseño de la secuencia didáctica

---

las diferencias entre fecundación y fecundación asistida • Concluir sobre la importancia de los procesos de meiosis y gametogénesis como antecedentes de la reproducción • Reflexionar a la pregunta ¿cuál es la importancia de la reproducción sexual?			conclusiones y dudas	dudas y defender su postura • Rúbrica
---	--	--	----------------------	--

*Tabla 4. Secuencia didáctica del tema Reproducción.*

### Capítulo V. Aplicación de la estrategia didáctica

#### 5.1 Aplicación

Posterior a la fase de planeación-organización de las sesiones, se prepararon los materiales necesarios para realizar la secuencia, con base en los objetivos de cada clase mencionados a continuación.

Los objetivos de la primera sesión fueron identificar las ideas previas de los alumnos sobre los conceptos de meiosis, gametogénesis y fecundación. Otro de los objetivos de la actividad contempló la construcción conceptual del proceso de meiosis, señalando sus características y comparándolo con el proceso de mitosis, dando ejemplos y señalando la importancia del contexto biológico en que ocurren ambos procesos de división celular.

La segunda sesión tuvo como objetivo reafirmar los conceptos biológicos revisados en la primera sesión, a partir de esta revisión, ubicar a la meiosis como un proceso que antecede a la reproducción sexual y produce células genéticamente diferentes. Con base en lo antes descrito, se especificó el otro objetivo de la clase, que fue identificar las características del proceso de gametogénesis (ovogénesis y espermatogénesis). Una vez explicado y analizado, se vinculó al proceso de meiosis.

En la última sesión, uno de los objetivos consistió en reafirmar los conceptos biológicos revisados las dos sesiones anteriores, así como aclarar dudas sobre alguna de las actividades realizadas. Pero el objetivo principal de la tercera actividad fue analizar, discutir y problematizar el Caso “El embrión viajero”, para facilitar la discusión en plenaria, así como la participación de la mayoría de los estudiantes, el Caso fue dividido en dos partes, cada una con preguntas específicas para la discusión por equipos y posteriormente de forma grupal. Por

último, se pidió a los alumnos que reflexionaran y vincularan lo visto en clase con la pregunta ¿cuál es la importancia de la reproducción sexual?

Como se mencionó en el apartado [2.7 Propuesta de metodología](#), se consideraron dos sesiones más, para aplicar un *pre-test* y un *post-test* (ver anexos 10 y 11) que tuvieron el objetivo de detectar la prevalencia o el cambio de las ideas previas. Es decir, considera sólo dos puntos de evaluación, sin olvidar lo que ocurrió entre ellos, a través de otros instrumentos de evaluación.

### **5.2 Etapa de intervención didáctica**

La aplicación de la secuencia didáctica se realizó en el grupo 375, sección A del turno matutino en un horario de 7-9 horas, los días lunes y miércoles, el jueves de 7-8 horas.

### **5.3 Tamaño de la muestra y criterios de inclusión**

Para la aplicación, análisis y evaluación del Método de Casos se consideraron 23 alumnos, de los 26 que existían en lista, ya que 3 de ellos no se presentaron a dos sesiones. Para fines de este trabajo no fueron considerados.

### **5.4 Espacio y tiempo de la aplicación**

La aplicación se realizó los días 1, 3 y 5 de octubre del año 2018, durante el ciclo escolar 2019-1, en las instalaciones de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur. En total se trabajó durante 5 horas de clase, que corresponden a 3 sesiones, las dos primeras de 120 minutos y la última de 60 minutos. La sesión previa para aplicar el *pre-test* fue el día 28 de septiembre y la sesión posterior para aplicar el *post-test* se realizó el día 8 de octubre del año 2018.

### Sesión 1

La sesión 1 inició con el saludo del profesor, su presentación y una breve introducción de las actividades de la estrategia didáctica, el profesor explicó de forma oral y haciendo uso del pizarrón los objetivos por cumplir durante las actividades de esa sesión. El profesor generó preguntas de tipo diagnóstico para conocer los elementos conceptuales de los alumnos sobre las células, sus componentes, su función y clasificación. Anotando las definiciones y palabras en el pizarrón. Además de las preguntas, se les proporcionó a los estudiantes un ejercicio (ver [Anexo 1. Ejercicio de ideas previas](#)) donde tenían que esquematizar una célula animal, con sus organelos y sus respectivos nombres, también se les pidió hacer un esquema de los gametos (espermatozoide y ovocito) así como de un cigoto. Por último, se les pidió definir con sus palabras el concepto de fecundación y enlistar cinco palabras que se relacionen con el tema de reproducción.

Posteriormente, el profesor proyectó un video sobre reproducción para introducir los conceptos y términos generales con los que se trabajaría, además de generar preguntas y resolver dudas sobre éstos. El profesor proporcionó también una lectura (ver [Anexo 2. Lectura introductoria: Reproducción sexual](#)) con los conceptos específicos de meiosis y gametogénesis del tema de reproducción sexual. El video y la lectura se evaluaron con un cuestionario que los alumnos resolvieron (ver [Anexo 3. Cuestionario video y lectura introductoria](#)); para finalizar la sesión, el profesor resolvió dudas sobre las ideas o los conceptos que no quedaron claros. La información contenida tanto en el video como la lectura fue la base conceptual para la actividad subsecuente de exposición-guiada.

### Sesión 2

Durante el inicio de la actividad 2 el docente expuso los objetivos de la clase y escribió en el pizarrón las palabras que proporcionaron los estudiantes de las preguntas generadas por el profesor de la clase anterior con base en el video, la lectura y las explicaciones. Cabe aclarar que en todas las actividades de esta sesión se trató de contextualizar e integrar cada concepto y evento en el proceso global de la reproducción como función que caracteriza a todos los seres vivos, a través de un organizador gráfico, que fue la estructura para la exposición-guiada (ver [Anexo 4. Organizador gráfico](#)), a través de una presentación en *power point*, en dos partes. La primera parte involucró elementos del proceso de meiosis, sus características, su participación durante la reproducción sexual y las diferencias que existen con la mitosis. Durante esta exposición-guiada el profesor generó preguntas de tipo conceptual que los estudiantes respondieron con base en la lectura sobre meiosis y gametogénesis. Para reafirmar los conocimientos y evaluar los conceptos adquiridos, el docente proporcionó un cuadro (ver [Anexo 5. Cuadro comparativo mitosis-meiosis](#)) que respondieron y fueron aclarando dudas con la guía del profesor.

La segunda parte de la exposición-guiada se explicó con base en el organizador gráfico antes mencionado, pero ahora se analizaron los conceptos ligados a gametogénesis como son: ovogénesis, espermatogénesis, aparatos reproductores, destacando la participación del proceso de meiosis para generar un tipo celular específico que permite la recombinación, la generación de nuevos individuos y la variabilidad genética. En este punto se solicita a los estudiantes ir identificando los procesos que vinculan a la meiosis con la gametogénesis dentro del tema de reproducción, durante la exposición-guiada se les preguntó a los estudiantes sobre conceptos, terminología, procesos, así como sus dudas; que les ayudaron a construir su conocimiento. A continuación, se les proporcionó un cuadro (ver [Anexo 6. Cuadro comparativo ovogénesis-espermatogénesis](#)) que

tenían que responder según las características de la ovogénesis y la espermatogénesis revisados y analizados durante la exposición guiada. Con base en sus respuestas el profesor generó una discusión sobre las peculiaridades de la gametogénesis en los humanos, además de resolver dudas. Para finalizar la sesión, el profesor realizó un breve resumen e integró y contextualizó la meiosis y la gametogénesis dentro del proceso global de la reproducción sexual. Así mismo introdujo y destacó como evento indispensable para la reproducción sexual el concepto y características de la fecundación; y en el caso humano comentó la práctica clínica de la fecundación asistida. Además de su importancia biológica, la fecundación fue empleada como detonadora para analizar el Caso que es la actividad final y culminante de esta estrategia. También se presentaron las reglas y la información necesaria para desarrollar el Caso durante la siguiente sesión.

### Sesión 3

El inicio de la actividad 3 estuvo marcado por el saludo del profesor, la exposición de los objetivos de la clase, se retomó el cierre de la sesión anterior para reafirmar y aclarar los conceptos revisados. El profesor proyectó un video sobre fecundación asistida, que sirvió como refuerzo a los conceptos construidos en clase sobre meiosis y gametogénesis, así como un elemento introductorio al Caso y detonador para su discusión. A continuación, se les pidió a los estudiantes numerarse del uno al cinco, para formar equipos de 5 integrantes, se repitieron las reglas para la lectura, análisis y discusión del Caso llamado “El embrión viajero” (ver [Anexo 8. Primera parte del Caso “El embrión viajero”](#) y [Anexo 9. Segunda parte del Caso “El embrión viajero”](#)).

#### Primera parte del Caso

Se le proporcionó a cada equipo una lectura de la primera parte del Caso que involucra el tema de fecundación y fecundación asistida, indicando que contaban con 10 minutos para su lectura, así como para su análisis y para responder las preguntas planteadas sobre la problemática de la clínica expuesta por una nota periodística, se les pidió identificar a los personajes, sus posturas y la probable solución a su complicación, considerando los elementos biológicos que fueron revisados en clase, además de considerar el contexto social sobre el cual se gesta la lectura.

#### Segunda parte del Caso

Al estar familiarizados con la lectura, la segunda parte del Caso sobre la misma temática generó diversos escenarios propuestos por los equipos, donde la discusión se nutrió de los argumentos y conceptos teóricos relacionados con

## Capítulo V. Aplicación de la estrategia didáctica

---

meiosis y gametogénesis. Con base en la postura acordada por los equipos, el docente preguntó sobre la problemática desarrollada en el Caso y cuestionó a los estudiantes sobre ¿qué harían si se enfrentaran a una situación similar?, donde debido a un problema técnico se encontrará de por medio el destino de un hijo. Los estudiantes discutieron llegando a diferentes conclusiones y opiniones, generando nuevos puntos de vista sociales o personales, fortaleciendo la opinión del equipo con base en argumentos científicos y obteniendo una variedad importante de conclusiones.



### Capítulo VI. Análisis de resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos durante la aplicación de la secuencia didáctica en el orden en que fueron utilizados los instrumentos y su análisis, estos resultados se dividieron en dos conjuntos, en el conjunto I: las ideas previas, los cuestionarios del video y de la lectura introductoria, así como, los cuadros comparativos, es decir las bases conceptuales fundamentales del proceso reproductivo. En el conjunto II, el trabajo realizado con el Método de Casos como eje medular de la estrategia didáctica y como actividad para tratar de conflictuar, movilizar, acomodar, debatir y reinterpretar el proceso reproductivo. También se muestra la evaluación de la aplicación relacionada al aprendizaje general del tema con base en la comparación entre *pre-test* y *post-test*.

Los resultados son acompañados de gráficas; con relación al *pre-test* y al *post-test* se cotejó el porcentaje general del grupo. En la evaluación del Caso se especificaron y analizaron las respuestas obtenidas de las discusiones por equipo y grupal, así como los resultados obtenidos por la rúbrica para evaluar el Método de Casos.

#### **Conjunto I**

#### **Actividad 1**

##### **6.1 Identificación de ideas previas**

Al iniciar la secuencia, se realizaron preguntas detonadoras para introducir a los alumnos al tema, posterior a las respuestas de los alumnos y la escritura en el pizarrón de las palabras o términos que los alumnos tienen en su mente sobre reproducción, se les proporcionó el ejercicio de actividades previas (Anexo 1).

## Capítulo VI. Análisis de resultados

Con base en el ejercicio y preguntas planteadas, se buscó conocer la presencia o no de aquellos conceptos biológicos (sostén) que los alumnos requieren para abordar el tema de reproducción, desde el punto de vista biológico la estructura y función de la célula es fundamental para entender y vincular los procesos de meiosis y gametogénesis. Por lo que se pidió a los estudiantes esquematizar una célula animal con sus organelos, así como señalarlos con sus respectivos nombres.

Los esquemas sobre la célula indican que 74% de los alumnos identificaba de dos a cinco organelos o elementos celulares (figura 5 A y B). En muchos casos presentaban desorganización, teniendo como resultado una imagen con elementos dispersos por la célula, así como elementos que no corresponden a ningún tipo de organelo celular, mientras que 26% de alumnos identifican cinco o más organelos celulares; realizando la identificación espacial y estructural de estos componentes en la célula animal (figura 5 C).

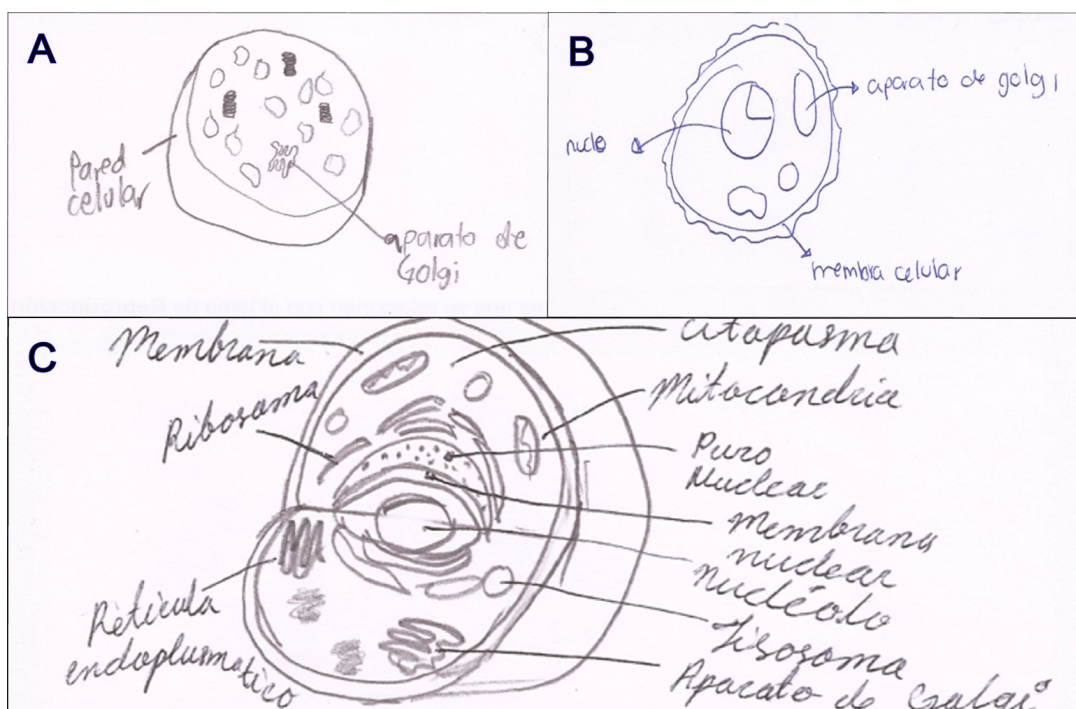


Figura 5. Esquemas de célula animal representados por los estudiantes. En A y B se observa una pobre representación celular y en C una buena representación con señalamientos correctos.

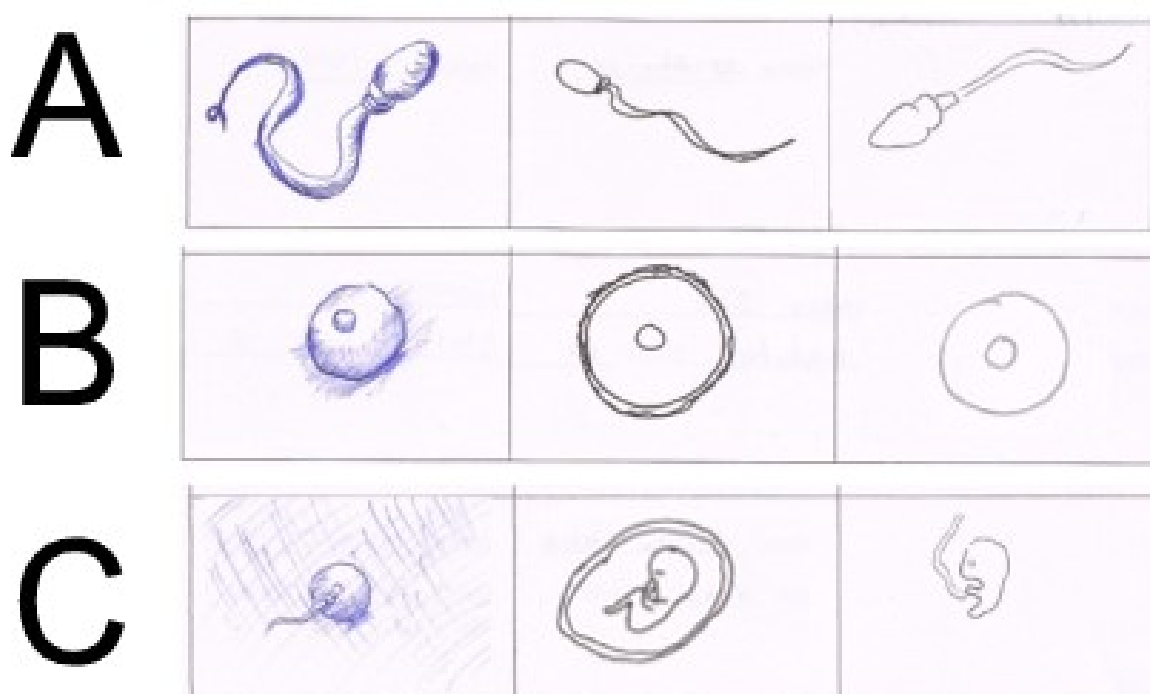
## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

En la imagen A se muestra una célula con una estructura limitada por pared celular, que no es una estructura de las células animales y con pocos elementos celulares, en donde resalta que no identifica organelos como el núcleo y las mitocondrias. En B se observa una célula con elementos definidos, pero poco estructurados como el núcleo, y el aparato de Golgi y la membrana celular no define el límite externo pues tiene una envoltura de más, por último, en C se muestra una célula con más precisión en su estructura, donde se encuentran la mayoría de los organelos en disposición adecuada, bien señalados y con terminología correcta.

## Capítulo VI. Análisis de resultados

Otros esquemas importantes para el tema realizados por los alumnos correspondieron a la identificación de un espermatozoide, un ovocito y un cigoto. Hay que resaltar que para el espermatozoide y el ovocito no se observaron grandes problemas de representación (Figura 6 A y B), sin embargo, al tratar de representar su concepto sobre el cigoto se encontraron diversas confusiones conceptuales como la etapa temprana del encuentro de un espermatozoide con el ovocito, así como embriones en desarrollo dentro del ovocito o del útero (Figura 6 C), el 48% de los alumnos no pudo plasmar un esquema correcto de un cigoto.



*Figura 6. Esquemas de espermatozoide, ovocito y cigoto realizados por los estudiantes. En A y B se observan representaciones suficientemente adecuadas de espermatozoide y óvulo, y en C se muestran representaciones conceptuales alejadas de lo que es un cigoto.*

En la imagen A se observan tres descripciones generales del espermatozoide, esquematizados por los estudiantes, en B se observan ovocitos en donde los estudiantes identificaron básicamente que es una célula nucleada, en C se pueden identificar esquemas que no representan un cigoto, desde un espermatozoide reconociendo el ovocito, un embrión al interior del ovocito o flotando dentro del

## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

útero y un último esquema que representa a un embrión en desarrollo con cordón umbilical, pero sin elementos contextuales.

Por otra parte, se les preguntó a los estudiantes que explicaran qué era para ellos la fertilización, ejemplos de las respuestas proporcionadas por los estudiantes, fueron las siguientes:

- 1.- *“La fertilización es la capacidad de procrear”*
- 2.- *“Es el periodo en el que es muy probable que se pueda dar origen a un individuo”*
- 3.- *“Cuando un espermatozoide fecunda un óvulo para formar un feto/embrión cuyo ADN es la mezcla del material genético de ambos padres”*
- 4.- *“Es el proceso donde un espermatozoide fecunda un óvulo para crear un cigoto y posteriormente se transforma en un bebé”*
- 5.- *“Es un proceso mediante el cual se procrea un ser vivo a partir de una semilla y lugar fértil. En este caso la semilla sería un espermatozoide y el lugar fértil es el óvulo”*

Sólo tres alumnos (13% del grupo) respondieron que no sabían que era la fertilización. Otros alumnos, como muestran las dos primeras respuestas lo confunden con la etapa fértil. También se pueden observar respuestas con un concepto general correcto sobre este evento de la reproducción (respuestas 3 y 4), donde los alumnos identifican la participación y fusión del espermatozoide con el ovocito. En este mismo sentido, la respuesta 5 utiliza analogías, como semilla y lugar fértil, pero de forma inapropiada.

Por último, se les pidió escribir cinco palabras relacionadas al tema de reproducción, los estudiantes respondieron con veintiséis palabras. Se encuentran mencionados principalmente los gametos por trece alumnos, reproducción sexual y fecundación por diez alumnos. El concepto de vida fue mencionado por nueve alumnos, mientras que óvulo y espermatozoide fue mencionado siete veces cada

## Capítulo VI. Análisis de resultados

uno, en tanto que meiosis fue mencionado seis ocasiones y genes cuatro (Figura 8).

Las palabras con la menor mención fueron herencia, bebé, pareja, organismo, ovulación, periodo, aparatos reproductores, relaciones, intercambio, descendencia, embarazo, supervivencia, caracteres, origen, cigoto, ADN, mitosis y célula (Figura 7).

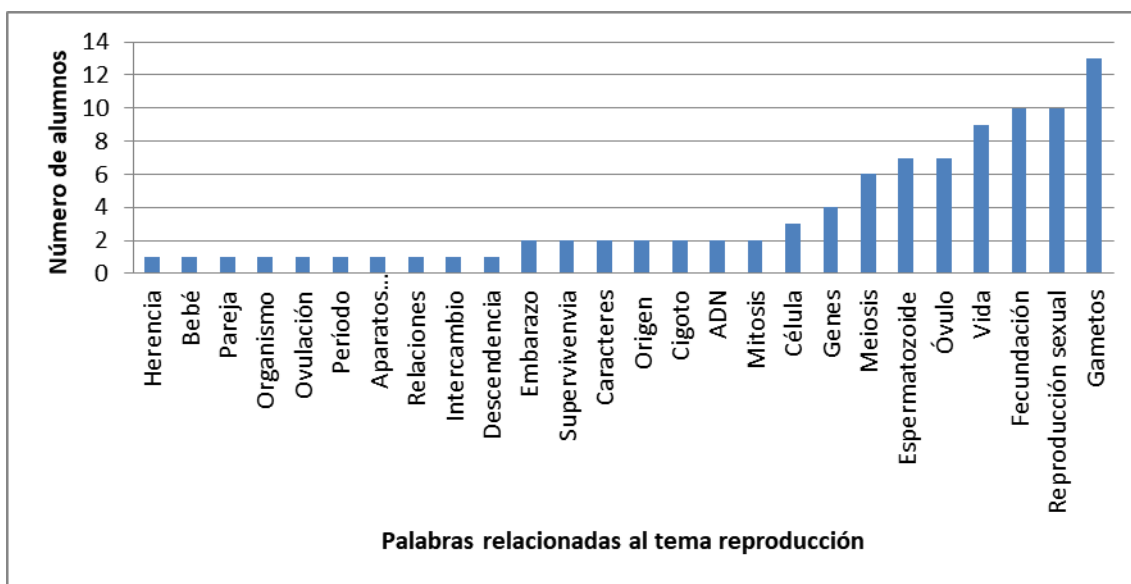


Figura 7. Palabras mencionadas por los estudiantes en el ejercicio de ideas previas.

En las palabras mencionadas por los alumnos se observan tres grupos.

Grupo 1 (a la derecha de la gráfica): Las palabras con frecuencias más altas corresponden a términos científicos claramente relacionados con la reproducción sexual (de célula a gametos en la figura 7), representan principalmente elementos microdimensionales, por lo que se asume que no han sido observados por los estudiantes, pero si comunicados por la acción docente en el aula.

Grupo 2 (al centro de la gráfica): Con una frecuencia de dos veces cada palabra, hay un grupo intermedio de términos relacionados con la reproducción, que por sus características algunos caerían perfectamente en el primero y otros en el

tercer grupo. Se conforman a partir de información teórico-científica los primeros y observacional o experiencial los últimos.

Grupo 3 (a la izquierda de la gráfica): Son palabras que se mencionan una vez y corresponden a información que nace de la propia experiencia del estudiante y representan fenómenos del mundo cotidiano sobre reproducción sexual, caracterizados por su macrodimensionalidad y tangibilidad.

Se destaca la desvinculación de lo macrodimensional con lo microdimensional y por lo tanto de lo observacional con lo explicativo (piensan que esto último es lo científico). Y por tratarse del ámbito escolar y de una disciplina científica hay una clara ponderación hacia la terminología científica. Al parecer hay poca comprensión de que los fenómenos macrodimensionales observados por ellos tienen una explicación científica y una correlación con lo microdimensional referido por los términos científicos.

### **6.2 Proyección de video y lectura introductoria sobre reproducción sexual**

Durante la primera sesión se proyectó un video sobre reproducción sexual, en el cual los estudiantes observaron características generales sobre el proceso de fecundación, la generación de los gametos y sus participación en el proceso de reproducción sexual, se estimuló el interés por el tema y se complementó con la lectura introductoria (Anexo 2), donde se describió el proceso de meiosis, vinculado a la generación de gametos masculinos y femeninos, a través de los procesos de espermatogénesis y ovogénesis (gametogénesis), dando un panorama y sirviendo como plataforma para iniciar el tema.

Después de la visualización del video y de la lectura sobre reproducción sexual, se aplicó a los estudiantes un cuestionario sobre conceptos, términos y conocimientos abordados en ambos instrumentos (Anexo 3). En cuanto a las respuestas proporcionadas por los alumnos, se observaron respuestas limitadas o

## Capítulo VI. Análisis de resultados

conceptos confusos sobre meiosis (Figura 8), reflejando una representación poco clara de este evento crucial de la reproducción sexual, sin embargo, se encontró mayor comprensión de los conceptos sobre gametogénesis y producción de células sexuales (Figura 9). Como se mencionó en el capítulo anterior, esta actividad tiene la finalidad de dotar a los estudiantes de conceptos, términos científicos y de identificar los elementos complejos, abstractos o confusos, que serían abordados durante la exposición-guiada, de esta forma los estudiantes podrán participar, generar y resolver dudas, así como unificar los temas que se irían discutiendo con la exposición-guiada.

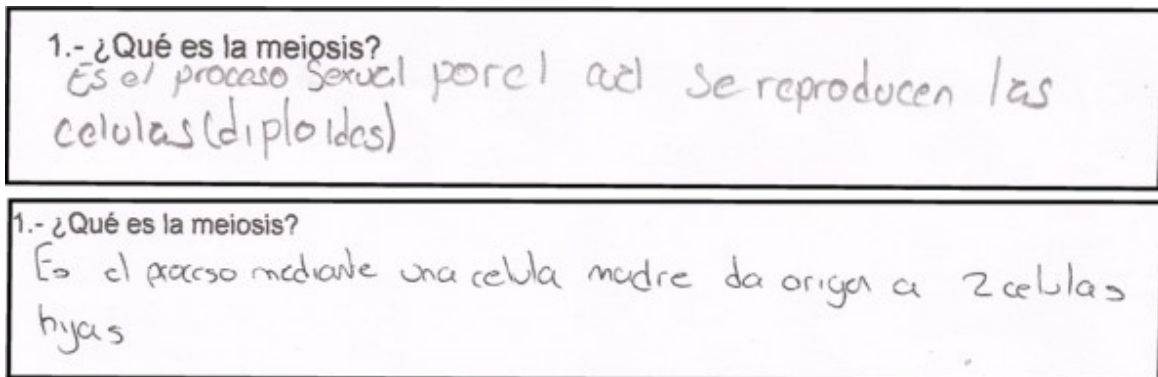


Figura 8. Respuestas sobre el proceso de meiosis elaboradas por los estudiantes. Se observaron en general respuestas incorrectas.



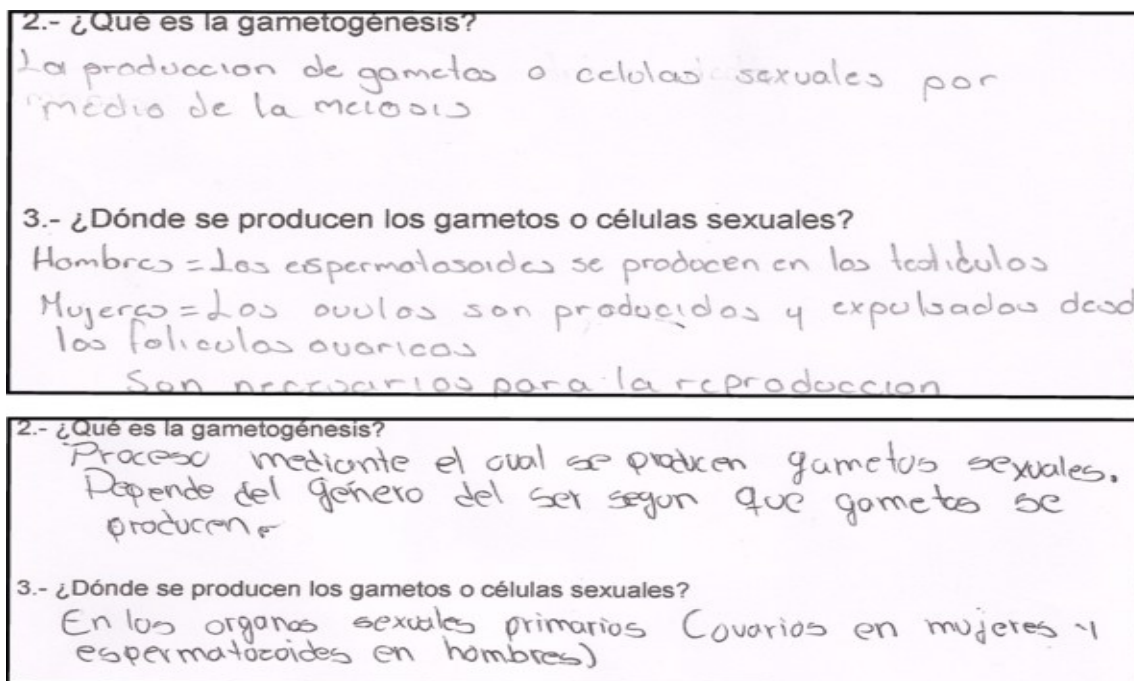


Figura 9. Respuestas sobre gametogénesis elaboradas por los estudiantes. Los alumnos dieron en general respuestas sencillas.

### Actividad 2

#### 6.3 Exposición-discusión

Dentro de la estrategia se realizó una exposición-discusión, a través de un organizador gráfico (Anexo 4) que tuvo como objetivo la construcción conceptual contextualizada de los temas de meiosis, gametogénesis, y fecundación dentro de la reproducción sexual, con base en la participación activa de los alumnos. La exposición-discusión se organizó desde las características de un ser vivo, señalando que presentan autopropagación, para introducir al tema de reproducción. En ese sentido se especificó la diferencia entre reproducción asexual y sexual. Se identificó a la meiosis como el mecanismo distintivo de la reproducción sexual, señalando las características de este tipo de división celular y se vinculó con el proceso de gametogénesis (ovogénesis y espermatogénesis), posteriormente se puntualizaron con la participación de los estudiantes, las

características de cada mecanismo. Se hizo hincapié que es el proceso responsable de la variación y diversidad genética.

Si bien el organizador gráfico tuvo una intención integradora, ya que un tema debe estar contextualizado y secuenciado congruentemente, se rescató de la enseñanza expositiva, la síntesis conceptual (Carretero, 2011) y como lo menciona Pozo (2006), el favorecer en los alumnos la comprensión de los conceptos complejos y abstractos, asumiéndolos en lo posible como propios, en este sentido, se les acercó al lenguaje y la terminología científica que se usaría en clase, evitando que se sintieran ajenos a la temática.

### 6.4 Cuadros comparativos

Con base en la participación de los alumnos, la discusión de algunos conceptos complejos y la explicación de términos abstractos y poco conocidos, se les proporcionaron a los estudiantes dos cuadros comparativos para resolver, uno sobre mitosis-meiosis (ver [Anexo 5. Cuadro comparativo mitosis-meiosis](#)) y el otro sobre ovogénesis-espermatogénesis (ver [Anexo 6. Cuadro comparativo ovogénesis-espermatogénesis](#)). Cabe mencionar que el cuadro comparativo es un organizador de información sintético, que permite identificar en forma rápida semejanzas y diferencias, entre dos objetos o eventos.

Se pudo observar en las respuestas de los cuadros comparativos, que los estudiantes identificaron los elementos conceptuales que se estaban contrastando, por ejemplo, en el cuadro de mitosis-meiosis reconocían que se trataba de dos procesos que se realizan en células diferentes, que participan, uno en la reproducción de tipo asexual (Figura 10 A y B), y el otro en la de tipo sexual. Así mismo, identificaron que la división celular por meiosis y mitosis se realiza en tiempos diferentes, que el resultado de los mecanismos de división celular durante la meiosis genera células genéticamente diferentes y que la variabilidad genética juega un papel importante en la diversidad intraespecífica.

## Capítulo VI. Análisis de resultados

A

	Mitosis	Meiosis
Tiene lugar en las células	somaticas	gametos
Sus células hijas son	Identicas	Variables
Participa en la reproducción	asexual	sexual
Número de divisiones	1	2
¿Hay recombinación?	No	Si
Duración	1 hora	38 horas
Resultado	2 células	4 células
Finalidad	Las células hijas son idénticas a las células madres	variabilidad genética

B

	Mitosis	Meiosis
Tiene lugar en las células	somaticas	gametas
Sus células hijas son	Haploides	Diploides
Participa en la reproducción	Asexual	Sexual
Número de divisiones	1	2
¿Hay recombinación?	No	Si
Duración	24 hrs.	32
Resultado	2 células diploides	4 células haploides
Finalidad	restaurar las células de la piel, pelo, etc.	reproducir a los seres vivos

Figura 10. Cuadros comparativos sobre mitosis-meiosis, resueltos por los estudiantes. Se observa que varios conceptos de ambos procesos se entendieron, pero no la condición diploide o haploide: en A ni siquiera se menciona y en B es errónea.

Un punto importante a destacar sobre las respuestas en el cuadro sobre mitosis-meiosis, es que los estudiantes tienen dificultad con los conceptos de haploide y diploide, confundiendo los procesos y en muchos casos respondiendo con el mismo concepto para los dos tipos de división. En la imagen B se puede observar que identifican en la meiosis las células hijas como diploides, pero posteriormente, señalan que el resultado de la meiosis son 4 células haploides.

Las respuestas obtenidas en el cuadro comparativo de ovogénesis-espermatogénesis, muestra que los alumnos identifican el lugar donde se lleva a cabo la producción de gametos, así como las células iniciadoras de los procesos. También encuentran la diferencia entre cada tipo y forma de generar las células sexuales, mostrando que el resultado de la ovogénesis, son los óvulos u ovocitos y los espermatozoides son el resultado de la espermatogénesis (Figura 11 A y B).

Por otra parte, se puede observar que los estudiantes, mostraron una integración sobre el concepto de meiosis y los mecanismos de división celular en la

## Capítulo VI. Análisis de resultados

gametogénesis, viéndolo como un proceso que lo antecede y favorece la producción de espermatozoides y óvulos (Figura 11 A).

	Ovogénesis	Espermatogénesis	
<b>A</b>	Se realiza en los ovarios	Se realiza en los testículos	
	Se genera a partir de las ovogonias	Se genera a partir de las espermatogonias	
	los ovogonias proliferan por mitosis antes de convertirse en ovocitos primarios, durante este proceso se lleva la primera división meiótica.	Se generan espermatozoides primarios y finaliza con la formación de dos espermatozoides secundarios	
	Se producen óvulos	Se producen espermatozoides	
	la ovogénesis es un proceso necesario para la reproducción sexual.	la espermatogénesis se detiene hasta cierto punto, pero igual es necesaria.	
			<b>B</b>
	La penitencia del ovario	Se realiza en el testículo	
	ovogonias	espermatozonias	
	El proceso se detiene y se retorna al inicio del periodo	El proceso es continuo	
	Óvulo	Espermatozoide	
	Óvulo	Se obtienen 4 espermatozoides	

*Figura 11. Cuadro comparativo sobre ovogénesis-espermatogénesis, resuelto por los estudiantes. Se observa que los alumnos identifican de forma correcta los procesos de ovogénesis y espermatogénesis.*

La evaluación de cada uno de los cuadros comparativos se realizó a través de una lista de cotejo (ver [Anexo 7. Lista de cotejo para evaluar cuadros comparativos](#)).

Los resultados muestran que el promedio general obtenido del cuadro comparativo de mitosis-meiosis es de 7.2, mientras que el promedio para el cuadro comparativo de ovogénesis-espermatogénesis es de 8.6 (Figura 12).

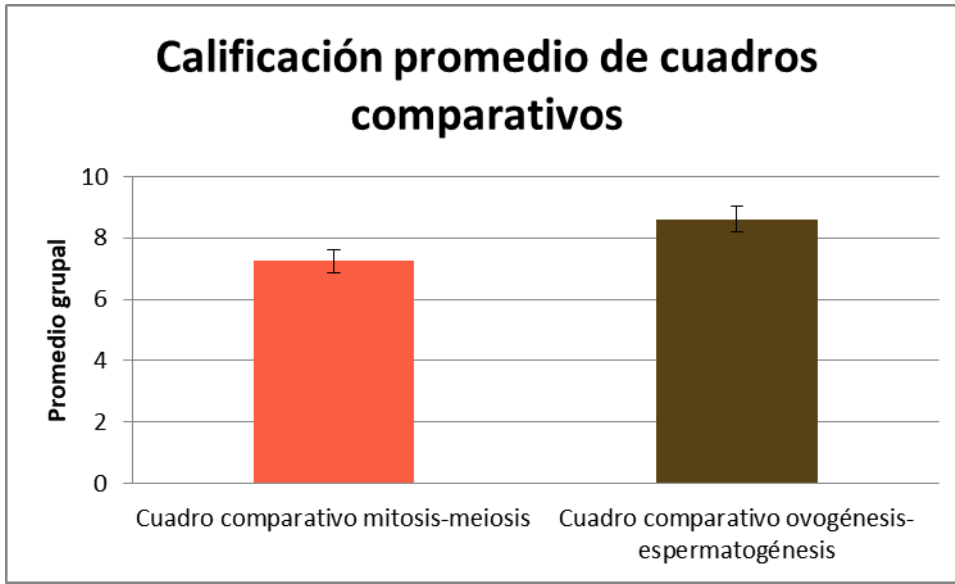


Figura 12. Promedio grupal de cuadros comparativos.

### **Conjunto II**

#### **Actividad 3**

##### **6.5 Evaluación del Método de Casos**

Como se mencionó al inicio del capítulo, dentro del conjunto II se mostrarán los resultados obtenidos con el Caso “El embrión viajero” en sus dos partes. En la primera parte se hicieron preguntas a los estudiantes para relacionar e identificar el problema presentado en la clínica de fertilización asistida, los personajes del Caso, las implicaciones biológicas y la relación con los temas/conceptos sobre reproducción revisados previamente.

#### **Primera parte del Caso**

A continuación, se muestran las preguntas relacionadas a la primera parte del Caso con las respuestas proporcionadas por los equipos.

**Pregunta 1.- ¿Explica cómo es que la señora Martínez tenía un embarazo gemelar y la señora Hernández no estaba embarazada?**

Objetivo de la pregunta: Que los alumnos identifiquen el problema principal de la narrativa.

Respuestas de los equipos

1.- *“La Sra. Martínez tuvo varios óvulos fertilizados; más posibilidades de quedar embarazada y esto pudo haber sido porque le implantaron embriones de otra pareja, mientras que a la Sra. Hernández no le implantaron nada o no funcionó.*

2.- *“Porque al implantar varios espermatozoides, dos lograron fecundarse en el mismo óvulo dando origen a los gemelos. Por otro lado, a la señora Hernández no le implantaron nada”*

## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

3.- *“Tenía un embarazo gemelar porque se le implantaron los embriones de la señora Hernández”*

4.- *“La señora Martínez fue fecundada por dos distintas espermatozoides, uno de ellos era el espermatozoide del esposo de la señora Hernández”*

5.- *“Durante un proceso de fertilización se produjo un error, en este caso se implantaron cuatro embriones de sus óvulos y varios de otra pareja, al producirse la mitosis, la información genética dio lugar a caracteres iguales, sin embargo, con fenotipo distinto al ser de distintos padres.*

Evaluando las diferentes respuestas proporcionadas por los estudiantes se puede observar que los cinco equipos lograron identificar la situación del Caso, ya que identificaron a los personajes principales, un problema clínico, así como una posible causa del embarazo gemelar de la señora Martínez. Se observan sin embargo errores conceptuales en algunas respuestas. Por ejemplo, en las respuestas dos y cuatro, considerar que lo implantado fue el espermatozoide y no el embrión y en la respuesta cinco hay poca claridad entre los procesos de mitosis y meiosis, así como en su participación en el genotipo y fenotipo.

**Pregunta 2.- ¿Qué errores médicos durante el tratamiento de fertilidad podrían producir embriones de diferentes padres creciendo en el útero de la señora Martínez?**

Objetivo de la pregunta: Identificar los errores técnicos durante el proceso de fertilización asistida, en los casos de la señora Martínez y Hernández.

Respuestas de los equipos

1.- *“No llevar control de las muestras correctamente y falta de atención o negligencia médica”*

2.- *“La mala manipulación del material biológico que tuvieron los doctores”*

3.- *“Que no hubiera un control para saber cuál era de cada paciente”*

4.- *“Se equivocaron de paciente”*

5.- *“La implantación de embriones erróneos en otro útero”*

En las respuestas de los equipos, se observa que todos identificaron errores de manejo técnico, falta de atención del personal de la clínica, negligencia en la aplicación de las técnicas, y ausencia de control de calidad y rigor en la implantación de embriones en las señoras Hernández y Martínez.

### **Pregunta 3.- ¿Podría existir otra combinación de embriones en el útero de la señora Martínez?**

Objetivo de la pregunta: Con base en los conocimientos previos y reflexionando sobre el problema, proponer diferentes escenarios del problema.

Respuestas de los equipos

1.- *“Sí, porque le pudieron implantar espermatozoides de otro hombre”*

2.- *“Sí, ya que seguramente implantaron otros embriones”*

3.- *“Sí, porque sólo se hubiera podido generar un embrión”*

4.- *“En caso de existir otro error, sí”*

5.- *“Sí, en vez de ser gemelos serían mellizos y de distintas parejas”*

De acuerdo con las respuestas, cuatro equipos que corresponde al 80% identificaron que sí podría existir otra combinación de embriones, considerando la fecundación con material genético diferente o embriones de otra pareja, así como la posibilidad de generar mellizos. Por otra parte, un equipo que corresponde al 20% no alcanzó el objetivo de la pregunta, aunque respondió de forma correcta no propusieron una posible solución sobre la combinación de embriones en la señora Martínez.



Al tratarse de un embarazo gemelar hay las siguientes opciones: 1) gemelos idénticos (genéticamente iguales), con dos opciones, que los dos sean de la pareja Martínez o que los dos sean de la pareja Hernández. 2) gemelos fraternos o mellizos (genéticamente diferentes), con la opción de que sean los dos de la pareja Martínez, los dos de la pareja Hernández o uno de cada pareja.

### **Pregunta 4.- ¿Qué características fenotípicas piensas que podrían tener los bebés de la señora Martínez?**

Objetivo de la pregunta: Que los estudiantes demostraran sus conocimientos sobre la combinación de los gametos, recombinación e intercambio de material genético, dando ejemplos sobre las características fenotípicas de los hijos de la señora Martínez.

Respuestas de los equipos

- 1.- *“Pues que no haya parentesco con ninguno de los padres”*
- 2.- *“Sería la combinación de los tres progenitores”*
- 3.- *“Hay una probabilidad de que sean de tez morena, pero únicamente es una probabilidad, lo sabremos hasta que los gemelos nazcan”*
- 4.- *“Los bebés van a heredar las mismas características de la madre, pero distintas del padre”*
- 5.- *“Se podría llegar a parecer a la pareja Hernández”*

Las respuestas de los equipos fueron muy variadas, cada una presenta una posibilidad ante la implantación de los embriones, sin embargo, sólo tres equipos correspondientes al 60% describieron las posibles características de los recién nacidos provenientes de los embriones implantados. Por otra parte, dos equipos equivalentes al 40% no lograron la meta, considerando que es poco probable que fenotípicamente no tenga ningún parentesco con alguno de los padres, o que se dé una combinación de tres progenitores.

Respuestas correctas serían que si fueran gemelos idénticos (al ser homocigóticos), los dos serían del mismo sexo y genéticamente iguales, por lo tanto, tendrían la misma madre y el mismo padre, serían iguales entre si y se parecerían físicamente a la pareja Hernández o los dos a la pareja Martínez. O que sean gemelos fraternos (heterocigóticos) y uno tenga características físicas de una pareja de tez clara y el otro de la otra pareja de tez morena, pudiendo ser además de sexo diferente.

**Pregunta 5.- ¿Qué necesitan conocer los padres para determinar con certeza que ambos bebés son sus hijos?**

Objetivo de la pregunta: Que los alumnos discutan sobre los elementos para identificar de manera biológica el origen de los bebés de las parejas de la narrativa.

Respuestas de los equipos

- 1.- *“Características físicas y una prueba de ADN”*
- 2.- *“Pruebas de ADN”*
- 3.- *“Una prueba de sangre o DNA”*
- 4.- *“El ADN para ciertas características del padre”*
- 5.- *“Una prueba de paternidad (ADN)”*

Todos los equipos lograron identificar un elemento biológico como el ADN (genotipo) para corroborar el origen de los bebés y otros también mencionaron el fenotipo.

**Pregunta 6 ¿Cuál pareja tendrá conflicto con la situación y por qué?**

Objetivo de la pregunta: La finalidad de la pregunta es generar una reflexión en los estudiantes sobre el problema que se le presenta a las parejas, así como las consecuencias del manejo de muestras en la clínica.

### Respuestas de los equipos

1.- *“Las dos parejas, pues las Sra. Martínez tendrá problema si sus hijos no se parecen o los bebés nacen con alguna enfermedad y la señora Hernández porque no logro quedar embarazada”*

2.- *“Ambos porque no se sabe quiénes son los padres y la otra pareja porque no quedó embarazada”*

3.- *“Ambas parejas porque la señora Martínez tiene probabilidades de que no sea de su pareja y la señora Hernández porque no quedó embarazada y existe probabilidad de que la otra paciente tenga hijos de su pareja”*

4.- *“La de la señora Martínez porque no serían sus hijos posiblemente”*

5.- *“Ambos, una por tener embriones que no son suyos y la otra por no concebir”*

Se puede observar que todos los equipos argumentan posibles consecuencias en las parejas, describiendo problemas o causas del manejo de muestras en la clínica. Sin embargo, sólo cuatro de los equipos correspondiente al 80% identifica problemas y reflexiones en las dos parejas. Un equipo considera que sólo la pareja de la señora Martínez tendrá conflicto.

Considerando las respuestas planteadas por los equipos en cada pregunta de la primera parte de Caso, se obtuvieron los siguientes resultados, el 100% de los equipos identificó de forma clara la situación problema de la narrativa presentada, ya que distinguieron a los personajes principales, las complicaciones médicas de la señora Martínez y Hernández, además de posibles causas que generaron el embarazo en sólo una de las pacientes que se trataron en la clínica. También, se observa que el 100% de los equipos identificó los errores técnicos, de control y manipulación que existen en la clínica de fertilidad y por lo tanto la falta de rigor científico. Por otra parte, el 80% de los equipos identificó la posibilidad de existir otra combinación de embriones, tomando como referencia el mal manejo de las muestras de esperma y las implantaciones sin control llevadas a la práctica en la clínica. Sin embargo, en realidad el caso no plantea mal manejo de las muestras de espermatozoides sino implantación equivocada de embriones de otra pareja.

## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

Con respecto a las características morfológicas que podrían presentar los embriones implantados, sólo el 60% de los equipos identificó dichas características, probablemente los otros equipos que corresponden al 40% confundieron las características de los progenitores y no reflexionaron sobre las variantes que pueden producirse considerando el intercambio de material genético o la narrativa del mal manejo de muestras los distrajo y señalaron variantes morfológicas incorrectas. En este sentido es importante mencionar que el 100% de los equipos lograron identificar la prueba de ADN o de sangre como un mecanismo que permita reconocer el origen genético de los embriones implantados, además de que es una herramienta muy útil en casos como los que se presentan en la narrativa, donde no existe un control de calidad con las muestras. En la última pregunta cuatro equipos correspondientes al 80% identificaron problemas en las dos parejas, el 20% restante considero que sólo la pareja a la que pertenece la señora Martínez tendría conflicto, probablemente los alumnos de ese equipo no consideran que la señora Hernández y su pareja tendría algún conflicto ya que no les implantaron embriones, siendo esto en sí mismo un problema, ya que la clínica y los procedimientos aseguran la implantación sin error de los embriones de cada pareja. O bien que un hijo de ellos se esté desarrollando en otra mujer (también se puede considerar que se trate de gemelos monocigóticos). En realidad si los dos son de la pareja Martínez habría menos problema (al menos no de paternidad) que si fueran de la pareja Hernández, porque fueron gestados por la señora Martínez pero no son sus hijos biológicos.

### ***Segunda parte del Caso***

La segunda parte del Caso se estructuró con preguntas de un mayor grado de complejidad, con la intención de que los estudiantes relacionaran sus conocimientos biológicos adquiridos durante las primeras dos actividades de la secuencia didáctica y los vincularan con la primera parte del Caso, de esta manera

podrían expresar ampliamente sus puntos de vista. Así como argumentar y discutir sobre las posibles explicaciones biológicas y sociales a la problemática de la lectura.

Es importante mencionar que la última pregunta cumple una función doble, ya que tiene a su vez, el propósito de reflexionar sobre su respuesta y las proporcionadas por sus compañeros, generando un espacio para intercambiar puntos de vista, discutan sobre la posibilidad de trasladar imaginariamente la problemática a su propia vida, así como proponer una solución o mencionar como procederían ellos.

### **Pregunta 1.- ¿Cuál es la importancia de la fertilización en la reproducción sexual?**

Objetivo de la pregunta: La intención de la pregunta fue que los estudiantes aplicaran sus conocimientos sobre meiosis y gametogénesis, para explicar el proceso de fertilización en la reproducción sexual.

Respuestas de los equipos

1.- *“Es importante porque sin la fertilización no se produciría la reproducción y no se podría concebir”*

2.- *“Tener la capacidad de autoperpetuarse, para poder crear descendencia genéticamente diferente”*

3.- *“Que da origen a un nuevo ser a partir de una nueva célula”*

4.- *“Que gracias a la fertilización se puede dar la reproducción, por lo tanto, se conserva la vida”*

5.- *“Sin la fertilización no se pueden perpetuar las especies”*

En relación con las respuestas, se observa que sólo dos equipos correspondientes al 40% realizaron un planteamiento adecuado, utilizando en su explicación el concepto de perpetuar o autoperpetuarse, además de mencionar la generación de

descendencia genéticamente diferente, los otros tres equipos equivalentes al 60% plantearon argumentos que no cubrieron el objetivo, al sólo considerar el proceso como una etapa de formación de una nueva célula.

### **Pregunta 2.- ¿Cuáles son los pros y los contras de la fertilización asistida?**

Objetivo de la pregunta: La finalidad de la pregunta fue que los alumnos, con base en sus conocimientos y la problemática de la lectura reflexionaran sobre los aspectos positivos y negativos que se ven involucrados en la fertilización asistida.

Respuestas de los equipos

1.- *“Los pros son que ayudan a las parejas que no pueden tener hijos y los contras serían que varias parejas pueden tener complicaciones, por ejemplo, los que se mencionan en el Caso de la lectura”*

2.- *“Pro: Si no tienes la capacidad de poder tener hijos, te ayudan a lograr tener un hijo.*

*Contra: Que pueden ocurrir errores como el de la señora Martínez y Hernández”*

3.- *“Pro: Mayor probabilidad de quedar embarazada*

*Contra: Podría existir un error de combinación genética”*

4.- *“Pro: Beneficia a las personas infértiles.*

*Contra: Se pueden cometer errores y que los embriones se colocan en otra madre procreadora (incubadora humana)”*

5.- *“Pros: Se soluciona los problemas de infertilidad.*

*Contra: Puede que no sea tuyo o tengas más hijos de los que deseas”*

En esta pregunta los cinco equipos identificaron de forma clara los pros y los contras, reflexionando sobre diferentes situaciones a las que se está expuesto al acudir a una clínica de fertilidad, incluso los alumnos vincularon algunos

problemas conocidos por ellos a los presentados en la narrativa del Caso. Y un equipo menciona algo que sucede frecuentemente en este tipo de procedimientos: tener más hijos de los deseados, lo cual en algunos casos puede ser un gran inconveniente.

### **Pregunta 3.- ¿Qué errores médicos durante el tratamiento de fertilidad pudieron producir gemelos de padres diferentes?**

Objetivo de la pregunta: Que los estudiantes identificaran los problemas biológicos y de procedimiento durante los tratamientos de fertilización asistida.

Respuestas de los equipos

- 1.- *“Que no hay control y organización de las muestras de los pacientes”*
- 2.- *“Mal control de los datos del paciente y el desinterés médico”*
- 3.- *“La combinación de diferentes gametos de diferentes personas”*
- 4.- *“Que todos los embriones de una pareja se la colocan a otras, como se ve en el caso”*
- 5.- *“No podrían ser gemelos debido a que el esperma en este caso no fue el mismo”*

Dos equipos correspondientes al 40% identificaron que los errores médicos se deben al mal control de los datos del paciente y sus muestras, por otra parte, tres equipos equivalentes al 60% argumentaron que los errores médicos son más notorios al llevar a cabo las manipulaciones de implantación y malos procedimientos de combinación del espermatozoide con el ovocito de los pacientes.

En general se puede observar que hay algunos errores debido a una confusión de las dos partes del Caso, en la primera son embriones de diferente pareja implantados en una madre. En la segunda son embriones producidos por la

fecundación de dos ovocitos de una madre, cada uno con espermatozoides de padre diferente implantados en un mismo útero. En la segunda parte del Caso, como dice la respuesta cinco, no serían gemelos idénticos, sino mellizos o gemelos fraternos, de la misma madre y de distinto padre.

**Pregunta 4.- ¿Cómo se podría saber con certeza que la pareja mexicana son los padres biológicos de ambos bebés?**

Objetivo de la pregunta: La intención de la pregunta es reafirmar los conceptos de recombinación genética y los métodos de identificación paterna utilizados actualmente.

Respuestas de los equipos

1.- *“Con una prueba de ADN o cuando nazcan, con los rasgos físicos que tengan”*

2.- *“Por una prueba de ADN”*

3.- *“Una prueba de ADN”*

4.- *“Con la prueba de ADN”*

5.- *“Una prueba de paternidad y características físicas al nacer”*

Con respecto a esta pregunta, 60% de los equipos respondieron que sólo con la prueba de paternidad a través del ADN, por otra parte 40% de los equipos identificaron además de la prueba de ADN, la observación de los rasgos físicos al nacer, que, aunque no es una prueba contundente de paternidad, demuestra que vinculan el fenotipo con el genotipo y por lo tanto lo observacional con lo explicativo.

Probablemente si no hubiera sido por las características fenotípicas en los recién nacidos, no hubieran sospechado los padres del error.



### **Pregunta 5.- ¿Qué harías tú si estuvieras en esta situación?**

Objetivo de la pregunta: La finalidad de la pregunta fue que los alumnos reflexionen sobre una probable situación en donde ellos se vieran involucrados, el intercambio de ideas les permitirá conocer otras posturas diferentes, socializar la información, respetar y ser empáticos con otras formas de interpretar la situación, además de exponer sus argumentos y defenderlos.

Respuesta de los equipos

- 1.- *“Demandaría por negligencia médica”*
- 2.- *“Asegurar de quién es el hijo y meter una demanda legal”*
- 3.- *“Demandar a la empresa, exponer el caso al público y realizar una prueba de ADN”*
- 4.- *“Demando a la clínica y devolvemos a un bebé, el otro nos lo quedamos, esperando que después se reencuentren”*
- 5.- *“Demandar a la clínica, me lo quedaría y dejaría que los padres biológicos los vieran”*

Los cinco equipos señalaron como opción la posible demanda legal de la clínica, además de proponer algunas soluciones que contemplan encontrar a los padres biológicos, y hacer público el problema. Hay que resaltar que solo 40% de los equipos consideró la opción de quedarse con el bebé, mientras que tres equipos, equivalente al 60% no hace mención de tal posibilidad. De acuerdo con la segunda parte del caso, se sugiere la posibilidad de que sean hermanos por parte de la madre y de diferente padre dadas las características fenotípicas.

En la primera pregunta se buscaba que los alumnos identificaran que la meiosis y la gametogénesis favorecen, a través de la fertilización la perpetuación de los organismos con la variabilidad genética como pilar del proceso, aunque se mencionó y se puntualizó a lo largo de las clases, no fue un concepto que se haya afianzado debido a que sólo 60% de los equipos realizaron planteamientos con

## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

base en los conceptos antes mencionados, el resto de los equipos, correspondiente al 40% generaron argumentos que no contemplaban el proceso desde la perspectiva planteada en clase, por lo que no cumplieron con el objetivo. En la segunda pregunta el 100% de los equipos argumento sobre las características positivas y negativas de realizar una práctica en una clínica de fertilidad asistida, consideraron que es una opción viable para aquellas parejas que no pueden reproducirse y las técnicas de fertilización les puede ayudar a cumplir el deseo de tener familia, por otra parte, los riesgos ante un mal manejo o manipulación puede tener consecuencias poco favorables para los pacientes en las clínicas, viendo comprometido su objetivo y generando problemas que no esperaban. Relacionada con la pregunta anterior, en la tercera pregunta el 40% de los equipos planteo que los errores médicos están relacionados a la mala manipulación de datos y muestras, los otros tres equipos equivalentes al 60% mencionaron que los errores médicos se presentan en las técnicas que permiten la manipulación de las muestras.

La cuarta pregunta arrojó que el 100% de los equipos identificó la prueba de ADN como contundente en la identificación de los padres biológicos de un embrión implantado cuando existe la incertidumbre de conocer el origen de su material genético, pero solo dos equipos correspondientes al 40% consideraron además de la prueba de paternidad, las características fenotípicas de los bebés al nacer para identificar si tienen alguna relación con su padre. Por último, la quinta pregunta permitió conocer la postura de los estudiantes frente a una problemática similar a la planteada en el Caso, todos los equipos consideraron la vía legal como una solución ante el problema del mal manejo de la clínica. Pero sólo dos equipos equivalentes al 40% argumento que les gustaría quedarse con el bebé sin considerar si tienen un vínculo biológico o no, el resto de los equipos equivalente al 60% no considero la posibilidad de quedarse con el bebé, aunque no reflexionaron que no sería del todo ajeno pues ambos serían hermanos por parte de la madre.

## Capítulo VI. Análisis de resultados

---

Ciertamente en las dos partes del Caso hubo situaciones más allá de las esperadas, por ejemplo, algunas confusiones entre la situación de las dos partes del Caso, quizá por una lectura demasiado apresurada, y por la nula credibilidad en la clínica y suponerla capaz de cualquier error técnico además de los sugeridos por el Caso.

Por último, antes de finalizar la sesión se planteó a los alumnos la pregunta ¿cuál es la importancia de la reproducción sexual?, las respuestas de los alumnos fueron reflexiones donde incorporaron conceptos revisados durante las sesiones, donde demostraron la movilización de ideas y la incorporación de nuevos elementos propuestos por su compañeros y desarrollados durante la discusión del Caso, también existieron dilemas morales entre los integrantes de los equipos sobre la problemática de tener un hijo a temprana edad y las implicaciones que les ocasionaría. También se logró observar una actitud positiva sobre las diferentes opiniones vertidas en las respuestas de las preguntas de las dos partes del Caso, sobre todo en los riesgos a la salud al someterse a tratamientos de fertilidad y a la problemática legal que podría existir al presentarse un problema como el sugerido en la narrativa. Los alumnos lograron contextualizar el problema en los ámbitos biológico, social y cultural, dándole un uso a la información biológica trabajada en las clases.

### 6.6 Análisis de la rúbrica para el Caso “El embrión viajero”

Para evaluar el Caso sobre “El embrión viajero” se utilizó una rúbrica (ver [Anexo 12. Rúbrica para evaluar el caso “El embrión viajero”](#)) que permitió valorar diferentes criterios durante la participación de los alumnos en la dinámica de respuesta a las preguntas, argumentación y discusión de los planteamientos de cada equipo. Los aspectos que permitieron evaluar la rúbrica fueron divididos en tres secciones: El criterio académico, permitió identificar la idea principal del Caso, los conceptos biológicos involucrados en la narrativa y las opiniones, suposiciones y hechos que se plantean; el segundo criterio fue el relacionado a las habilidades y destrezas, contempló la interpretación de datos objetivamente, la capacidad de dar ejemplos en apoyo de sus ideas y la reflexión sobre sus argumentos y trabajo; el último criterio consideró los valores y actitudes, para evaluar si los estudiantes escucharon y respetaron las ideas de sus compañeros, la congruencia de su pensamiento con su comunicación verbal, la tolerancia ante la crítica, la colaboración en las discusiones por equipo y grupales y si sus pensamientos se reflejan de forma clara en sus respuestas por escrito.

## Capítulo VI. Análisis de resultados



Universidad Nacional Autónoma de México



Colegio de Ciencias y Humanidades.

Plantel sur

### Rúbrica para evaluar el caso “El embrión viajero”

Criterios	10 Muy Bien (Siempre)	9-8 Bien (Frecuentemente)	7-6 Suficiente (Pocas veces)	5-1 Insuficiente (Nunca)
<b>Académicos</b> Identifica la idea principal o problema	Equipo 1 Equipo 2 Equipo 5	Equipo 3 Equipo 4		
Identifica los conceptos involucrados en el Caso	Equipo 1 Equipo 2 Equipo 4  Identifica 5/5 conceptos	Equipo 3 Equipo 5  Identifica 4/5 conceptos	Identifica 3/5 conceptos	Identifica menos de 3 conceptos
Distingue entre opinión, suposición y hechos	Equipo 4	Equipo 1 Equipo 2 Equipo 5	Equipo 3	
<b>Habilidades y destrezas</b> Interpreta los datos objetivamente	Equipo 3 Equipo 4	Equipo 1 Equipo 5	Equipo 2	
Es capaz de dar ejemplos en apoyo de sus ideas	Equipo 1 Equipo 3 Equipo 4	Equipo 2 Equipo 5		
Adopta la reflexión en su trabajo	Equipo 1 Equipo 3 Equipo 4	Equipo 2 Equipo 5		

## Capítulo VI. Análisis de resultados

<b>Actitudes y valores</b>  Escucha y respeta las ideas de los demás	Equipo 1 Equipo 4 Equipo 5	Equipo 2 Equipo 3		
La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación verbal	Equipo 3 Equipo 5	Equipo 1 Equipo 2	Equipo 4	
Es tolerante con la crítica en contra	Equipo 2 Equipo 3 Equipo 5	Equipo 1 Equipo 4		
Colabora para facilitar la discusión en equipo y grupal	Equipo 1 Equipo 3 Equipo 4 Equipo 5	Equipo 2		
La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación escrita	Equipo 1 Equipo 3 Equipo 4 Equipo 5	Equipo 2		

### ***Criterios académicos***

#### **Identifica la idea principal o problema**

Con base en los resultados obtenidos de la rúbrica, se observó que 3/5 equipos correspondientes al 60% identificó la idea principal de la narrativa de forma correcta, por lo que fueron evaluados con la calificación más alta (10 muy bien), 2/5 equipos equivalentes al 40% fueron evaluados con la calificación bien (9-8) al reconocer el problema que se les presentó. Los datos obtenidos se relacionan con las respuestas de los cuestionarios de los equipos, en donde fueron capaces de reconocer cuál era el problema que enfrentaban la señora Martínez y la señora Hernández. Además de explicar lo que entendieron sobre los errores técnicos, de manipulación y experimentales que presentaba la clínica con las muestras de sus pacientes y sus respectivas implantaciones de embriones.

Al tratarse de un primer acercamiento a la práctica de los Casos científico/clínicos por parte de los estudiantes, fue un buen resultado sobre el manejo de la información, los personajes principales, los hechos y lugares, así como de la situación problema.

#### **Identifica los conceptos involucrados en el Caso**

En este punto se observó que los equipos uno, dos y cuatro correspondientes al 60% identificaron 5/5 conceptos biológicos (siendo calificados con la categoría de muy bien 10), mientras que los equipos tres y cinco correspondientes al 40% identificaron 4/5 conceptos. Al aplicarlos en sus argumentos de la narrativa, se identificó que los equipos respondieron sobre la posibilidad de las diferentes combinaciones genóticas y fenotípicas de los embriones implantados en la señora Martínez con conceptos y lenguaje científico, describiendo características dependiendo del donador de esperma o la fusión con material de otra pareja.

También se hizo una identificación de conceptos sobre meiosis y gametogénesis, en la explicación de la importancia de la fertilización en la reproducción sexual. Al analizar los resultados de esta categoría y correlacionarlos con las respuestas se observa que los alumnos de los equipos hicieron la identificación de conceptos y contenido biológico presente en el Caso. Hay que señalar que dos de los equipos no lograron identificar los conceptos de autoperpetuación y variabilidad genética en sus explicaciones, sólo lo describieron como un proceso continuo en donde una célula madre genera una célula hija.

### **Distingue entre opinión, suposición y hechos**

De acuerdo con los resultados de la rúbrica, el equipo cuatro, correspondiente al 20% fue el único evaluado con la calificación más alta (siempre) al realizar distinciones entre las opiniones, las suposiciones y los hechos del Caso, los equipos uno, dos y cinco correspondientes al 60% fueron evaluados con la calificación de frecuentemente, realizaron en algunas ocasiones las distinciones y sólo el equipo tres equivalente al 20% realizó dichas distinciones pocas veces, esto se puede observar en las repuestas proporcionadas sobre la posibilidad de existir otras combinaciones material genético, que generen diferencias en los embriones.

### ***Habilidades y destrezas***

#### **Interpreta los datos objetivamente**

Los equipos tres y cuatro equivalentes al 40% siempre interpretaron objetivamente los datos de la narrativa, estos equipos fueron capaces de desarrollar ideas y cuestionamientos completos en el desarrollo de los datos de las pacientes y los problemas de la clínica, mientras que los equipos uno y cinco correspondiente al 40% efectuaron frecuentemente una interpretación objetiva de los datos, en este



caso los equipos sólo identificaron una parte de los datos que se les presentaron y sólo el equipo dos correspondiente al 20% realizó la interpretación de los datos objetivamente pocas veces, probablemente se confundieron con los problemas particulares de la pareja Martínez y Hernández, dándole más peso a la problemática de la clínica y a los personajes secundarios.

### **Es capaz de dar ejemplos en apoyo de sus ideas**

En este criterio, los equipos uno, tres y cinco equivalentes al 60% fueron capaces de dar siempre ejemplos en apoyo de sus ideas, mientras que los equipos dos y cinco correspondiente al 40% ejemplificaron sus ideas frecuentemente. Estos datos son similares a los que se obtuvieron con las respuestas de las preguntas acerca de la identificación de los padres de los bebés, los alumnos utilizaron la explicación de casos similares a la narrativa para sustentar sus respuestas de las pruebas de paternidad a través del DNA.

### **Adopta la reflexión en su trabajo**

En lo relacionado en cuanto a la reflexión sobre su trabajo, los equipos uno, tres y cuatro correspondientes al 60% la realizaron siempre, mientras que los equipos dos y cinco equivalentes al 40% lo hicieron frecuentemente, en este aspecto los equipos discutieron sobre las respuestas de todas las preguntas, en específico, de la pregunta cinco de la segunda parte del Caso ¿Qué harías tú si estuvieras en esta situación?, en los planteamientos de los equipos se pudo observar los distintos escenarios que probablemente podrían ocurrir en la solución del Caso, así como de los problemas a corto y medio plazo que se podrían generar en situaciones de legalidad y ética que los alumnos conocen.

### **Actitudes y valores**

#### **Escucha y respeta las ideas de los demás**

En la valoración sobre el respeto a las ideas y expresión de sus compañeros, 3/5 equipos (se evaluaron con la calificación de siempre) correspondiente al 60% siempre mostraron actitudes positivas frente a los demás equipos, mientras que 2/5 equipos (fueron evaluados con la calificación de casi siempre) equivalente al 40% casi siempre mostraron respeto y actitudes positivas frente a las ideas de sus compañeros. Estos porcentajes muestran que la discusión y el intercambio de ideas en equipo y posteriormente en grupo permitió que se desarrollará la actividad de forma correcta, es probable que los alumnos no estén acostumbrados a esta forma de trabajo y al inicio es complicado tener una actitud de respeto ante la posición e ideas de sus compañeros.

#### **La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación verbal**

En esta subcategoría 2/5 equipos fueron evaluados con la calificación más alta (siempre) equivalente al 40% mostraron la calidad de su pensamiento a través de sus intervenciones orales, es decir, emplearon de forma adecuada un lenguaje científico e identificaron los términos técnicos para explicar sus argumentos e ideas, así como para responder a las respuestas a las preguntas generadas por el profesor y compañeros, por otra parte, otros 2/5 equipos correspondientes al 40% casi siempre expusieron sus pensamientos de buena forma con su comunicación verbal, se observó dificultad al explicar sus ideas y vincularlos al lenguaje científico. Sólo 1/5 equipos fue evaluado con la calificación de pocas veces, ya que no logró reflejar su calidad de pensamientos en sus intervenciones, en este caso se notó nerviosismo, el uso de muletillas y una explicación poco clara de las ideas previamente discutidas.

### **Es tolerante con la crítica en contra**

Al evaluar esta subcategoría se encontró que 3/5 equipos correspondientes al 60% fueron evaluados con la calificación de siempre, mostraron tolerancia con la crítica que realizaron sus compañeros sobre sus ideas, demostrando que aunque no compartieran los mismo juicios de valor, criterios y formas de entender los problemas, respetaban las demás ideas, incluso incorporaban ideas nuevas para seguir discutiendo, también se observó que 2/5 equipos equivalentes al 40% fueron evaluados con la calificación de casi siempre, al ser tolerantes sólo en algunas ocasiones ante la crítica, esto probablemente se debe a que el tema seleccionado presenta un conflicto interesante, en donde es difícil tener sólo un criterio o forma de solucionarlo, además se identificaron creencias e ideales éticos y morales muy arraigados que fueron expuestos e incompatibles con las demás propuestas o formas de pensar.

### **Colabora para facilitar la discusión en equipo y grupal**

Esta subcategoría mostró que 4/5 equipos correspondiente al 80% fueron evaluados con la calificación de siempre, ya que se mostraron abiertos al dialogo, la discusión, el intercambio de ideas y a defender su postura, también indica que los equipos tuvieron una participación activa y buscaron relacionar la información con los problemas cercanos a su realidad, como la posibilidad de un embarazo no deseado a su edad. Sólo 1/5 equipos equivalente al 20% casi siempre facilitó la discusión, hay que señalar que el equipo no expuso sus ideas al inicio y les costó trabajo integrarse a la dinámica grupal.

### **La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación escrita**

La última subcategoría de actitudes y valores reveló que 4/5 equipos equivalente al 80% fueron evaluados con la calificación más alta, en la entrega de las respuestas manifestaron la calidad de sus pensamientos, generando frases coherentes, construcciones gramáticas que integran los conocimientos científicos y la reflexión/discusión que desarrollaron para la actividad, en cuestión de orden, limpieza y ortografía cumplieron con el objetivo. Por otra parte 1/5 equipos correspondiente al 20%, fue evaluado con la calificación de casi siempre, debido a que no fueron claros sus planteamientos y no cuidaron los aspectos de ortografía, limpieza y orden.

### 6.7 Comparación entre los resultados de *pre-test* y *post-test*

Tanto el *pre-test* como el *post-test* se construyeron a partir de diez reactivos, que comprenden conceptos básicos para el tema de reproducción, dichas preguntas permiten que los estudiantes integren los conceptos y contenidos sobre las células haploides, células diploides, meiosis, espermatogénesis y ovogénesis, además, en el *post-test* se integraron preguntas de contenido abordado durante las sesiones.

En la figura 14 se muestra el promedio general del cuestionario antes y después de la secuencia didáctica. En el *pre-test*, el promedio fue de 6.3, mientras que en el *post-test* fue de 8.5, estos resultados muestran que los alumnos mejoraron al responder las preguntas.

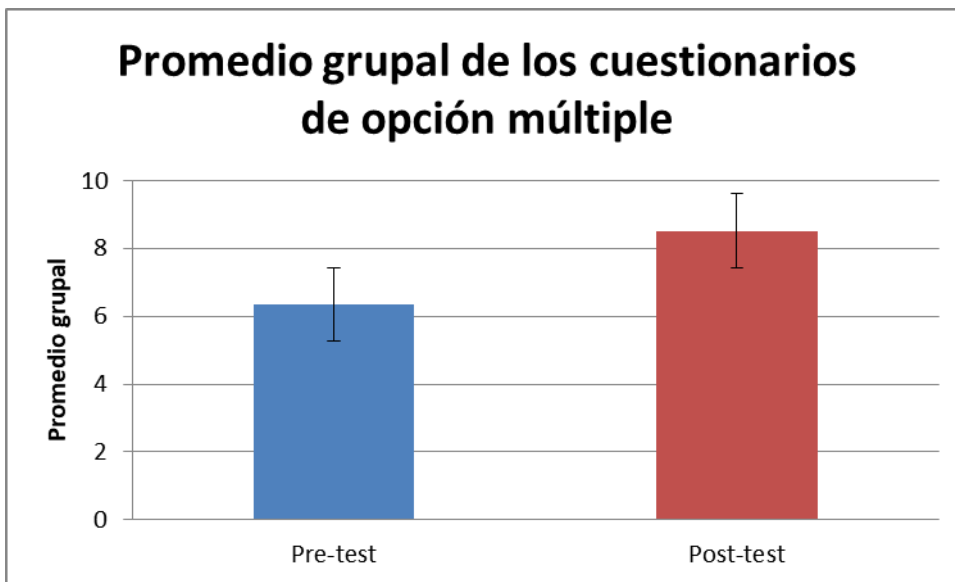


Figura 13. Promedio grupal de los cuestionarios de opción múltiple.

### Capítulo VII. Discusión de resultados

En el siguiente capítulo los resultados obtenidos a partir de la implementación de la secuencia didáctica, se comparan con otros resultados y análisis revisados en investigaciones similares y adicionalmente, se discuten los resultados de los dos conjuntos de resultados, así como de las evidencias obtenidas del *pre-test* y del *post-test*, para concluir sobre las fortalezas y áreas de oportunidad de la secuencia.

#### **7.1 Interpretación de resultados del conjunto I**

Considerando los problemas descritos en la literatura de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en específico de la Biología, así como las observaciones realizadas durante la aplicación de las primeras actividades de esta secuencia didáctica, corroboramos lo expuesto por [Ángulo y García \(1997\)](#), [Totorikaguena \(2013\)](#) y [Nieto \(2004\)](#) quienes exponen que los conceptos biológicos se encuentran desvinculados de la vida cotidiana de los alumnos, generando estructuras erróneas de los procesos biológicos y esto a su vez produce que los contenidos sean catalogados como aburridos o demasiado complejos, muchos estudiantes no les encuentran un significado vinculado a su vida y prefieren sólo memorizar los temas para acreditar la asignatura.

La reproducción aborda contenidos de disciplinas como genética, Biología celular y evolución, los cuales se han enseñado con una base científica tradicional, además habría que considerar que muchos de los materiales didácticos que se les proporciona a los estudiantes no cuentan con la información adecuada, en este caso, los libros de texto utilizados carecen de explicaciones, fundamentos y análisis que permitan la apropiación del conocimiento ([Knippels et al., 2005](#); [Quintino, 2013](#)), a todo esto se suman factores como el contexto escolar, la

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

idiosincrasia y las ideas previas con las que cuenta el alumno. Con base en lo anterior, es importante generar nuevas formas de enseñanza que permitan al estudiante acercarse al conocimiento biológico y logre incorporarlo a la resolución de problemas de su vida cotidiana.

De acuerdo con los resultados presentados, es evidente que existen problemas de conocimientos conceptuales en los alumnos, considerando la dificultad que mostraron al esquematizar la célula animal, sus organelos y su respectiva función, para autores como [Knippels et al. \(2005\)](#) y [Pantoja y Covarrubias \(2013\)](#), este tipo de inconvenientes están ligados a que los cursos y programas de nivel medio superior, se desarrollan con el fin de promover ciertas destrezas, habilidades o técnicas, pero rara vez se les enseña a utilizarlas en los contextos idóneos. Esto se ve reflejado en que la mayoría de los estudiantes dedican la mayor parte del tiempo a memorizar nombres, datos y procesos, que posteriormente deben repetir en las pruebas, pero terminan como en este caso olvidando o confundiendo los organelos y su distribución espacial o la función de estos. Los resultados obtenidos, también pueden estar vinculados a que no se habían visto los temas previos al programa de Biología I y que probablemente el contacto más reciente con la terminología y los conceptos fue durante el primer año de educación secundaria.

Por otra parte, fue importante identificar a través de la esquematización de los alumnos sus conocimientos sobre la morfología de tres de los elementos básicos del proceso reproductivo, como son el ovulo, el espermatozoide y el cigoto. En ciencia, al incorporar dibujos o esquemas para construir el conocimiento, los docentes tienen que fomentar la observación de la naturaleza y el registro para su interpretación de los fenómenos biológicos siendo un complemento gráfico de lo verbal ([Grilli et al., 2017](#)). En el nivel de educación medio y medio superior es importante considerar la incorporación de fotografía, dibujo o esquema a la práctica de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, ya que permite al alumno vincular lo conceptual con el mundo que lo rodea.

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

También, como el esquema de la célula animal, esta actividad permitió conocer las ideas o concepciones previas de los alumnos. Un elemento que se logró evidenciar fue que la dificultad para esquematizar el cigoto está vinculada con limitaciones sobre su significado conceptual, en este sentido, se destaca la importancia de las imágenes en el proceso de construcción del conocimiento biológico, puesto que son una representación (parcial o integrada) de seres, objetos y fenómenos, ya sea de forma concreta (gráfica) o abstracta (mental). Cabe mencionar que para que una imagen gráfica cumpla con su objetivo esta debe ser impecable, es decir debe representar cabalmente su contenido conceptual y estar contextualizada con señalamientos y/o breve explicación (Maturano et al., 2009).

En este contexto, López (2017) afirma que el uso de las imágenes ayudan a la retención de la información en los alumnos, además de brindarles información adicional, ya que el alumno construye una relación entre la imagen y la naturaleza del conocimiento; para que lo antes descrito ocurra, es importante seleccionar materiales visuales adecuados, con características atencionales que el alumno pueda asimilar, ya que las imágenes en los contextos escolares compiten con otras fuentes productoras de objetos visuales e información iconográfica, que en la actualidad se ha acrecentado debido a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, apoyadas con el *internet*.

Sin embargo, en la revisión de información sobre los temas de ciclo celular, mitosis, meiosis y su participación durante el proceso de gametogénesis, se encontraron materiales visuales en libros de texto para nivel medio superior, con errores conceptuales, imágenes descontextualizadas de los procesos y malas interpretaciones gráficas que favorecen la desvinculación de los mecanismos de división celular con la ovogénesis y la espermatogénesis, generando una forma de enseñanza de la reproducción sexual no solo inefectiva sino obstaculizadora.

Un estudio realizado por Velasco y Navarro (2014), donde analizan imágenes y texto sobre el proceso de la meiosis en obras sugeridas por los programas de



## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

estudio de Biología de la ENCCH y páginas de *internet* consultadas por alumnos, encontraron que en algunos libros se observaron deficiencias, por ejemplo, imágenes que únicamente tienen como pie de figura el término meiosis, careciendo de rótulos informativos, por otra parte, en las páginas de *internet* no se observaron en las imágenes pies de figura. En los libros identificaron etiquetas dentro de las imágenes con descripciones de la meiosis, sin embargo, algunas de las imágenes cuentan con exceso de elementos gráficos que hacen muy compleja su interpretación. Es importante resaltar que en ambos casos encontraron ambigüedades en los rótulos de las imágenes, dificultando la ubicación de los eventos meióticos en las estructuras celulares.

Además, de acuerdo con [Ornelas-Cruces \(2019\)](#), quien realizó una revisión de libros utilizados por los profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades para los temas de genética y evolución, menciona que las imágenes de los libros de texto provienen de adaptaciones de libros traducidos del idioma inglés, con ligeras variaciones que no problematizan los contenidos, presentan errores conceptuales y no explican de forma correcta los temas, también encontró imágenes que no son autoexplicativas, ocasionando que los pies de figura sean demasiado extensos, lo que no permite a quien la observa que se analice o integre el conocimiento representado en la imagen.

Hablando estrictamente de lo conceptual, las respuestas de los alumnos sobre la pregunta ¿qué es la fertilización?, muestran que los alumnos tienen un conocimiento previo del tema, ya que lo vincularon a la etapa fértil de la mujer, al proceso reproductivo humano y utilizaron algunas analogías para describir los elementos que se ven involucrados como el espermatozoide y el ovulo. Desde el punto de vista biológico, los alumnos tienen algunas referencias científicas que no están estructuradas y favorecen la mala interpretación del proceso de reproducción. Dentro de este mismo escenario, se encuentran las palabras nombradas por los estudiantes con relación al tema de reproducción, los grupos en los que se categorizaron permiten observar un conocimiento vivencial, se

piensa que estas palabras llegan a los estudiantes a través de su entorno familiar, amigos, medios de comunicación, experiencias, etc. Y otros grupos de palabras que se reconocen como más o menos científicas, pero les representan poco o ningún significado y les han sido transmitidas por los profesores en el ámbito escolar para nombrar estructuras, procesos y fenómenos que tienen que ver con la reproducción, sobresaliendo una desvinculación de los procesos reproductivos microdimensionales y macrodimensionales. Todas estas palabras y elementos son identificadores que permiten hacer una evaluación previa de los conocimientos y un marcador de los temas en los que el profesor puede profundizar o debe explicar de forma más amplia. Y de manera muy importante para este trabajo, mostró la necesidad de relacionar e integrar los procesos en diferentes niveles de la organización biológica, como se intentó en esta secuencia con el organizador gráfico.

Actualmente existen posturas que indican la importancia de que los alumnos aprendan datos, nombres y procesos en la enseñanza de la Biología, por otra parte, se ha postulado que no es significativo que un alumno reconozca todos los elementos biológicos conceptuales del tema, generando el debate con la pregunta ¿tienen que aprender datos biológicos los alumnos de educación media superior?; en particular [Pozo y Gómez \(1998\)](#), atienden a esta problemática, ellos consideran que es una pregunta relevante para los profesores, ya que observan cómo ciertos datos y hechos de las disciplinas parecen ser relegados al cajón de los contenidos obsoletos ante la creciente búsqueda de significado de todos los conocimientos. Para los autores, es importante situar la educación científica en el contexto de una sociedad en la que sobra información y faltan marcos conceptuales para interpretar esa información. Tradicionalmente los programas de Biología se estructuraban a partir de la enseñanza de datos, donde el alumno por lo general memorizaba números, palabras y formulas. Actualmente el profesorado intenta innovar las técnicas de enseñanza haciendo uso de materiales que le permitan al alumno utilizar todos los elementos trabajados en el aula, incorporándolos a su lenguaje e intentando utilizarlos en situaciones de la vida cotidiana.

Sin embargo, Pozo y Gómez piensan que, aunque la transmisión de datos o de mera información verbal no sea ya uno de los fines esenciales de la educación científica, no significa que no sea necesario enseñar datos. De hecho, no puede enseñarse ciencia sin datos, los datos que el profesor tiene que contemplar tienen que ser un medio, una vía para acceder a otras formas de conocimiento que favorezca la comprensión, los datos no se justifican en sí mismos si no promueven conductas o conocimientos, pero en algunos casos son necesarios para facilitar el aprendizaje significativo. De acuerdo con autores como [Rioseco y Romero \(1997\)](#) existen dos líneas de investigación que han surgido como resultado de estas reflexiones, una que se refiere a la acumulación de graves errores conceptuales, incluso en alumnos universitarios y el mismo profesorado, lo que provoca un índice relevante de ineficiencia en la enseñanza de las ciencias. En este trabajo estas dificultades se detectaron para el tema de meiosis, el simple dato de si las células son haploides o diploides marca la diferencia para el entendimiento o no del proceso, y este dato aparentemente simple es confuso o erróneo inclusive en materiales científicos y libros de texto.

Por otra parte, en lo referente a la adquisición significativa de conocimientos, la segunda línea de investigación se centra en los estudios de las actitudes y procedimientos que muestran los estudiantes hacia la ciencia y su enseñanza. En el presente trabajo, la estrategia contempla la enseñanza de ambas líneas de investigación, contextualizando el proceso reproductivo tanto en el aprender a hacer, aprender a ser y aprender a aprender contemplado en el plan de estudios de la ENCCH.

Con respecto a las respuestas de los alumnos sobre meiosis y gametogénesis del cuestionario de la lectura y video introductorio, se observó que los conceptos biológicos como célula haploide, célula diploide, el proceso de ovogénesis y espermatogénesis, así como el de fertilización son abstractos para los jóvenes, tal vez, sea producto de que han tenido contacto por primera vez con este tipo terminología. Si comparamos sus respuestas iniciales contra sus respuestas en

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

las preguntas del Caso de forma verbal y escrita, se encuentra un avance notable en la incorporación de los términos a sus argumentos, siendo estos más claros y con una estructura científica que permite discutir el proceso y entenderlo de otra forma que no sea el memorístico, sin embargo algunos conceptos y términos como haploide y diploide y sus implicaciones e importancia para el proceso de reproducción sexual les resultaron complejos y muy pocos se apropiaron de ellos.

Para [Gil et al., \(1992\)](#) conviene insistir en la coherencia entre los contenidos curriculares y los objetivos formulados y particularmente que los contenidos no se limiten exclusivamente a aspectos conceptuales, no se trata de reducir la importancia de estos contenidos sino de tener en cuenta que el aprendizaje que se pretende desarrollar tiene una relación entre los tres tipos de contenidos, favoreciendo al aprendizaje conceptual, la adquisición de destrezas y el desarrollo de actitudes críticas ante la ciencia, en donde se incorpore la relación ciencia-técnica-sociedad, esta construcción del elemento educativo le da mayor importancia para que los ciudadanos de un mundo tecnificado puedan tomar decisiones fundamentadas.

Además del empleo de la lectura introductoria, se utilizaron diferentes materiales didácticos entre ellos el vídeo; [Morales y Guzmán, \(2015\)](#) mencionan que utilizar un video dentro del aula de clase permite presentar un concepto determinado, de una forma diferente, dándole a la clase un ambiente de aprendizaje dinámico. Una de las ventajas que presenta es que, si existe alguna duda sobre algún apartado, se puede retroceder en la grabación, permitiéndole al docente resolver de mejor forma las preguntas de los estudiantes. En este trabajo, los videos introductorios, permitieron mostrarles a los alumnos los temas que se abordaron en clase y acercarlos a los términos y conceptos que se utilizaron durante las sesiones subsecuentes.

También, se utilizaron cuadros comparativos para identificar cambios conceptuales en los estudiantes sobre conceptos sostén de los temas de mitosis-meiosis y ovogénesis-espermatogénesis, la retroalimentación que se genera con

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

este tipo de estrategias, de acuerdo con [Román \(2009\)](#) permite al estudiante apropiarse de nuevos conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes a partir de la autocrítica de sus propios conocimientos, al comparar lo que conoce con la retroalimentación generada con sus compañeros y las observaciones del profesor. Además, permiten al profesor identificar los errores de asimilación en temas abstractos vinculados a los de genética, lo cual fue detectado en este trabajo con la confusión entre mitosis y meiosis.

### **7.2 Interpretación de resultados del conjunto II**

El Método de Casos es una herramienta para el proceso de enseñanza aprendizaje, que permite evaluar las tres áreas del conocimiento, y el vínculo que existe entre ellas, ya que un problema que existe en la enseñanza de las ciencias es la desvinculación del dominio conceptual, procedimental y actitudinal, que con estudios de Caso se puede resolver, debido a que por su propia naturaleza, los Casos son interdisciplinarios y aunque se centren en un tópico científico, incluyen para su presentación aspectos sociales, históricos, biográficos, psicológicos, éticos, geográficos, entre otros (Revel, 2013).

La aplicación y evaluación del Caso en la secuencia didáctica, promovió la utilización de las ideas previas de los alumnos, así como del nuevo conocimiento generado con las actividades del conjunto I de la estrategia, esta interacción entre sus ideas previas y los nuevos conocimientos generaron en los alumnos una forma diferente de interpretar, entender y analizar el desarrollo del problema presentado sobre la clínica de fertilidad asistida, para Díaz (2003) y Pozo (2006) la confrontación de los conocimientos de los estudiantes para resolver un problema, así como para buscar diferentes soluciones e interpretaciones es esencial en el proceso de aprendizaje científico, ya que les permite poner a prueba sus conocimientos y reflexionar sobre las herramientas para diagnosticar y evaluar el problema.

El Caso se planteó desde un problema real, en un contexto que los alumnos identificaran y sobre el cual debían tomar una postura, proponer soluciones y reflexionar sobre la problemática reproductiva; para autores como Armendi et al. (2013) y Díaz (2006) el plantear Casos con problemáticas directas, ayuda a la discusión, el intercambio de ideas y al respeto hacia las opiniones de los compañeros. El Caso tiene una estructura para fomentar el trabajo colaborativo,

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

en donde todos los alumnos pueden participar y expresarse libremente, respetando la opinión, el punto de vista y postura de cada uno.

Como recurso didáctico “El embrión viajero” favoreció la incorporación de los conocimientos sobre meiosis, mitosis y gametogénesis, ya que es una narrativa de fácil comprensión, que promueve la participación de los alumnos y genera dudas de diferentes aspectos, desde la parte biológica, la social y la cultural, prueba de ello es que los alumnos identificaron la problemática, los posibles errores técnicos y médicos que originaron implantaciones erróneas de embriones y propusieron diferentes formas de identificar a los padres. En la parte social, desarrollaron empatía por los personajes, identificaron los pros y contras de las clínicas, generaron una discusión de cómo resolver los problemas técnicos y buscaron una posible solución para que los personajes lograran el objetivo de tener a su hijo. Por otra parte, se promovió el respeto por las ideas propias y ajenas, la discusión, la crítica fundamentada para la resolución de los problemas con una base biológica y se promovió la reflexión de la importancia del proceso biológico de reproducción, así como la importancia de contextualizar el conocimiento y aplicarlo a la solución de problemas. En este sentido, cumple con las características propuestas por [Díaz \(2006\)](#) y [Wassermann \(1999\)](#) ya que la narrativa está vinculada al currículo y permite focalizar las ideas y conceptos importantes, también, aborda temas de interés con personajes y lugares que permiten al alumno familiarizarse con la problemática y por último, intensifica las emociones de los estudiantes, ya que tuvieron que pensar ¿Qué harían ellos en un caso similar?

La narrativa del Caso incluyó los objetivos conceptuales, actitudinales y procedimentales contemplados en la asignatura de Biología I del programa de estudios de la ENCCH, se estructuró con una base ligada al modelo educativo de la institución y contempló las características socioculturales de los alumnos. Al ser un texto nuevo y original, no está exento de errores que podrán ser localizados y corregidos para su futura aplicación.

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

Para evaluar el Caso se utilizó una rúbrica que permitió identificar las tres áreas del conocimiento. En la parte conceptual, los alumnos incorporaron elementos científicos revisados en clases previas e hicieron uso de sus conocimientos para resolver las preguntas planteadas en cada sección, identificaron la situación problema y los conceptos clave en el Caso, por otra parte, trabajaron en la identificación de los problemas médicos y explicaron sus propuestas con datos y ejemplos de la vida real, algo importante que lograron concretar fue la reflexión, ya que generaba dilemas morales que expresaban y compartían con sus compañeros y por último, en el apartado de valores y actitudes, se mostraron empáticos y respetuosos con sus compañeros y sus opiniones, generando un ambiente de cordialidad.

La rúbrica como instrumento de evaluación permitió identificar un avance en el aprendizaje significativo debido a la apropiación de los conocimientos y en el uso de estos para resolver los cuestionamientos tanto escritos como orales durante la discusión, así como la asociación de los distintos procesos de división celular y la gametogénesis, esto es importante, debido a que el alumno asoció y estructuró sus respuestas con mayor grado de complejidad, incorporando las respuestas de sus compañeros y generando nuevas preguntas.

Sin embargo hay que insistir en que el tema de reproducción contiene elementos complejos para su enseñanza integral; en la parte conceptual, la carga de información sobre genética y Biología celular dificultan la comprensión de los alumnos, desde la parte curricular, nos encontramos con problemas de carácter metodológico como la falta de secuencia, horizontalidad y verticalidad con otros temas necesarios, que son producto de cada programa de estudio de las instituciones de educación media superior, que se sustentan bajo diferentes proyectos, que en ocasiones tienen poca visión de la realidad académica del sistema de educación mexicano. Y en la parte sociocultural, la problemática que existe con los problemas de salud pública en adolescentes, que incluye las



## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

enfermedades de transmisión sexual, los embarazos a temprana edad o no deseados.

De acuerdo con [Miramontes \(2016\)](#) y [Rivera \(2018\)](#) emplear el Método de Casos en la enseñanza de temas complejos de Biología como mutaciones y homeostasis genera aprendizajes significativos en los alumnos, consolidándose como una herramienta eficiente para conceptos abstractos en el nivel medio superior, además, permite utilizar los conceptos biológicos y el conocimiento científico para la identificación, el análisis y la discusión sobre problemas de la vida cotidiana, acercando a los alumnos a temas amplios, complejos, abstractos, desvinculados y ajenos a su mente. Es importante mencionar que los autores consideran que construir y aplicar los Casos no es una tarea fácil, ya que se tienen que realizar modificaciones de acuerdo a las necesidades particulares del grupo y los objetivos planteados, así mismo, la evaluación se sustenta casi en su totalidad en el ámbito cualitativo, por lo que es importante establecer criterios claros para realizar un buen diagnóstico de los resultados obtenidos.

En la maestría, la práctica docente significó un reto en mi formación como profesor, considerando que fue la primera ocasión que me presentaba frente a un grupo con un modelo educativo constructivista como el de la ENCCH, lugar donde realicé mis prácticas. Esto representó diseñar, planear y desarrollar una estrategia, incluyendo adecuaciones al tema en las actividades propuestas. Pienso que las situaciones antes mencionadas me sirvieron para conocer la forma de trabajo en el Colegio, así como de interpretar las características de los programas y presentar a los alumnos un tema biológico complejo que cumpliera con los objetivos planteados en su asignatura. Y me queda claro que no sólo las instituciones sino cada grupo es diferente por lo que la reestructuración de la estrategia tendrá que ser una acción permanente.

Me sorprendió que los alumnos contaran con un bagaje de conocimientos previos sobre el tema que no emergieron en un principio, pero que se reflejaron en sus respuestas orales, así como en la formulación de preguntas y dudas durante la

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

exposición-discusión propuesta por el profesor, favoreciendo la explicación específica en algunos temas o en su caso ampliando la información en diferentes ámbitos con ejemplos especializados. Además, puedo reconocer que fue difícil movilizar sus herramientas metodológicas para trabajar en forma colaborativa.

Si bien epistemológicamente el tema de reproducción es complejo y hay que integrar varias disciplinas biológicas para su enseñanza y aprendizaje, observé que los alumnos hicieron uso de conocimientos de otras materias, que en el plan de estudios de la ENCCH están muy ligadas a Biología, estas características en el grupo ayudaron a trabajar temas a profundidad, como se mencionó anteriormente, considero que se tendría que aprovechar esta característica de la mente adolescente para orientar a los alumnos a vincular y establecer una relación entre temas y disciplinas que les permita estructurar e integrar de mejor forma los conocimientos que ya poseen y los nuevos, para que no se queden solo en la repetición inconexa y sin sentido.

Sobre la actividad del análisis y discusión del Caso, considero que tuvieron un buen desempeño y esto promovió la participación de todos los integrantes de los equipos y me permitió cuestionarlos sobre algunos dilemas morales, también, me facilitó la integración de elementos conceptuales vistos previamente para que los alumnos los utilizaran en sus argumentos y los expresaran de forma oral y escrita. Tocando el tema del Caso, considero importante acotar los elementos de discusión, ya que es un tema que causa mucho interés, pero al mismo tiempo puede promover comentarios o chistes que pueden ser interpretados de forma negativa por sus compañeros, ese factor me podría ayudar a tener mejor manejo de grupo y verlo reflejado en una participación más ordenada, con más respeto hacia las opiniones de los otros.

Por último, pienso que uno de mis grandes retos a trabajar es el manejo del tiempo, aunque en la planeación de la estrategia todo parece adecuarse, en la aplicación he tenido algunos problemas debido a imponderables que van desde problemas técnicos, la llegada tardía de los alumnos y, sobre todo, al realizar las

## Capítulo VII. Discusión de resultados

---

actividades los tiempos se extienden y eso ha provocado que me sienta presionado y no le dé el tiempo establecido a cada una de las actividades.

### **7.3 Interpretación de resultados obtenidos en el pre-test y el post-test**

El proceso de cambio conceptual en los estudiantes es de largo plazo, considerando la complejidad de los temas y también que muchas de las ideas incorrectas han sido útiles en sus años de formación previos, de acuerdo con [Moreira y Greca \(2003\)](#), los cambios conceptuales han sido objeto de estudio en diferentes asignaturas y en diferentes niveles académicos, la persistencia de ideas erróneas, alternativas o incluso viejas, dependiendo del contexto, ha ocasionado en los profesores una situación desalentadora, por lo que se han propuesto cambios en la estructura de la enseñanza con el propósito de motivar a los estudiantes y romper con la resistencia al cambio en la concepción de las materias relacionadas a la ciencia. Los autores mencionan que la asimilación de una nueva idea o con un nuevo significado, requiere de un proceso de asimilación, reestructuración y modificación, en donde el alumno se pueda apropiarse del conocimiento y se genere un cambio significativo a través de la internalización de los conceptos. Todo el proceso requiere de un tiempo prolongado, en donde se tienen que reforzar los conocimientos y aplicarlos en situaciones problema para hacer uso de ellos.

Por lo anterior, podemos decir que con base en la comparación de los resultados obtenidos entre el *pre-test* y el *post-test* sobre los conocimientos conceptuales de los alumnos, se puede inferir que existe un cambio en sus conocimientos previos y los que adquirieron al finalizar la estrategia, ya que lograron identificar algunas diferencias en los procesos de división celular que existen entre la mitosis y la meiosis, además, de vincular el proceso meiótico a la formación de gametos tanto femeninos como masculinos. Sin embargo, tenemos claro que con este tipo de instrumentos de evaluación, para una aplicación de tan breve plazo, no se puede reconocer un cambio significativo en la apropiación de sus conocimientos, ya que esto sólo define la memoria a corto plazo de los estudiantes, y los evalúa con estadísticas y números, dejando de lado la capacidad para pensar de manera

divergente y de resolver problemas de forma creativa (Feinstein, 2016), pero como mencionamos, esto se valoró con otros instrumentos, en particular con la rúbrica del Caso. Además de que habría que hacer un análisis y seguimiento a mediano y largo plazo, donde se refuercen los conocimientos sobre reproducción y su aplicación a otros contextos por parte de los alumnos.

Para autores como Barón (2009) el objeto de la enseñanza no debe centrarse únicamente en la adquisición de conceptos, y validado por la asignación de un número, ya que los estudiante tienen que incorporar a su aprendizaje procedimientos, valores y contextos de aplicación que vayan de la mano con la información. Es decir, los alumnos deben transmitir a través de actividades, comentarios y participaciones, la conceptualización de su aprendizaje y sus herramientas de resolución de problemas, en donde se identifique un cambio conceptual, que involucre su responsabilidad por aprender.

### Capítulo VIII. Conclusiones

- Con base en el objetivo general planteado, podemos decir que la estrategia diseñada, aplicada y evaluada facilitó la enseñanza-aprendizaje del tema de reproducción; sin embargo, considerando que los elementos disciplinares que lo sustentan son complejos y abstractos, significaron un gran reto tanto en la enseñanza para el profesor, como en su aprendizaje para los alumnos; algunos no lograron apropiarse cabalmente de todos ellos.
- Esta estrategia didáctica con una base constructivista, incorporó diversos recursos didácticos para favorecer un aprendizaje mejor articulado, integrado y significativo. En la planeación y ejecución de la estrategia se contemplaron los contextos escolares, educativos y personales de los alumnos de Educación Media Superior; en el diseño de las actividades se contemplaron dos conjuntos de actividades, así como su respectiva aplicación y evaluación, con la finalidad de 1) promover la construcción de los aprendizajes conceptuales sobre reproducción, fecundación, meiosis y gametogénesis en los estudiantes, y posteriormente 2) hacer uso de ellos e incorporarlos a sus aprendizajes actitudinales y procedimentales al aplicarlos a un Caso de la vida real.
- La utilización del Método de Casos generó movilización de las ideas previas en los estudiantes, permitiendo que incorporaran conceptos, procesos y evidencia científica en sus explicaciones orales y escritas. Resaltó la virtud del Caso como una estrategia muy favorable para la socialización del conocimiento, promoviendo en los alumnos la identificación de problemas de la vida cotidiana, la discusión, el intercambio de ideas, el respeto a las opiniones de los otros y generó reconocimiento respecto a que, los temas vivenciales no son ajenos a las explicaciones científicas y estas son importantes para resolver de mejor manera problemas reales y cotidianos.

- La aplicación del Método de Casos en las aulas, así como su construcción, es una tarea ardua, en la cual se deben de contemplar las características sociales, culturales y educativas de los alumnos. Es importante mencionar que, aún con todas las bondades que representa esta estrategia didáctica, y que los resultados, la disposición y el interés de los alumnos fue bueno, existieron dificultades que consideramos están ligadas al poco uso de éstas técnicas por parte de los docentes y a la dificultad que representa vincular temas biológicos complejos, explicados desde lo no percibido (microdimensional), con el contexto tangible (macrodimensional) y cotidiano del alumno.
- Los instrumentos de evaluación iniciales permitieron identificar carencias conceptuales biológicas fundamentales en los alumnos, como la conceptualización de la unidad morfológica y funcional de la vida, mostrado esquemas muy limitados de la célula, sus organelos y sus funciones. Con un objeto de estudio tan poco claro es entendible que aun después de las explicaciones, varios estudiantes tuvieron dificultad para entender procesos celulares como la diferencia entre meiosis y mitosis, célula haploide y diploide y espermatogénesis y ovogénesis. Esto fue resaltado mediante los diferentes instrumentos semicuantitativos empleados, entre ellos el *pre-test* y el *post-test*, con los que se identificó el aprendizaje conceptual de los alumnos (en el entendido de que se está ponderando lo memorístico); por otro lado, la evaluación del Método de Casos es completamente cualitativa, por lo que es importante establecer criterios que ayuden a obtener resultados lo más objetivos posible como lo hicimos con la rúbrica. Lo antes mencionado, así como la interpretación de las respuestas orales y escritas de los alumnos, además de sus comentarios favorables a la estrategia nos permitieron identificar las fortalezas y áreas de oportunidad en esta estrategia didáctica.

### Capítulo IX. Perspectivas

El presente trabajo tuvo como finalidad generar un recurso didáctico para aplicar en lo particular al modelo educativo de la ENCCH, pero en lo general la Maestría nos forma con la flexibilidad y capacidad de aplicarlos en diferentes sistemas educativos, considerando modificaciones de acuerdo con los objetivos de cada institución escolar y su población estudiantil. La adaptación de la propuesta a cada contexto escolar conservaría la intención de incorporar elementos novedosos y controversiales para un tema con gran importancia en la actualidad, que permitan detectar y atacar problemas de enseñanza y aprendizaje del proceso reproductivo y atender desde el aula problemas de la vida real relacionados con la reproducción en cada población.

Consideramos importante seguir utilizando narrativas con Casos que permitan a los alumnos desarrollar sus conocimientos procedimentales y actitudinales, vinculándolos con los contenidos biológicos disciplinares, en este caso sobre reproducción, ya que ayuda a que los alumnos no sólo aprendan los conceptos, sino que los puedan aplicar a la resolución de problemas.

Desde el punto de vista curricular, es indispensable afianzar el concepto de célula, como un concepto sostén que permita desarrollar, explicar y enseñar a los estudiantes un tema nuevo, ya que es la base de todos los procesos e interacciones biológicas. Esto también, con la finalidad de que los alumnos puedan relacionar de mejor forma los elementos microdimensionales con los macrodimensionales.

La estructura, diseño y aplicación de la estrategia, es perfectible y puede ser ajustada, considerando limitaciones metodológicas, conceptuales y de carácter pedagógico, además de considerar el tiempo de ejecución, en particular esto último resultó un problema severo y desventaja durante el desarrollo de la aplicación.



## Capítulo IX. Perspectivas

---

Lo ideal sería aplicar la estrategia en otros contextos escolares y modelos educativos diferentes, para identificar la eficacia y problemas que tanto alumnos como docentes puedan observar.

El presente trabajo me permitió participar en AIDIPE 2019, XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa: Investigación comprometida para la transformación social, celebrado en Madrid, España del 19 al 21 de junio del 2019, con el trabajo titulado “Diseño y aplicación del Método de Casos en la enseñanza del tema Reproducción en el bachillerato”. Con el financiamiento del Apoyo a los Estudiantes de Posgrado (PAEP), UNAM.



Sr./Sra. Gethsemany García Guerrero  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Av. Cantera Mz-2 Lt-9 Col. Tlaxcaltenco la mesa  
14420 Ciudad de México  
México



XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa

XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa. Interdisciplinaridad y transferencia  
Asociación Interuniversitaria de Investigación Pedagógica (AIDIPE)

20/06/2019

F. Javier Murillo, presidente del XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA, celebrado en Madrid, 19-21 de junio de 2019, confirma que Sr./Sra. Gethsemany García Guerrero ha participado en este evento.

Asimismo, Sr./Sra. Gethsemany García Guerrero es autor de las siguientes contribuciones, que han sido valoradas por dos revisores según el sistema de revisión por pares, preservando el anonimato de autores y evaluadores (doble ciego):

**Título:** Diseño y aplicación del Método de Casos en la enseñanza-aprendizaje del tema Reproducción en el bachillerato.

**Tipo de contribución:** Pósteres

**Autor(es):** García Guerrero, Sr./Sra. Gethsemany; Rivas Manzano, Sr./Sra. Patricia

Atentamente,

Juan Carlos Tójar Hurtado  
Presidente AIDIPE

F. Javier Murillo  
Presidente XIX Congreso Internacional AIDIPE 2019

### Capítulo X. Bibliografía

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2008). *Biología molecular de la Célula* (5ta ed.). Barcelona: Ediciones Omega.
- Andreu, M. Á., González, J. A., Labrador, M. J., Quintanilla, I., & Ruiz, T. (2004). Método del caso. Ficha descriptiva y de necesidades. *Universidad Politécnica de Valencia*, p. 24. Valencia: Grupo metodologías activas (GIMA-UPV).
- Ángulo, F., & García, M. P. (1997). Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 1, 1–7.
- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: Origenes Y Perspectivas. *Laurus*, 13(May-Ago), 76–92.
- Armendi, P., Bujan, K., Garín, S., & Vega, A. (2013). Estudio de caso y aprendizaje cooperativo en la universidad. *Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 18(1), 413–429.
- Barkley, E. F. (2010). Student engagement techniques: A handbook for college faculty. In *The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series*. Jossey-Bass.
- Barón, L. (2009). Introducción al estudio del cambio conceptual. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 2(2), 75–83.
- Bazán, J. de J., & García, T. (2001). *Educación media superior: aportes* (1 ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).
- Bugallo-Rodríguez, Á. (1995). La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. *Enseñanza de Las Ciencias*, 13(3), 379–385.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? *Enseñanza de*

## Capítulo X. Bibliografía

---

- Las Ciencias*, 17(2), 179–192.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2008). *Biology* (8th ed.). San Francisco: Pearson.
- Campero, L., Atienzo, E., Suárez, L., Hernández, B., & Villalobos, A. (2013). Salud sexual y reproductiva de los adolescentes en México: evidencias y propuestas. *Gaceta Médica de México.*, 143(1), 299–307.
- Cardaci, D., & Sánchez, Á. (2009). “Hasta que lo alcancemos...” Producción académica sobre reproducción asistida en publicaciones mexicanas. *Alteridades*, 19(38), 21–40.
- Carretero, M. (2011). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Castañón, R., Seco, R. M., & Fortes, M. (2000). *La educación media superior en México : una invitación a la reflexión*. México: Editorial Limusa.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa (RELIME)*, 11(2), 171–194.
- CCH/UNAM. (2017). Programas de estudio área de ciencias experimentales Biología I - II. In *CCH-UNAM*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CCH. (1971). Se creo el Colegio de Ciencias y Humanidades. *Gaceta, UNAM, II Número*, 1–7.
- CCH. (2006). *Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado* (pp. 1–31). pp. 1–31. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CCH. (2016, April). La vida fructífera del CCH en 45 años de historia. *Gaceta, UNAM*, 4.
- Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students’

## Capítulo X. Bibliografía

---

- views. *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61–71.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (2007). *El constructivismo en el aula* (17a ed.). México: Edición Editorial Graó.
- Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5, 105–117.
- Díaz, F. (2006). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. In *McGraw Hill Interamericana* (1ra ed.).
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2da ed.). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Esparza-Pérez, R. V. (2017). La depreciación de los derechos humanos y la regulación de la reproducción humana asistida en México. In *Gac Med Mex* (Vol. 153). México.
- Feinstein, S. G. (2016). *Secretos del cerebro adolescente*. Grupo Editorial Patria.
- Galagovsky, L. R. (2004). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. *Enseñanza de Las Ciencias*, 22(2), 229–240.
- García, S., & Martínez, C. (2011). ¿Cómo valoran los profesores en ejercicio y en formación unas actividades dirigidas al estudio de la reproducción en la educación obligatoria? *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(1), 5–22.
- Gartner, L. P., Hiatt, J. L., Araiza, M. E., & Sepúlveda Saavedra, J. (2008). *Texto atlas de histología*. McGraw Hill Interamericana.
- Gil-Antón, M., Mendoza, J., Rodríguez, R., & Perez, M. J. (2009). *Cobertura de la Educación Superior en México. Tendencias, retos y perspectivas*. México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Dirección de Medios Editoriales.

## Capítulo X. Bibliografía

---

- Gil, D., Moreira, M. A., Dias, C., Garrett, R., Ana, D., Cañas, M., ... Pulido, C. (1992). Proyecto IBERCIMA- recomendaciones para el diseño de los currículos de ciencia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 14(4), 252–257.
- Gilbert, S. F. (2005). *Biología del desarrollo*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- González-González, J. (1991). Los procesos transformados y los procesos alterados. Fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico. *Revista Internacional de Filosofía de La Biología*, 1(2), 45–90.
- Grilli, J., Laxague, M., & Barboza, L. (2017). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias.*, 12(1), 91–108.
- Handel, M. A., & Schimenti, J. C. (2010, February 6). Genetics of mammalian meiosis: Regulation, dynamics and impact on fertility. *Nature Reviews Genetics*, Vol. 11, pp. 124–136.
- Hernández, G. (2006). Enseñanza situada: Crear contextos de aprendizaje de alto nivel de situatividad. *Revista Del Centro de Investigación*, 7(25), 109–114.
- Herreid, C. F. (2007). *Start With a Story - The Case Study Method of Teaching College Science*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Hurtado de Mendoza, T., & Olvera, J. (2013). Conocimientos y actitudes sobre sexualidad en jóvenes universitarios. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 16(1), 258–268.
- Íñiguez, F. J., & Puigcerver, M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka: Sobre La Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10(3), 307–327.
- Knippels, M.-C. C. P. J., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2005, June). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, Vol.

- 39, pp. 108–112. Netherlands: Taylor & Francis Group.
- Labrador, M. J., & Andreu, M. A. (2008). Metodologías activas. Grupo de innovación en metodologías activas (GIMA). *Universidad Politécnica de Valencia*, p. 321. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (UPV).
- López, L. (2017). *Didáctica de la imagen: una propuesta para la enseñanza de los niveles de organización biológica*. UNAM. Tesis
- López, N. (2012). Gametogénesis y espermatogénesis. In *Biología del desarrollo*. (p. 173). México: McGraw-Hill Interamericana.
- López, S. (2014). *El estudio de casos como estrategia de enseñanza y aprendizaje que promueven la educación científica* (pp. 1–9). pp. 1–9. Buenos Aires: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- Luffiego, M., Bastida, M., Ramos, F., & Soto, J. (1994). Epistemología, caos y enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 12(1), 89–96.
- Martínez, V. A. (2012). Una estrategia para enseñar la reproducción humana en sexto año de primaria. Universidad Pedagógica Nacional Unidad Ajusco. Tesis
- Maturano, C., Aguilar, S., & Núñez, G. (2009). Propuestas para la utilización de imágenes en la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista Iberoamericana de Educación.*, 49, 1–11.
- Mayr, E. (2005). *Así es la biología* (1ra ed.). Barcelona: Debate.
- McGee, E. A., & Hsueh, A. J. W. (2000, April). Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. *Endocrine Reviews*, Vol. 21, pp. 200–214.
- Miller, M. P., Amon, A., & Ünal, E. (2013). Meiosis I: When chromosomes undergo extreme makeover. *Current Opinion in Cell Biology*, Vol. 25, pp. 687–696. Elsevier Current Trends.

## Capítulo X. Bibliografía

---

- Miramontes, R. (2016). *Diseño y aplicación del método de casos para la enseñanza y el aprendizaje del tema mutaciones en el bachillerato*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Tesis
- Morales, L. A., & Guzmán, T. (2015). El vídeo como recurso didáctico para reforzar el conocimiento. *Tecnología Educativa*, Vol. 3, p. 9. Encuentro Internacional de Educación a Distancia.
- Moreira, M., & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia & Educação*, 9(2), 301–315.
- Muñoz, L. L., & Ávila, J. (2012). *Población Estudiantil del CCH, ingreso, tránsito y egreso*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nieto, J. (2004). *Estrategias para mejorar la práctica docente* (1ra ed.). Madrid: Madrid CCS.
- Niño, E. (2013). ¿Y qué con la sexualidad adolescente? *Fundación UNAM*, 2.
- Ornelas-Cruces, M. (2019). *La representación visual de la genética y la evolución en la educación en México (1970-2000)*. UNAM. Tesis
- Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophía. Colección de Filosofía de La Educación*, 1(19), 93–110.
- Pantoja, D. (1983). *Notas y Reflexiones acerca de la Historia del Bachillerato*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pantoja, J. C., & Covarrubias, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles Educativos*, 139(139), 17.
- Perafán, G. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios*, 37, 83–93.



## Capítulo X. Bibliografía

---

- Pérez, Á. (1992). Los procesos de enseñanza-aprendizaje: Análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. In *Comprender y transformar la enseñanza* (pp. 1–20). Madrid: Morata.
- Pérez, N. (2014). *Metodología del caso en orientación* (1ra ed.). Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Pérez, N., & Aneas, A. (2014). Aspectos introductorios: terminología y significados. In *La metodología del caso: un poco de Historia* (p. 6). México.
- Pozo, J. I. (2006). *Teorías cognitivas del aprendizaje* (5ta ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Quintino, M. L. Y. K. (2013). El cuento como estrategia didáctica para la enseñanza de las teorías de la evolución de Lamarck y Darwin-Wallace a nivel medio superior. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 4(7).
- Revel, A. (2013). Estudios de caso en la enseñanza de la biología y en la Educación para la Salud en la Escuela Media. *Revista Bio-Grafía: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 6(10), 42–49.
- Rioseco, M., & Romero, R. (1997). La Contextualización De La Enseñanza Como Elemento Facilitador Del Aprendizaje Significativo. *Encuentro Internacional Sobre El Aprendizaje Significativo*, (138), 1–2.
- Rivera, S. (2018). *El método de casos para el aprendizaje de la homeostasis en los sistemas vivos en el bachillerato*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Tesis
- Román, C. E. (2009). Sobre la retroalimentación o el feedback en la educación superior on line. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, (26), 1–18.

## Capítulo X. Bibliografía

---

- Ross, M. H., & Pawlina, W. (2005). *Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular* (4ta ed.). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Saccone, M. (2017). La obligatoriedad de la educación media superior. Apuntes para pensar la experiencia mexicana. *Anuario de La Facultad de Ciencias Humanas*, 13(13), 122–139.
- Székely, M. (2010). Avances y transformaciones en la educación media superior. In A. Arnaut & S. Giorguli (Eds.), *Los grandes problemas de México. Educación VII* (1ra ed., pp. 313–336). México: El Colegio de México.
- Totorikaguena, L. (2013). *Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual*. Universidad del País Vasco.
- Turnpenny, P. D., & Ellard, S. (2009). *Emery. Elementos de genética médica* (13a ed.). Barcelona: Elsevier.
- Valeros, M. del C. (2015). *Modelo didáctico basado en el método de casos para el aprendizaje en entornos virtuales. El caso de la ética profesional en ciencias de la comunicación*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Velasco, S., & Navarro, M. A. (2014). El papel de la imagen en la enseñanza. Análisis de las ilustraciones del proceso de la meiosis en fuentes de consulta utilizadas por alumnos de Biología del CCH Vallejo. *Nuevos Cuadernos Del Colegio. CCH. UNAM*, 3, 1–33.
- Vera, J. A., Rodríguez, C. K., Huesca, L., & Laborín, J. F. (2016). Variables de contexto asociadas al desempeño en educación media superior para el estado de Sonora. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, (22), 98–119.
- Villa, L. (2010). La educación media superior: su construcción social desde el México independiente hasta nuestros días. In A. Arnaut & S. Giorguli (Eds.),

## Capítulo X. Bibliografía

---

*Los grandes problemas de México. Educación VII* (1ra ed., pp. 271–312). México: El Colegio de México.

Wassermann, S. (1999). Los casos como instrumentos educativos. In *El estudio de casos como método de enseñanza* (2da ed., p. 14). Buenos Aires: Amorrortu Editores.

Wolpert, L., Lawrence, P., Meyerowitz, E., Robertson, E., & Smith, J. (2010). *Principios del desarrollo*. México: Editorial Médica Panamericana.

Yacuzzi, E. (2005). El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación. *CEMA Working Papers: Serie Documentos de Trabajo*, 296, 37.

## Anexos



Universidad Nacional Autónoma de México



Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel sur

*Ideas previas.* Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Sigue las instrucciones que se solicitan a continuación.

**1.- Haz el esquema de una célula animal con sus organelos, colocando el nombre de las estructuras dibujadas.**

**2.- Dibuja un espermatozoide, un óvulo y un cigoto.**

Espermatozoide	Óvulo	Cigoto

**3.- Explica qué es para ti la fecundación**

**4.- Enlista cinco palabras que se relacionen con el tema de Reproducción**

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_

e) \_\_\_\_\_

***Anexo 1. Ejercicio de ideas previas***

### **Anexo 2. Lectura introductoria: Reproducción sexual**

Elaboró: Biól. Gethsemany García Guerrero

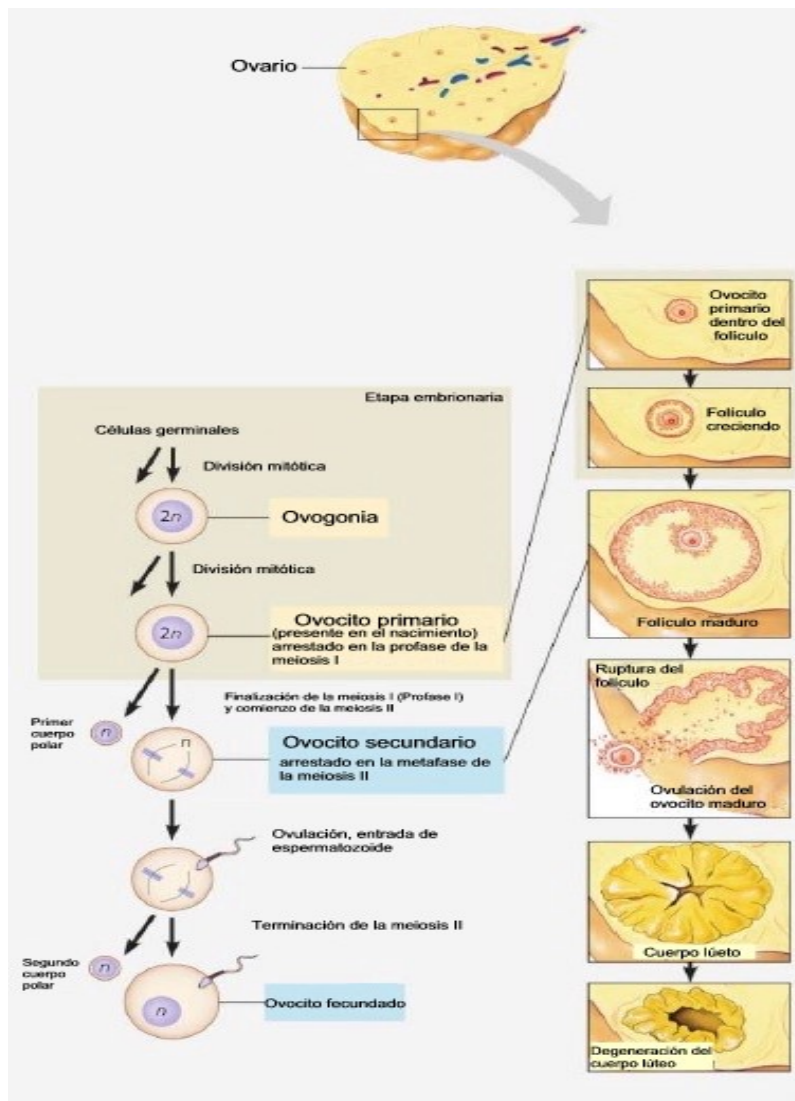
La consecuencia biológica más importante de la fecundación durante la reproducción sexual es la combinación de los genes de un macho y los de una hembra para formar un nuevo organismo en el que van a confluir los destinos de algunos genes de la madre y otros del padre. Los genes, en interacción con el ambiente, determinan las características que tendrá el nuevo ser.

En la reproducción sexual es necesaria la formación de células sexuales especializadas o gametos, que al unirse van a constituir un cigoto que contiene en sus genes el material hereditario de ambos progenitores. Los gametos se forman a partir de grupos especiales de células germinales diploides ( $2n$ ) que se encuentran en los órganos reproductores llamados gónadas. En los animales, existen dos tipos de gónadas, la femenina llamada ovario, productora de óvulos y la masculina, denominada testículo, productora de espermatozoides. A diferencia de las células germinales que les dieron origen, estas células especializadas o gametos son haploides ( $n$ ).

El mecanismo por el cual los gametos se hacen haploides, es una división celular especializada y característica de la reproducción sexual conocida como **meiosis**, durante la cual hay una reducción a la mitad del número de cromosomas de la especie. También durante la meiosis se produce el apareamiento de los cromosomas homólogos de ambos progenitores y su entrecruzamiento, este evento es crucial en la reproducción sexual ya que es el principal responsable de producir la variabilidad genética de la especie.

La meiosis ocurre durante la **gametogénesis**, en este proceso además de los cambios cromosómicos mencionados, ocurren una serie de cambios morfológicos donde se prepara a las células germinales para la fertilización, en las hembras el proceso se conoce como ovogénesis y en los machos como espermatogénesis. Durante estos procesos los espermatozoides deben hacerse móviles y deshacerse de la mayor parte de su citoplasma, con la finalidad de contener sólo el material genético; en sentido inverso, los ovocitos deben incrementar su tamaño, así como su citoplasma para desarrollar, capacitar y dotarlos de los elementos necesarios para una fertilización exitosa.

La **ovogénesis** inicia con las ovogonias ( $2n$ ) dentro de una cavidad limitada por células foliculares o folículos ováricos, localizados en la periferia del ovario, estos evolucionan durante la ovogénesis y son fundamentales durante todo el proceso (Figura 1). Las ovogonias proliferan por mitosis antes de convertirse en ovocitos primarios, durante este estadio se llevará a cabo la primera división meiótica (meiosis I), que quedará detenida en la profase I durante un periodo de tiempo que varía entre días, años o hasta alcanzar la madurez sexual, dependiendo de la especie. En muchos casos la reanudación de la meiosis I se debe a la influencia hormonal, al finalizar ésta, el citoplasma sufre una reconfiguración asimétrica que lo divide en dos, generando dos células de tamaño diferente: una es pequeña y se denomina corpúsculo polar y la otra es un ovocito secundario. En esta etapa, cada cromosoma está formado por dos cromátidas hermanas,



que se separan hasta la división meiótica II, durante la anafase II. El citoplasma del ovocito secundario vuelve a dividirse asimétricamente, produciendo un sólo óvulo ( $n$ ) y un segundo corpúsculo polar, ambos con una dotación haploide de cromosomas. En la mayoría de los vertebrados, el ovocito se detiene en la metafase de la meiosis II, y sólo si hay fecundación prosigue para formar el óvulo.

Figura1. Ovogénesis. Se relacionan las divisiones celulares que tienen lugar durante el desarrollo del ovocito, con la estructura de los folículos que contienen a los ovocitos. Modificado de Campbell y Reece, 2008.

Por otra parte, en los machos, se lleva a cabo el proceso de **espermatoogénesis**, se produce en el testículo de manera continua dentro los túbulos seminíferos. En el epitelio seminífero se observan diferentes tipos celulares conforme el organismo aumenta de talla y edad (Figura 2). Las espermatogonias se localizan alrededor del límite externo o basal de los túbulos. Muchos autores clasifican el proceso de espermatogénesis en tres fases: la fase proliferativa, la fase de meiosis y la de diferenciación de los espermatozoides o espermiogénesis. La primera fase tendrá lugar en las espermatogonias ( $2n$ ), que experimentarán una serie de divisiones mitóticas, generando espermatoцитos primarios ( $2n$ ); en la fase meiótica, los espermatoцитos primarios entran en la meiosis I, donde se aparearán los cromosomas homólogos y se producen entrecruzamientos, ésta termina con la formación de dos espermatoцитos secundarios, que por su parte entran a la segunda división meiótica (meiosis II), generando cuatro espermátidas; La última fase, la espermiogénesis, se caracteriza por la diferenciación morfológica que experimentan las espermátidas para transformarse en espermatozoides. En esta fase las células ya terminaron el proceso meiótico, y entran en el proceso de espermiogénesis. Las espermátidas comienzan a perder parte de su citoplasma, se forma un acrosoma granular y se establece el flagelo. La espermiogénesis ha sido dividida en cuatro fases: fase de Golgi, fase de cubierta, fase de acrosoma y de maduración, al terminar este proceso de diferenciación se obtienen cuatro espermatozoides ( $n$ ).

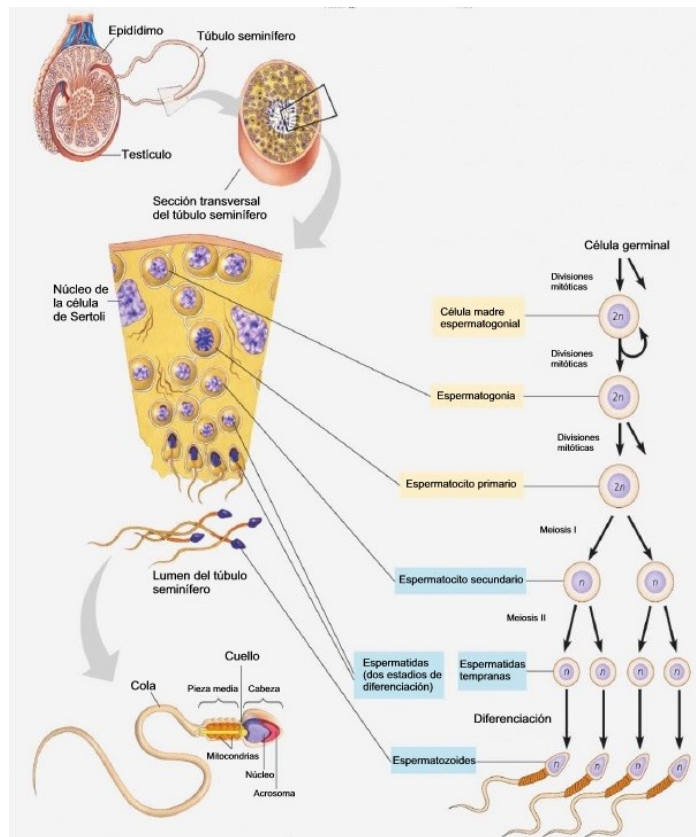


Figura 2. Espermatogénesis. Se observa la organización de los túbulos seminíferos dentro del testículo y se esquematiza el desarrollo de las espermatogonias hasta espermatozoides, con las divisiones celulares correspondientes a cada etapa. Modificado de Campbell y Reece, 2008.





Universidad Nacional Autónoma de México



Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel sur

*Cuestionario video y lectura introductoria.* Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

**Responde las siguientes preguntas.**

1.- ¿Qué es la meiosis?

2.- ¿Qué es la gametogénesis?

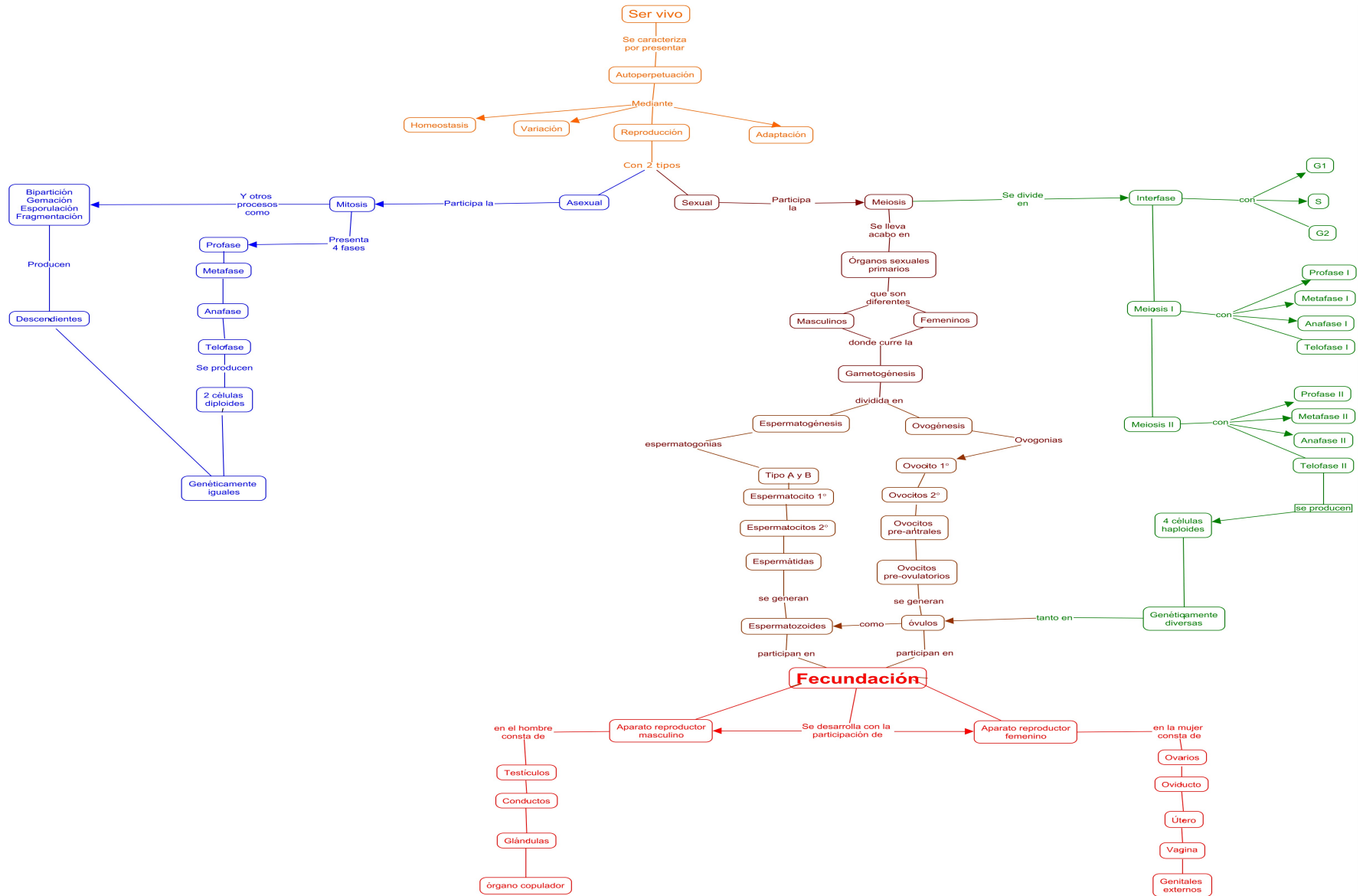
3.- ¿Dónde se producen los gametos o células sexuales?

4.- ¿Cuántos óvulos son expulsados del folículo en el proceso de ovulación?

5.- ¿Cómo se produce la fecundación?

**Anexo 3. Cuestionario video y lectura introductoria**

# Anexos



Anexo 4. Organizador gráfico



Universidad Nacional Autónoma de México



Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel sur

Cuadro comparativo mitosis-meiosis. Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Completa el siguiente cuadro

	Mitosis	Meiosis
Tiene lugar en las células		
Sus células hijas son		
Participa en la reproducción		
Número de divisiones		
¿Hay recombinación?		
Duración		
Resultado		
Finalidad		

Anexo 5. Cuadro comparativo mitosis-meiosis



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel sur**



*Cuadro comparativo ovogénesis-espermatogénesis.* Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Completa el siguiente cuadro

	Ovogénesis	Espermatogénesis
<b>Se realiza en</b>		
<b>Se genera a partir de</b>		
<b>Durante la meiosis</b>		
<b>Producción de gametos</b>		
<b>Resultado final</b>		

**Anexo 6. Cuadro comparativo ovogénesis-espermatogénesis**



Universidad Nacional Autónoma de México

Colegio de Ciencias y Humanidades.  
Plantel sur



**Lista de cotejo para cuadro comparativo de mitosis-meiosis y ovogénesis-espermatogénesis**

Instrucciones: Revisar las características que se solicitan y califique en la columna de valor obtenido.

Valor del reactivo	Características a cumplir (Reactivo)	Sí	No	Observaciones
25%	Identifica adecuadamente los elementos a comparar			
25%	Incluye las características de cada elemento			
20%	Presenta afirmaciones donde se mencionan las semejanzas y diferencias más relevantes de los elementos comparados			
20%	Presenta información organizada lógicamente			
10%	Presenta limpieza y ortografía correcta			
	Calificación			

**Anexo 7. Lista de cotejo para evaluar cuadros comparativos**



Universidad Nacional Autónoma de México



### Aplicación del Caso

Título: El embrión viajero

Elaboró: Gethsemany García Guerrero

Fecha: \_\_\_\_\_ Escuela \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_

Integrantes del equipo

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

#### Objetivo:

Realizar un análisis de Caso para 1) explicar el concepto biológico y la importancia de la fertilización, así como las ventajas y desventajas de la fertilización asistida, 2) identificar, adquirir, comunicar e integrar conceptos y principios biológicos sobre reproducción sexual de manera colaborativa a través de la discusión y el debate.

#### Instrucciones

En el siguiente Caso (dividido en dos partes) se presenta un problema sobre reproducción humana que ocurre en la vida cotidiana, para la primera parte se darán 10 minutos para leerlo y discutirlo en equipo. Incluye preguntas para guiar la discusión grupal. Después de discutirlo el equipo tomará una postura sobre su interpretación de los hechos y participará en una sesión plenaria de discusión para proponer posibles explicaciones sobre esta parte del Caso. Para la segunda parte se darán 10 minutos para leerlo y discutirlo en equipo. Después de la discusión, cada alumno tomará una postura personal y contestará un cuestionario de manera

individual que entregará como evidencia de su toma de posición y manejo de la información biológica sobre el tema.

Caso: El embrión viajero

En una ciudad de nuestro país en mayo del 2016, se presentaron dos problemas en una prestigiada clínica de fertilidad asistida *TUBB*, con impacto tan grande que acaparó dos veces las principales portadas de los diarios. Pero como casi siempre sucede, nadie dio explicaciones, por lo que tú y el grupo tendrán que elaborarlas con base en argumentos científicos.

### **Parte 1**

Una investigación periodística puso en evidencia que en la clínica *TUBB* del Dr. y la Dra. Fahiar, arribaron por separado las señoras Clara Martínez y Olivia Hernández, para un tratamiento de fertilización asistida e implantación de embriones.

Dos meses después, la señora Martínez estaba embarazada de gemelos, pero la señora Hernández no había logrado concebir. Los doctores Fahiar y su equipo informaron a la señora Hernández que hubo un problema en su procedimiento, algunos de sus embriones se implantaron en otra mujer. Al mismo tiempo, notificó a la señora Martínez del problema, ya que no sólo le implantaron cuatro embriones de sus óvulos fertilizados por su marido, sino también varios embriones de otra pareja.

Los Dres. Fahiar no revelaron la identidad de los padres biológicos de los embriones, el artículo periodístico destacó que una de las parejas era de tez clara y que la otra pareja era de tez morena.

### **Preguntas para guiar la discusión**

¿Explica cómo es que la señora Martínez tenía un embarazo gemelar y la señora Hernández no estaba embarazada?

¿Qué errores médicos durante el tratamiento de fertilidad podrían producir embriones de diferentes padres creciendo en el útero de la señora Martínez?

¿Podría existir otra combinación de embriones en el útero de la señora Martínez?

¿Qué características fenotípicas piensas que podrían tener los bebés de la señora Martínez?

¿Qué necesitan conocer los padres para determinar con certeza que ambos bebés son sus hijos?

¿Cuál pareja tendrá conflicto con la situación y por qué?

### ***Anexo 8. Primera parte del Caso “El embrión viajero”***



Elaboró: Biól: Gethsemany García Guerrero

### **El embrión viajero (parte 2)**

La segunda nota periodística mostró que el anterior no era un suceso aislado, y decía que una pareja de jóvenes mexicanos, acudió a la misma clínica TUBB de los Dres. Fahiar, a practicarse una fertilización *in vitro* e implantación de embriones y procreó gemelos, posteriormente descubrieron que uno de los bebés no era por completo suyo. El padre biológico no era el joven mexicano, sino un hombre de Colombia, cuya esposa también recibió un tratamiento de fertilidad asistida en la misma clínica.

#### **Preguntas para guiar la discusión.**

¿Cuál es la importancia de la fertilización en la reproducción sexual?

¿Cuáles son los pros y los contras de la fertilización asistida?

¿Qué errores médicos durante el tratamiento de fertilidad pudieron producir gemelos de padres diferentes?

¿Cómo se podría saber con certeza que la pareja mexicana son los padres biológicos de ambos bebés?

¿Qué harías tú si estuvieras en esta situación?

#### **Anexo 9. Segunda parte del Caso “El embrión viajero”**



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel**  
**sur**



*Pre-test.* Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Subraya la opción correcta para cada uno de los siguientes enunciados:

**1.- La célula es considerada la unidad \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ de los seres vivos.**

- a) Biológica y organizada
- b) Funcional y estructural
- c) Anatómica y orgánica
- d) Genética y hereditaria

**2.- La meiosis \_\_\_\_\_ el número de cromosomas de los progenitores.**

- a) Duplica
- b) Divide a la mitad
- c) Conserva
- d) Reproduce

**3.- La meiosis participan en \_\_\_\_\_.**

- a) El crecimiento y reparación de tejidos
- b) La reproducción asexual
- c) La reproducción sexual
- d) El mantenimiento celular

**4.- La meiosis finaliza con la formación de \_\_\_\_\_.**

- a) Dos células
- b) Dos núcleos
- c) Ocho células
- d) Cuatro células

**5.- Tipo de células especializadas que se generan en la reproducción sexual, cuya finalidad es generar gran variabilidad de combinaciones genéticas.**

- a) Células de Sertoli    b) Gametos    c) Células epiteliales    d) Esporófito

**6.- ¿Durante qué proceso se obtienen células haploides?**

- a) Esporulación    b) Transcripción    c) Hibridación    d) Gametogénesis

**7.- ¿En qué células se lleva a cabo la gametogénesis?**

- a) Células somáticas  
b) Células poliploides  
c) Células procariontes  
d) Células sexuales

**8.- Los gametos femeninos son los \_\_\_\_\_.**

- a) Espermatozoides    b) Óvulos    c) Esporofito    d) Corpúsculo polar

**9.- Una de las funciones de los testículos es \_\_\_\_\_.**

- a) Facilitar la fecundación  
b) Formación de espermatozoides  
c) Generar estradiol  
d) Producir líquido seminal

**10.- La fertilización se produce cuando el óvulo fusiona su núcleo con el espermatozoide y se forma una nueva célula que se conoce como \_\_\_\_\_.**

- a) Gametangio  
b) Anterozoide  
c) Oosfera  
d) Cigoto

**Anexo 10. Pre-test**



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel**  
**sur**



*Post-test.* Biología I. Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? Tema 1 Reproducción (Meiosis y gametogénesis).

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

Grupo: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Subraya la opción correcta para cada uno de los siguientes enunciados:

**1.- Es considerada la unidad funcional y estructural de los seres vivos.**

- a) Célula
- b) Núcleo
- c) Pared celular
- d) Mitocondria

**2.- La meiosis \_\_\_\_\_ el número de cromosomas de los progenitores.**

- a) Conserva
- b) Reproduce
- c) Divide a la mitad
- d) Duplica

**3.- Tipo de división celular que genera células genéticamente diferentes**

- a) Mitosis
- b) Bipartición
- c) Meiosis
- d) Gemación

**4.- La meiosis finaliza con la formación de \_\_\_\_\_.**

- a) Cuatro células
- b) Dos núcleos
- c) Ocho células

d) Dos células

**5.- Tipo de reproducción en la que se generan células especializadas llamadas gametos y cuya finalidad es generar gran variabilidad de combinaciones genéticas.**

a) Asexual      b) Fisión Binaria      c) Sexual      d) Gemación

**6- ¿Qué tipo de células se obtienen al finalizar la gametogénesis?**

a) Células diploides    b) Células madre    c) Células haploides    d) Células somáticas

**7.- ¿En qué células se lleva a cabo la gametogénesis?**

- a) Células somáticas
- b) Células sexuales
- c) Células procariontes
- d) Células Poliploides

**8.- Los óvulos son \_\_\_\_\_.**

- a) Gametos masculinos
- b) Células somáticas
- c) Gametos femeninos
- d) Células diploides

**9.- La formación de los espermatozoides se produce en \_\_\_\_\_.**

- a) Aparato reproductor femenino
- b) Los testículos
- c) Los conductos
- d) Órgano copulador

**10.- La fertilización se produce cuando el óvulo fusiona su núcleo con el espermatozoide y se forma una nueva célula que se conoce como \_\_\_\_\_.**

- a) Oosfera
- b) Cigoto
- c) Anterozoide
- d) Gametangio

**Anexo 11. Post-test**



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades. Plantel**  
**sur**



**Anexo 12. Rúbrica para evaluar el caso “El embrión viajero”**

<b>Criterios</b>	<b>10 Muy Bien (Siempre)</b>	<b>9-8 Bien (Frecuentemente)</b>	<b>7-6 Suficiente (Pocas veces)</b>	<b>5-1 Insuficiente (Nunca)</b>
<b>Académicos</b>				
Identifica la idea principal o problema	Siempre	Frecuentemente	Pocas veces	Nada
Identifica los conceptos involucrados en el Caso	Identifica 5/5 conceptos	Identifica 4/5 conceptos	Identifica 3/5 conceptos	Identifica menos de 3 conceptos
Distingue entre opinión, suposición y hechos	Siempre	Frecuentemente	Pocas veces	Nunca
<b>Habilidades y destrezas</b>				
Interpreta los datos objetivamente	Siempre	Frecuentemente	Pocas veces	Nunca
Es capaz de dar ejemplos en apoyo de sus ideas	Siempre	Frecuentemente	Pocas veces	Nunca
Adopta la reflexión en su trabajo	Siempre	Frecuentemente	Pocas veces	Nunca
<b>Actitudes y valores</b>				
Escucha y respeta las ideas de los demás	Siempre	Casi siempre	Pocas veces	Nunca
La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación verbal	Siempre	Casi siempre	Pocas veces	Nunca
Es tolerante con la crítica en contra	Siempre	Casi siempre	Pocas veces	Nunca
Colabora para facilitar la discusión en equipo y grupal	Siempre	Casi siempre	Pocas veces	Nunca
La calidad de su pensamiento se refleja en su comunicación escrita	Siempre	Casi siempre	Pocas veces	Nunca