



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
FACULTAD DE CIENCIAS  
BIOLOGÍA

IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO DE ENSEÑANZA ESTUDIO DE CASO COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DEL TEMA DE HERENCIA MENDELIANA EN ALUMNOS DEL CCH-SUR

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR  
(BIOLOGÍA)

PRESENTA:  
**BIÓL. MAURICIO ALFONSO GÓMEZ BRISEÑO**

TUTOR PRINCIPAL: M. en C. MICHELE LOUISE GOLD MORGAN  
FACULTAD DE CIENCIAS

Ciudad Universitaria, CD. MX., MAYO 2022



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.

## Prefacio

La presente tesis surge del interés personal de contribuir a mejorar la educación a nivel medio superior pues considero que es una etapa fundamental para dirigir adecuadamente a los adolescentes, y sobre todo concientizarlos de la importancia que hoy en día tiene la biología. Además, durante gran parte de mi vida profesional e inclusive durante mi propia formación como biólogo, he notado que hay temas que carecen de significado para las personas que las estudian principalmente por falta de importancia, ya que necesitan de un nivel elevado de abstracción para ser comprendidas: tal como es el caso de la herencia mendeliana, la genética, la biología molecular, entre otras. Motivo por el cual considero que, dentro del amplio catálogo de métodos de enseñanza que existe actualmente, el estudio de caso es de los mejores ya que con él se pueden aterrizar diversos temas, como los anteriormente mencionados.

Hoy en día, los temas de biología deben ser significativos para los alumnos y no solo un requisito más que deben cumplir para poder graduarse, es por esto que se debe de enseñar de una forma adecuada. Dentro de esos temas se encuentra la herencia mendeliana, la cual está cobrando cada vez más importancia debido al avance científico, tecnológico y sus aplicaciones. Sin embargo, en muchos casos existe una mala interpretación del conocimiento en este tema, y en general a otros que están vinculados. Esta mala interpretación a veces la encontramos en grandes producciones cinematográficas, creencias populares, series televisivas o redes sociales, lo que conlleva a que muchas personas generen ideas erróneas sobre este tema, por lo cual es más difícil su enseñanza en el nivel medio superior. Por esta razón es imprescindible la utilización de estrategias didácticas capaces de generar en los alumnos un aprendizaje adecuado, y que además ponga en evidencia su importancia en la vida cotidiana. En este trabajo se utilizó el estudio de caso debido a su capacidad de poder enseñar un tema mediante situaciones de la vida real, lo que es parte importante para que los alumnos visualicen los alcances de la herencia mendeliana.

Esta tesis tiene como objetivo servir de evidencia del funcionamiento del estudio de caso para enseñar el tema de herencia mendeliana, y también brinda una opción diferente a la educación tradicional. Asimismo, este estudio es un indicador de los aprendizajes declarativos, procedimentales y actitudinales que los alumnos pueden construir con la implementación adecuada.

En el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), la herencia mendeliana se enseña durante el tercer semestre y es un subtema de una unidad denominada herencia. Se decidió acotar la aplicación de la estrategia a un solo subtema debido a los objetivos que la tesis persigue y las complicaciones logísticas

que implica conseguir un grupo en el CCH para poder implementar la estrategia. Por otra parte, semanas antes de iniciar con la intervención correspondiente a la práctica docente, el CCH-S (y en general la mayoría de los colegios de educación media de la UNAM) había entrado en conflictos sociopolíticos a causa de diversas situaciones de violencia dentro del mismo, lo que hizo que varios grupos estudiantiles se movilizaran para exigir a las autoridades de la UNAM solución a sus problemáticas. Lo anterior influyó negativamente en el estado de ánimo de los alumnos, por la situación delicada de seguridad académica, además de que era inminente la toma de las instalaciones por parte de los grupos activistas de alumnos del plantel.

Los resultados de la presente tesis reflejaron varias áreas de oportunidad, las cuales se trabajaron y adecuaron para mejorar su aplicación y por ende los resultados obtenidos; de esta manera, la estrategia didáctica con los arreglos pertinentes se pensaba aplicar a un grupo diferente de alumnos entre los meses de marzo y abril del presente año. Sin embargo, en los primeros meses del ciclo escolar se tomaron las instalaciones de nivel medio superior de la UNAM (preparatorias oficiales y CCHs) por varios grupos de alumnos, en la mayoría de los casos con lujo de violencia, con la finalidad de exigir varias demandas, entre las que destacaban la seguridad y respeto de las mujeres. Adicional a, en los meses de marzo y abril llegó a México la pandemia del COVID-19, suspendiendo clases y poniendo a toda la población en cuarentena. Tal situación hizo imposible que la estrategia didáctica con las adecuaciones pertinentes se aplicara, sin embargo, en la discusión de esta tesis se indican las recomendaciones hechas para atender las diversas áreas de oportunidad.

Esta tesis es significativa ya que no existen evidencias de la utilización del estudio de caso para enseñar herencia mendeliana a alumnos de nivel medio superior, a pesar de que otros estudios en temas abstractos como este han obtenido buenos resultados en cuanto al aprendizaje de los alumnos y lo relevante que es para ellos, principalmente porque comprenden la importancia que tienen en la vida cotidiana.

Está organizada en varias partes; En primer lugar, un apartado donde se aborda la introducción y la justificación. En segundo lugar, encontramos el marco teórico que se divide en tres capítulos: el capítulo uno aborda a la educación media superior en México y las características institucionales del CCH. En el capítulo dos, se centra en el marco disciplinar y el por qué es importante el tema de herencia mendeliana para los alumnos. Y en el capítulo tres se argumentan las bases psicopedagógicas que sustentan la tesis.

Seguido de, está el apartado de antecedentes, en donde se mencionan los estudios que se han hecho sobre el tema, es decir el estado del arte. También tenemos la sección objetivos, en donde se delimita el objetivo general y los particulares. Después podemos encontrar la estrategia didáctica, donde se describe su proceso detallado. Consecutivamente, se localiza la parte de los resultados, ahí se observa la información recabada por las herramientas utilizadas para evaluar a los alumnos en distintos momentos (evaluación diagnóstica, evaluación formativa y evaluación sumativa) y así obtener información sobre el aprendizaje construido por los alumnos con la ayuda del estudio de caso.

En la sección de discusión se aborda de manera detallada los resultados y también se añaden recomendaciones para el mejoramiento de la estrategia didáctica. Posteriormente, tenemos las conclusiones, aquí podemos leer los argumentos obtenidos a partir de este estudio. Por último, encontramos la literatura citada y los anexos, en el primero se enlistan las referencias bibliográficas que sustentan la tesis y en el segundo los documentos que se utilizaron a lo largo de la estrategia didáctica.

Mauricio Alfonso Gómez-Briseño

Ciudad Universitaria, Mayo de 2022

# Contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>Agradecimientos</b>                          | 1  |
| <b>Resumen</b>                                  | 2  |
| <b>Lista de Figuras</b>                         | 4  |
| <b>Lista de Tablas</b>                          | 5  |
| <b>Introducción</b>                             | 6  |
| <b>Justificación</b>                            | 8  |
| <b>Capítulo I. Marco institucional</b>          | 9  |
| <b>1. La educación media superior en México</b> | 9  |
| 1.1 Tipos de educación media superior en México | 10 |
| 1.2 El bachillerato en la UNAM                  | 11 |
| 1.3 El colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)  | 11 |
| <b>1.3.1 Modelo educativo</b>                   | 12 |
| <b>1.3.2 Plan de estudios</b>                   | 13 |
| <b>1.3.3 Perfil del egresado</b>                | 13 |
| <b>Capítulo II. Marco disciplinar</b>           | 15 |
| <b>2. El papel de la ciencia en el CCH</b>      | 15 |
| 2.1 El papel de la biología en el CCH           | 16 |
| 2.2 La Herencia Mendeliana                      | 18 |
| <b>2.2.1 Leyes de Mendel</b>                    | 18 |
| <b>2.2.2 Cuadro de Punnett y Pedigrí</b>        | 22 |
| 2.3 Importancia de la Herencia Mendeliana       | 25 |
| <b>Capítulo III. Marco psicopedagógico</b>      | 26 |
| <b>3. El aprendizaje y la enseñanza</b>         | 26 |
| 3.1 El aprendizaje                              | 27 |
| 3.2 Métodos de aprendizaje                      | 28 |
| 3.3 El aprendizaje escolar                      | 28 |
| 3.4 Aprendizaje significativo                   | 29 |
| 3.5 Tipos de aprendizaje                        | 30 |
| <b>3.5.1 Aprendizaje declarativo</b>            | 31 |
| <b>3.5.2 Aprendizaje procedimental</b>          | 31 |
| <b>3.5.3 Aprendizaje actitudinal</b>            | 32 |
| 3.6 La Enseñanza                                | 33 |
| 3.7 Métodos de enseñanza                        | 34 |

|  |    |
|--|----|
| 3.8 Tipos de métodos de enseñanza                      | 34 |
| <b>3.8.1 Estudio de caso</b>                           | 36 |
| 3.9 Métodos de Enseñanza-Aprendizaje                   | 37 |
| 3.10 Evaluación del aprendizaje                        | 38 |
| <b>3.10.1 Tipos de evaluación</b>                      | 39 |
| <b>3.10.2 La evaluación auténtica</b>                  | 41 |
| <b>3.10.3 Evaluación del aprendizaje significativo</b> | 41 |
| <b>4. Antecedentes</b>                                 | 42 |
| <b>5. Objetivo general</b>                             | 44 |
| 5.1 Objetivos específicos                              | 44 |
| <b>6. Estrategia didáctica</b>                         | 45 |
| <b>7. Resultados</b>                                   | 49 |
| <b>8. Discusión</b>                                    | 57 |
| <b>9. Conclusiones</b>                                 | 64 |
| <b>10. Referencias</b>                                 | 66 |
| <b>11. Anexos</b>                                      | 74 |
| Anexo I. Planeación didáctica                          | 74 |
| Anexo II. Consentimiento informado                     | 84 |
| Anexo III. Cuestionario Pre y Post-test                | 85 |
| Anexo IV. Estudio de caso                              | 88 |
| Anexo V. Caracteres dominantes y recesivos             | 95 |
| Anexo VI. Lista de cotejo                              | 98 |

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero agradecerle a la UNAM, mi alma mater, por haberme formado profesionalmente además de brindarme los espacios necesarios para crecer como persona en todos los aspectos. Quiero decir que es un orgullo formar parte de la comunidad universitaria.

También quiero agradecer a mi familia por el apoyo brindado durante este camino, especialmente a mi madre y hermano que me motivaron en todo momento. Así mismo, agradezco de manera especial a mi abuelo Rafael Briseño Zuñiga† por todo el apoyo, las oportunidades, la confianza y el cariño que me brindo a lo largo de su vida.

Agradezco también a mi pareja Ana Tenorio por el gran apoyo moral y sentimental que me brindo durante este proceso, así como su paciencia y comprensión.

Agradezco a la Mtra. Marina Ruiz Boites por apoyarme durante la implementación de mis practicas docentes y por los consejos que me brindo durante éstas.

Agradezco a mi comité tutor conformado por la M. en C. Michele Louise Gold Morgan, la Dra. Martha Diana Bosco Hernández y la Dra. América Nitxin Castañeda Sortibrán por el tiempo y consejos dedicados a esta tesis y en general a mi formación profesional.

Agradezco a mis compañeros de maestría por hacer que este proceso estuviera lleno de alegrías y conocimiento. También agradezco a todos los profesores que tuve por apoyarme significativamente en mi formación profesional, especialmente a la Dra. Hilda Claudia Morales Cortes.

Agradezco a mi amigo el Mtro. Alberto Amador por los adecuados consejos dados en cuanto a este proceso.

Por último, agradezco al departamento de becas CGEP UNAM por el apoyo económico durante este proceso académico.



## Resumen

El presente trabajo se enfoca en la importancia que tiene el método de enseñanza *estudio de caso* para promover en los estudiantes del CCH-S el aprendizaje significativo del tema de herencia mendeliana. Debido al nivel de abstracción que presenta este tema, su entendimiento es complicado para los alumnos de nivel medio superior, por consiguiente, al utilizar el estudio de caso como método de enseñanza, los alumnos son capaces de visualizar la manera en que la herencia mendeliana interviene en situaciones de la vida cotidiana.

La significancia del aprendizaje depende del constructo personal que los alumnos formen alrededor del conocimiento construido, por ende, en este estudio se propone la utilización de varias herramientas para evaluar esta significancia. Dichas herramientas propuestas son el pre y post-test, el análisis del discurso, la exposición en equipo y una actividad personal, la cual involucra a sus familiares. En suma, las herramientas antes descritas son capaces de brindar un panorama de lo significativo del aprendizaje construido por los alumnos de nivel medio superior, aunque cabe señalar que dichas herramientas se pueden mejorar y/o complementar para obtener una evaluación de la significancia más precisa.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la eficiencia del estudio de caso para la enseñanza del tema de herencia mendeliana, además, los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales que obtuvieron los alumnos están por encima o al nivel cognitivo establecido en el plan de estudios del CCH y la taxonomía de Bloom. En cuanto a la significancia del aprendizaje, los resultados muestran evidencia positiva en varios casos, aunque es necesario que se hagan las adecuaciones necesarias en la estrategia didáctica para que el aprendizaje pueda tener mayor significancia para los alumnos.

## Summary

This work focuses on the importance of teaching the study case method to promote in students of CCH-S the meaningful learning of the topic Mendelian inheritance. Due to the level of abstraction that this topic represents, it is understandable the difficulty for high school students, therefore, when using the study case as a teaching method, the students are able to visualize the way in which Mendelian inheritance intervenes in their life.

The significance of learning depends on the personal ideological construct that students form from the constructed knowledge, this is the reason why in this study we proposed the use of a variety of tools to evaluate this significance. This proposed tools are the pre and post-test, the discourse analysis, the team presentation and a personal activity which involves their family. All together, the instruments described above are capable of providing an estimate of the learning constructed by high school students. It should be noted that these tools can be improved and/or complemented to obtain a more accurate evaluation.

The results obtained in this study demonstrate the efficiency of the study case for teaching the topic of Mendelian inheritance; In addition, the conceptual, procedural and attitudinal learning obtained by the students are above or at the cognitive level established in the CCH curriculum and Bloom's Taxonomy. Regarding the significance of learning, the results show positive evidence in several cases, nevertheless is necessary to adapt the didactic strategy so that learning can have a greater significance for students.

## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Clasificación de las competencias dentro del Marco Curricular Común  | 10 |
| Figura 2. Características de la planta de guisantes ( <i>Pisum sativum</i> ) observadas por Gregor Mendel  | 19 |
| Figura 3. Primera ley de Mendel  | 20 |
| Figura 4. Segunda ley de Mendel  | 21 |
| Figura 5. Tercera ley de Mendel  | 22 |
| Figura 6. Cuadro de Punnett  | 23 |
| Figura 7. Cuadro de Punnett dihíbrido  | 24 |
| Figura 8. Diagrama de Pedigrí  | 25 |
| Figura 9. Estrategia didáctica   | 45 |
| Figura 10. Cuadros de Punnett y Pedigrí hechos por los alumnos sobre el estudio de caso  | 49 |
| Figura 11. Rubros evaluados con la lista de cotejo   | 51 |
| Figura 12. Actividad a casa sobre caracteres familiares  | 52 |
| Figura 13. Comparación entre la calificación obtenida por los alumnos en el Pre y Post-test, cuya diferencia fue significativa dada la prueba U de Mann-Whitney ( $p < 0.0001$ ) | 54 |
| Figura 14. Comparación entre Pre-test y Post-test  | 55 |
| Figura 15. Respuestas a la pregunta ocho del estudio de caso   | 56 |

## Lista de Tablas

*Tabla 1. Clasificación de los métodos y las estrategias de enseñanza.* \_\_\_\_\_ 35

*Tabla 2. Calificaciones obtenidas por los alumnos en el pre y post-test.* \_\_\_\_\_ 53

## Introducción

Actualmente, la educación media superior en México juega un papel fundamental en el desarrollo de capacidades cognitivas, procesuales y actitudes en los individuos que la cursan, dichas capacidades les permiten tener un desarrollo personal, profesional y social. Para lograr que estas capacidades se desarrollen adecuadamente es necesario que se aprenda y se enseñe de forma adecuada en este nivel educativo, por ello es necesario que los docentes encargados de la enseñanza estén lo suficientemente preparados y aborden los temas de una forma en la que los alumnos logren dar un significado a los conocimientos que construyen.

De la gran variedad de tipos de educación media superior que existen en nuestro país, el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), gracias a su modelo educativo de carácter constructivista, les da la oportunidad a los estudiantes de adquirir las capacidades necesarias para poder desempeñarse de forma académica, personal, social y profesional, lo que se ve reflejado en el perfil de egreso; así mismo estimula a que se desarrollen de manera crítica, científica y social.

El plan de estudios del CCH se fundamenta en cuatro áreas del conocimiento (matemáticas, ciencias experimentales, histórico-social, y talleres de lenguaje y comunicación) sobre las cuales los alumnos desarrollan las capacidades necesarias para su vida profesional y social. Además, el plan de estudios está diseñado para dotar a los estudiantes de valores y actitudes que les permitan influir de forma positiva en la toma de decisiones y solución de problemas. Lo anterior es importante debido a que durante esta etapa de su vida los alumnos deben de tomar cierto tipo de decisiones las cuales influirán en su vida profesional y personal de forma directa.

En lo que respecta a la enseñanza de la ciencia, no solo en el CCH sino en general a nivel medio superior, hoy en día se representa un reto para los docentes ya que la mayoría de los alumnos solo la ven como una actividad académica y no como una manera de entender el mundo en el que viven; además de que en los últimos años la ciencia ficción y la información errónea también ha influido de forma significativa al mal entendimiento de la ciencia. Razón por la cual, docentes encargados de enseñar temas relacionados con la ciencia deben de hacer que los alumnos la vean y acepten como parte de su realidad, lo cual solo se podrá lograr con la preparación y actualización constante de los docentes, tanto en conocimiento como en la forma de enseñar.

Por su parte, la asignatura de biología se fundamenta en cuatro ejes disciplinarios: el pensamiento evolutivo, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología-ambiente y las propiedades

de los sistemas biológicos; los cuales ayudan a que los estudiantes desarrollen gran variedad de capacidades, entre las que destacan el pensamiento crítico y la concientización sobre el mundo natural del que forman parte. Estas capacidades les ayudaran a enfrentar mejor la licenciatura que elijan, sobre todo si es del ramo de ciencias biológicas o de la salud; por otra parte, los alumnos cuyo plan de vida no esté relacionado con estas áreas, difícilmente volverán a tener una educación formal sobre algún tema de biología, por lo que su enseñanza durante el bachillerato debe de ser lo más significativa posible.

Dentro de la gran variedad de temas biológicos que representan gran dificultad para los alumnos del CCH se encuentra el de herencia mendeliana, principalmente por las ideas erróneas que se tienen no solo de este tema sino de otros que se vinculan de forma directa, como la genética, reproducción, división celular etc. Estas ideas están sostenidas principalmente por las creencias populares y el impacto negativo (en la mayoría de los casos) de las redes sociales y los medios de comunicación. Lo anterior pone en evidencia la importancia e impulso que ha tenido este tema en los últimos años ya que está relacionada con la genética médica, la medicina personalizada, la biotecnología, la agricultura, la ganadería, la bioética, etc.; además de ser una piedra angular en el entendimiento de varios temas más complejos como el la evolución o la biodiversidad. Por consiguiente, es importante que la enseñanza de la herencia mendeliana a nivel bachillerato sea adecuada y les dé a los alumnos las herramientas necesarias para comprenderla.

Actualmente existe una amplia diversidad de métodos de enseñanza que son capaces de desarrollar en los alumnos gran diversidad de capacidades, actitudes y valores positivos a la par de que construyen su conocimiento en torno a alguna temática, uno de ellos es el llamado estudio de caso; el cual tiene la bondad de llevar un trozo de realidad al aula de clases para su análisis y discusión, por lo que trabajarlos en torno a temas como el de herencia mendeliana hace que los alumnos visualicen la forma en que los principios científicos intervienen en situaciones de la vida real.

El hecho de que se aborden casos reales propicia que los alumnos tengan que relacionar los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que están construyendo para trabajar de forma adecuada el caso; cabe destacar que el papel del docente es parte medular en la construcción del conocimiento y habilidades de los alumnos pues es el mediador entre el conocimiento que adquieren y la forma de hacerlo. También es importante mencionar que la utilización de este método de enseñanza hace que los alumnos le encuentren utilidad y aplicación a lo que están aprendiendo lo que es parte fundamental para que puedan construir un significado alrededor de su aprendizaje.

## Justificación

De acuerdo con varios autores, existen varias ideas erróneas con respecto a la herencia no solo mendeliana sino genética, ya que están influenciadas en la mayoría de los casos por el cine, las redes sociales, las denominadas *fake news*, los programas de televisión, las ideologías equivocadas transmitidas de generación en generación, entre otras; lo anterior hace que la enseñanza y el aprendizaje de este tipo de temas sea aún más complicado. La mayoría de los errores que se presentan en esta temática tienen que ver con la comprensión errónea de conceptos como: cromosoma, gen, carácter, alelo, mutación, organismo homocigoto y heterocigoto; aunque también frecuentemente hay falta de comprensión del significado de procesos básicos como la meiosis, mitosis, herencia de los caracteres hereditarios, la dominancia y recesividad de los alelos y las leyes de Mendel (Hernández y Ayuso, 1995; Figini, 2005; Armenta, 2008; Velásquez Sierra, 2008; Pantoja y Covarrubias, 2013; Andramunio, 2014; Lillo et al., 2015).

El tema de Herencia Mendeliana es angular en las asignaturas de biología ya que brinda el fundamento conceptual necesario para comprender temáticas más complejas como el caso de la evolución y la biodiversidad, los cuales son ejes fundamentales de la biología. De igual manera aporta una visión científica de los eventos que suceden a nuestro alrededor, principalmente los mecanismos de la transmisión de características específicas a los descendientes, lo que ayuda a esclarecer y comprender varios fenómenos relacionados con el tema.

La herencia mendeliana, por otra parte, es una temática de rápida expansión a nivel nacional y mundial, con implicaciones económicas, éticas y sociales y con un amplio campo de acción como en la medicina, agricultura, ganadería, etc.; debido a que va de la mano con otras temáticas como la genética, manipulación de ADN, biomedicina, biología molecular, diversidad, taxonomía, biotecnología, los organismos genéticamente modificados, etc. (Armenta, 2008; Lillo et al., 2015). Esto pone de manifiesto la importancia de abordar su enseñanza de manera adecuada.

Dado que el tema de herencia mendeliana es trascendental para la comprensión de la biología, la forma de enseñarla no solo debe de permitir que se comprendan los conceptos básicos y los principios fundamentales, sino ayudar a la formación de un pensamiento crítico y científico, y al desarrollo de actitudes que favorezcan la conservación y preservación del medio ambiente, el logro del desarrollo sustentable y el cuidado a la salud. Uno de los métodos de enseñanza adecuado para abordar este tema y que además promueven la construcción del conocimiento, habilidades, actitudes y valores, así

como la creatividad, el trabajo colectivo y la metacognición es el estudio de caso que basa en el análisis de diversas situaciones de la vida cotidiana.

## **Capítulo I. Marco institucional**

En este capítulo se abordará de forma muy general el papel que juega la educación a nivel medio superior en México, sus características y el tipo de educación media superior que existe. También se describirán el origen y las características del Colegio de Ciencias y Humanidades, así como los beneficios que le ofrece a los individuos que estudian en él. Es en este capítulo donde se describe las características del plan de estudios y el perfil de egreso, los cuales rigen la forma y los ejes estructurales sobre los cuales se debe de enseñar a los alumnos. Esto es importante debido a que es sobre este marco institucional sobre el que se construyó e implemento la estrategia didáctica.

### **1. La educación media superior en México**

La Educación Media Superior (EMS) es el nivel educativo que se estudia después de la secundaria y antes del ingreso a la educación profesional o bien la incorporación a la fuerza laboral, por lo que es importante para la toma de decisiones relacionada con el futuro profesional de los individuos que lo cursan. Este nivel educativo tiene cuatro funciones: la culminación del ciclo de educación obligatoria; el carácter propedéutico para los estudiantes que optan por continuar estudios en educación superior; la preparación para ingresar al mundo laboral; y el desarrollo de habilidades socioemocionales para el desarrollo integral (SEP, 2017).

Es por ello que El Diario Oficial de la Federación en 2008, en un marco de diversidad, estipuló que los alumnos de EMS deben de adquirir determinadas competencias durante este nivel educativo, las cuales requieren una base sólida de conocimientos y habilidades (Székely, 2010; INNE, 2013; SEP, 2017). En este sentido, se puede definir una competencia como: “La capacidad de movilizar recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones. Las competencias no son en sí mismas conocimientos, habilidades o actitudes, aunque orquestan tales recursos, los cuales permiten determinar y realizar una acción relativamente adaptada a la situación” (Perrenoud, 2004).

Por su parte, la Reforma Educativa de la Educación Media Superior (RIEMS) indica que todas las modalidades y subsistemas de EMS deben de compartir el Marco Curricular Común (MCC) para la organización de sus planes y programas de estudio. Este MCC engloba a las diferentes competencias que los alumnos deben de adquirir, siendo las competencias genéricas y disciplinares comunes en



todas las instituciones, mientras que las competencias profesionales se definen según los objetivos específicos y necesidades de cada subsistema e institución (Figura 1) (SEP, 2017).

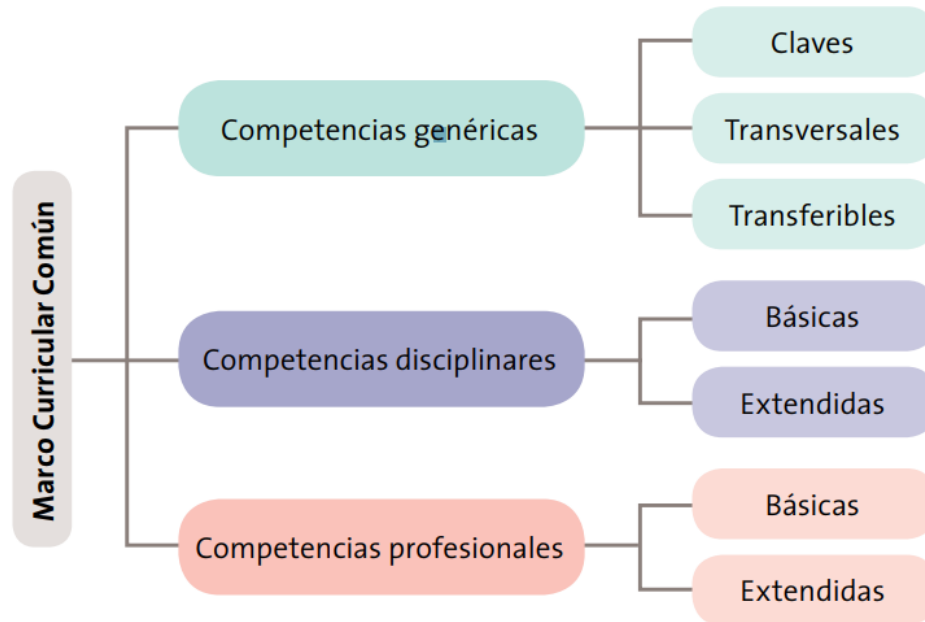


Figura 1. Clasificación de las competencias dentro del Marco Curricular Común. Dichas competencias guían los planes y programas de estudio de la EMS en México. (SEP, 2017).

### 1.1 Tipos de educación media superior en México

De acuerdo con la Ley General de la Educación, se reconocen tres modalidades de EMS: Escolarizada, No Escolarizada y Mixta (Székely, 2010; SEP, 2017); mientras que las instituciones que las imparten se agrupan según el subsidio que reciben del gobierno mexicano en: Centralizadas del gobierno federal, descentralizadas del gobierno del gobierno federal, descentralizadas de las entidades federativas, centralizadas de las entidades federativas, autónomas, privadas y subsidiadas (Villa, 2010).

Existen varios modelos de EMS que atienden las necesidades del estado y de los estudiantes. Estos modelos son los bachilleratos generales, tecnológicos terminales, bachillerato a distancia, preparatoria abierta, preparatoria en línea y bachilleratos para personas con discapacidad, entre otras modalidades que combinan varios de los modelos anteriores. Cada uno de ellos atiende a las necesidades de varios sectores poblacionales, aunque como se mencionó con anterioridad, están regidos por los objetivos que estipula el sistema nacional de bachillerato según la RIEMS (SEP, 2017).

En lo que compete al presente estudio, solo describiremos el bachillerato general o propedéutico, cuyo objetivo es preparar a los jóvenes para su ingreso a nivel superior. Este tipo de bachillerato se divide de acuerdo con sus características estructurales y propósitos educativos en: bivalente y propedéutico. El primero cuenta con una estructura curricular integrada por un componente de formación profesional y otro de carácter propedéutico, lo que significa que a la par de que se prepara a los alumnos para continuar con sus estudios superiores, se proporciona una formación tecnológica para la obtención de un título de técnico profesional (Villa, 2010).

El bachillerato propedéutico por su parte prepara a los alumnos para el estudio de diferentes disciplinas científicas, tecnológicas y humanísticas, además de proporcionar una estructura general a fin de que sus egresados se incorporen a las instituciones de educación superior o bien al sector productivo. Actualmente hay varias instituciones que ofrecen este tipo de bachillerato, entre las que destacan las de la UNAM (Villa, 2010).

## **1.2 El bachillerato en la UNAM**

El bachillerato en la UNAM surge con la aparición de la escuela nacional preparatoria (ENP) en 1867 gracias a la intervención de Gabino Barreda, este proyecto estaba fundado en una visión muy basta de las ciencias, lo que permitía que el estudiante adquiriera el bagaje cultural indispensable como persona y ciudadano, y a la vez una orientación importante para elegir una profesión (Villa, 2010). Por su parte, en 1971 se crea el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) atendiendo a las problemáticas de la época como la alta demanda de los jóvenes que buscaban a ingresar a la escuela nacional preparatoria; la alta deserción en el bachillerato; la desvinculación entre diversas escuelas, facultades, institutos y centros de investigación de la UNAM; y la transformación académica de la propia universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (Gaceta UNAM, 1971; Placencia, 2016).

Hoy en día existen en funcionamiento nueve preparatorias oficiales y cinco CCH, distribuidos en la CDMX y su área metropolitana, además de los bachilleratos online (<https://www.dgae.unam.mx/planes/bachillerato.html>).

## **1.3 El colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)**

El CCH forma parte del grupo de instituciones de nivel medio superior autónomas por pertenecer a la UNAM. Actualmente existen cinco planteles, cuatro en la zona metropolitana y uno en el Estado de México, cada uno dirigido por un director y una secretaría de apoyo académico y administrativo. Las

clases son impartidas en los turnos matutino y vespertino. En general, el CCH atiende a una población estudiantil de más de 56 mil alumnos, con una planta docente superior a 3 mil profesores (Avila et al., 2011). Esta institución forma al alumno a partir de un modelo educativo que privilegian el desarrollo de habilidades de pensamiento, el manejo de lenguajes, los métodos (histórico-social y experimental) para el descubrimiento y la construcción del conocimiento, con la posibilidad de capacitarse para el trabajo durante sus estudios de bachillerato si es que así lo desea ([www.cch.unam.mx/](http://www.cch.unam.mx/)).

### **1.3.1 Modelo educativo**

Desde su fundación hasta nuestros días, esta institución ofrece un ciclo de bachillerato propedéutico y un entrenamiento técnico profesional, uniendo así el estudio en las aulas y el laboratorio con el adiestramiento en el taller y en los centros de trabajo. Además, dentro de los principios constructivistas sobre los que fue fundado, el profesor es el facilitador y orientador de los alumnos para que construyan el conocimiento (Gaceta UNAM, 1971).

Dentro de la filosofía del CCH es parte fundamental que el alumno se desarrolle de una manera crítica, que aprenda a aprender, a hacer y a ser, ya que el colegio considera a los estudiantes como individuos capaces de captar por si mismos el conocimiento y sus aplicaciones. 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 científica-humanística (Gaceta UNAM, 1971; [www.cch.unam.mx/](http://www.cch.unam.mx/)).

Para lograr el conocimiento auténtico y la formación de actitudes, el CCH trabaja con una metodología en la que participa el escolar activamente en el proceso educativo bajo la guía del profesor, quien intercambia experiencias con sus colegas en diferentes espacios académicos en su beneficio. El profesor juega el papel de un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje para permitir adquirir nuevos conocimientos y tomar conciencia creciente de cómo proceder ante situaciones de la vida diaria. Lo anterior no le quita al docente su autoridad académica respaldada por sus experiencias, habilidades intelectuales y conocimientos, sino que le da un giro a la manera en que se enseña (Gaceta UNAM, 1971; Programas de estudios, 2016).

Es así como el CCH se fundamenta en cuatro principios (Villa, 2010; Programas de estudios, 2016):

a) Aprender a aprender, construcción de nuevos conocimientos por parte del alumno, de manera autónoma.

- b) Aprender a hacer, desarrollo de habilidades del alumno para que le permitan poner en práctica lo aprendido en el aula o el laboratorio.
- c) Aprender a ser, generar en los alumnos valores humanos, cívicos, éticos y la sensibilidad artística.
- d) Aprender a convivir, va de la mano del aprender a ser y consiste en desarrollar en los alumnos las capacidades necesarias para conocerse y desarrollar empatía, para crear relaciones de armonía basadas en valorar y respetar a la comunidad.

### **1.3.2 Plan de estudios**

Hoy en día el CCH sigue trabajando bajo las mismas orientaciones y principios pedagógicos que le dieron origen en 1971, sin embargo, el plan de estudios se ha ido modificando de acuerdo con las necesidades de los jóvenes (Gaceta UNAM, 1971). En el actual plan de estudios (2016) los conocimientos se agrupan en cuatro áreas (Programas de estudios, 2016; [www.cch.unam.mx/](http://www.cch.unam.mx/)):

1. Matemáticas.
2. Ciencias Experimentales.
3. Histórico-Social.
4. Talleres de Lenguaje y Comunicación.

Este modelo educativo propedéutico, hace que el CCH sea innovador y de los más completos a nivel pedagógico, ya que prepara al estudiante para el ingreso a la licenciatura con los conocimientos necesarios para su vida profesional, además de considerar a los sujetos como responsables de su cultura y educación.

### **1.3.3 Perfil del egresado**

El CCH busca que sus estudiantes sean actores de su propia formación y de la cultura de su medio, además de ser capaces de obtener, jerarquizar y validar información con ayuda de instrumentos clásicos y tecnológicos para resolver con ello situaciones de la vida cotidiana. También busca que adquieran conocimientos sistemáticos en las principales áreas del saber, que tomen conciencia creciente de cómo aprender, que aprendan a formar relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, que sean capaces de aplicar sus conocimientos, y que sean capaces de pensar y proceder para solucionar problemas prácticos. Con todo ello, tendrán las bases para cursar con éxito

sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma (Gaceta UNAM, 1971; Programas de estudios, 2016; [www.cch.unam.mx](http://www.cch.unam.mx)).

Cabe destacar que el CCH también busca que sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; que adquieran sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; que sean capaces de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez; y que puedan incorporarse al trabajo con creatividad, convirtiéndose así en ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales. Es así como las capacidades que los alumnos adquieran durante su formación en la institución le permitan reconocer el sentido de su vida como aspiración a la plenitud humana, según sus propias opciones y valores (Programas de estudios, 2016; [www.cch.unam.mx](http://www.cch.unam.mx)).

## Capítulo II. Marco disciplinar

Si bien el capítulo anterior nos establece el marco institucional sobre el que se estructura esta investigación, en este apartado hablaremos grosso modo del papel que juega la ciencia en el CCH ya que es parte importante del área de ciencias experimentales del plan de estudios. También mencionaremos la importancia que tiene la biología en el CCH para cumplir con lo que marca el perfil de egreso y los ejes estructurales sobre los que esta disciplina se enseña. En cuanto al tema de herencia mendeliana, se explicará las partes que lo componen, es decir se explicarán las leyes de Mendel, el cuadro de Punnett y el pedigrí porque son los temas sobre los cuales los alumnos deben de construir su conocimiento con ayuda de la estrategia didáctica. Adicionalmente, se explicará la importancia de que los alumnos aprendan cómo funciona la herencia mendeliana, además de cumplir con los objetivos que marca el programa de estudios de biología.

### 2. El papel de la ciencia en el CCH

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la educación media superior en México es enseñar y aprender ciencia, esto se debe a que, en la actualidad, los estudiantes únicamente la ven como una actividad académica y no como una manera de entender el mundo en el que viven. Parte de lo anterior se debe a que, durante muchos años, las materias de carácter científico a nivel medio superior se enseñaron mediante la educación *tradicional*, lo que influyó negativamente en la percepción de los estudiantes hacia la ciencia (Campanario y Otero, 2000; Quiroz, 2012; Lillo et al., 2015).

Por lo tanto, la enseñanza de las ciencias hoy en día debe de fomentar que los alumnos la ubiquen dentro de su contexto, al relacionar sus actividades cotidianas y el medio en que se desenvuelven con los conocimientos adquiridos, formando así su propia representación del mundo físico, elaborando hipótesis y teorías sobre los fenómenos que observan. De esta forma pueden integrar los conocimientos adquiridos en el aula a los eventos y problemas que los rodean; no obstante, no basta con adquirir conocimientos y habilidades científicas, también es necesario aprender a hablar, pensar y reflexionar de manera científica (Nieto, 2004; Quiroz, 2012; Andramunio, 2014).

En cuanto al conocimiento científico y tecnológico, el CCH se mantiene en constante innovación y actualización para cubrir los requerimientos de los estudiantes del siglo XXI. La enseñanza de la ciencia en el colegio es parte fundamental para el desarrollo crítico del estudiante y la concientización del impacto social del conocimiento, además de que les brinda una visión más amplia del mundo en el

que viven (Suárez y López-Guazo, 1996). Por ende, los profesores del área de ciencias (física, química, biología, psicología, etc.) deben ser capaces de aterrizar el conocimiento científico al nivel medio superior para brindar un panorama amplio y claro no sólo del estado de conocimiento actual de los conceptos y teorías vigentes, sino también mostrar las estrategias metodológicas y los procesos que se emplearon e influyeron para su construcción (Quiroz, 2012; Andramunio, 2014; Candela, 2014).

## **2.1 El papel de la biología en el CCH**

La asignatura de biología en el CCH apoya a desarrollar las características antes mencionadas en los alumnos, dotarlos de habilidades biológicas propias de la disciplina y proporcionar la formación inicial para aquellos que desean ingresar a una licenciatura del *Área de las Ciencias Químico-Biológicas y de la Salud*. Para lograrlo, esta asignatura dentro del colegio se sustenta en cuatro ejes complementarios para la construcción del conocimiento disciplinar, los cuatro ejes son: el pensamiento evolutivo, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología-ambiente y las propiedades de los sistemas biológicos (Programas de estudios, 2016).

La biología se caracteriza por su objeto de estudio y por los métodos y estrategias que emplea para generar nuevos conocimientos por lo cual aprenderla, para los alumnos, no supone sólo la memorización de diversas características de los sistemas vivos y sus funciones, implica que los alumnos incorporen una visión global de los sistemas biológicos para que influyan en su manera de ser, hacer y pensar; de esta forma podrán entender y cambiar la concepción del mundo que les rodea. Dicho de otra manera, el estudio de la biología genera que los alumnos desarrollen formas de pensar y actuar congruentes con la biología como ciencia, sirviéndose de sus metodologías, sus descubrimientos, la actividad científica, la conservación y preservación del medio ambiente, y el logro del desarrollo sustentable. Por otra parte, el estudio de la biología también propicia hábitos saludables y que los alumnos relacionen lo aprendido con su entorno, con la sociedad, con el país y el mundo, ya que los hace conscientes de las diversas problemáticas para que puedan reflexionar y actuar de manera adecuada (Quiroz, 2012; Pantoja y Covarrubias, 2013; Andramunio, 2014; Candela, 2014; Programas de estudios, 2016).

La asignatura de biología en el CCH se divide en cuatro y es impartida durante los dos últimos años, las asignaturas de Biología I y II se dan en 3° y 4° semestre respectivamente y son de carácter propedéutico y obligatorias para todos los alumnos, mientras que Biología III y IV son impartidas en 5° y 6° semestre y son de carácter optativo. Los cursos de biología I y II están orientados a que los alumnos aprendan a dar explicaciones objetivas acerca de los sistemas biológicos, al integrar

conceptos y principios, con el desarrollo de habilidades, actitudes y valores, que les permitirán construir el conocimiento y dotarlos de capacidades para integrarse a la sociedad. En cuanto a las asignaturas de biología III y IV, su principal propósito es el de profundizar en la cultura biológica y contribuir con una formación propedéutica para realizar estudios profesionales en el Área de Ciencias Químico–Biológicas y de la Salud, y hacer que los alumnos afinen diversas habilidades propias de la biología como el pensamiento crítico, científico, racional, la experimentación, el método científico, etc. (Programas de estudios, 2016).

La asignatura que es de nuestro interés es la de biología I, debido a que es donde se incluye el tema de herencia mendeliana. Esta asignatura es la encargada de reintroducir a los alumnos a las temáticas biológicas debido a que en semestres anteriores no se abordó de ninguna forma y en muchos casos estos temas se vieron de manera superficial en el nivel educativo denominado secundaria. El hecho de que se retome la enseñanza de la biología durante el tercer semestre ayuda a que los alumnos retomem el interés por estos temas y comiencen a construir su conocimiento bajo los métodos que el modelo educativo del CCH estipula.

La asignatura de biología I está conformada por tres unidades; la primera hace referencia a por qué la biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio; la segunda a cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos; y la tercera a cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética. Durante esta última unidad es importante que el alumno pueda identificar 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 (Programas de estudios, 2016).

Por su parte, la unidad tres a su vez se divide en dos secciones: Reproducción y Herencia. Cada una de ellas contiene varios contenidos a abordar, en el caso de reproducción los subtemas que la componen son meiosis, gametogénesis, y nivel de individuo; mientras que los subtemas de herencia son herencia mendeliana, variantes de la herencia mendeliana, teoría cromosómica de la herencia, cambio genético, manipulación del DNA y mutación (Programas de estudios, 2016). Debido a las características y objetivos del presente trabajo, solo abordaremos el tema de Herencia Mendeliana, la cual es parte importante del marco curricular del CCH debido a que proporciona las bases para que los alumnos puedan adquirir una visión integral de temáticas posteriores como la evolución, la taxonomía, la biodiversidad, entre otras.



## 2.2 La Herencia Mendeliana

El tema de herencia mendeliana se refiere al conjunto de reglas básicas que hay sobre la transmisión de la herencia genética, es decir cómo se heredan las características de generación en generación en los seres vivos. Esta herencia mendeliana es además la base de la genética moderna por lo cual es indispensable que se comprendan sus principios para poder entender la forma en la que funciona la genética en nuestros días, así como su importancia e implicaciones.

La herencia mendeliana, o también denominada genética mendeliana, hace referencia a un grupo de teorías más que a una teoría individual. Dichas teorías abordan la manera en que se transmiten las características individuales a lo largo de las generaciones (Casanueva y Mendez, 2008). Cabe destacar que la Herencia Mendeliana se fundamenta en dos principios, el primero es la teoría unigamética de la fecundación y el segundo es la descripción de los organismos en términos de asociaciones de características heredables sin cambios a lo largo de las generaciones (Casanueva, 2018).

Las teorías que conforman a la herencia mendeliana incluyen la tesis de Mendel, las teorías de los mendelianos de principios del siglo XX y las distintas interpretaciones de la denominada Genética Mendeliana (Casanueva y Mendez, 2008). En este sentido, cobra relevancia para la comprensión de la herencia de los caracteres el trabajo de Gregor Johann Mendel Grelas llamado *Versuche über Pflanzenhybriden* (experimentos sobre hibridación de plantas) publicado en 1866, en donde postula los mecanismos por los cuales se heredan determinados rasgos en las plantas de guisantes. Dichos experimentos le dan fundamento a los principios que hoy en día conocemos como: leyes de Mendel (Curtis y Barnes, 2000).

### 2.2.1 Leyes de Mendel

Las denominadas leyes de Mendel son los postulados que se generan a partir de las conclusiones sacadas de los trabajos de Gregor Mendel en 1866, los cuales explican y predicen las características que tendrá un nuevo individuo, en función de las que expresan sus progenitores a simple vista u ocultas en su material genético. Tales caracteres pueden ser dominantes o recesivos, y de acuerdo con el tipo de recombinación genética que se dé durante la unión de gametos, se expresara uno u otro carácter (Curtis y Barnes, 2000).

La elección de la planta de guisantes (*Pisum sativum*), así como las características que Gregor Mendel decidió estudiar hicieron posible que pudiera llegar a postular sus principios (figura 2) y aunque en

muchos organismos la herencia de las características ocurre de acuerdo con lo estipulado en las leyes de Mendel, existen casos en que los mecanismos de herencia y la expresión de los caracteres están influenciados por distintos factores y responden a la denominada herencia no Mendeliana, la cual no se abordará en el presente trabajo.

### Características de la planta de guisantes (*Pisum sativum*)















| Semilla   |   | Flor  | Vaina   |  | Tallo   |   |
|---|---|---|---|--|---|---|
| Forma   | Cotiledones   | Color   | Forma   | Color  | Lugar   | Tamaño  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Gris y Redondo  | Amarillo  | Blanco  | Lleno   | Amarillo   | Vainas axilares. Las flores crecen a los lados                                      | Largo (~3m)   |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Blanco y Arrugado   | Verde   | Violeta   | Constreñido   | Verde  | Vainas terminales. Las flores crecen en la cúspide                                  | Corto (~30cm)   |
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5  | 6   | 7   |

Figura 2. Características de la planta de guisantes (*Pisum sativum*) observadas por Gregor Mendel. Mendel basó sus experimentos sobre los caracteres y su transmisión a lo largo de varias generaciones en solo estas siete características. Autor: Mariana Ruiz (LadyofHats). Dominio público.

La definición de *ley* nos indica que es una regla fija a la que está sometida un fenómeno de la naturaleza; por consiguiente, la primera ley de Mendel o ley de uniformidad no lo es, debido a que no es universal, además de que no se basa en la transmisión de caracteres, sino en su expresión (Casanueva, 2018). Sin embargo, en distintas fuentes y en varios niveles educativos se aborda como una ley, por lo que para fines prácticos la abordaremos de igual manera, dándole el peso requerido al discurso del postulado (Curtis y Barnes, 2000).

La primera ley de Mendel o de uniformidad estipula que, al cruzarse dos razas puras para un determinado carácter, los descendientes de la primera generación filial serán todos iguales entre sí (en genotipo y fenotipo) e iguales (en fenotipo) a alguno de los progenitores. Lo anterior lo podemos traducir como la expresión de la característica dominante de los progenitores en los descendientes de la primera generación filial. En términos de los experimentos de Mendel, si se cruzan dos plantas de guisantes con características diferentes (homocigoto dominante y homocigoto recesivo), por ejemplo: el color de los cotiledones de la semilla, el resultado es que todos los descendientes de dicha cruce

producen semillas con cotiledones amarillos debido a que es la característica dominante (figura 3). Dichas características están dadas por los denominados alelos, los cuales se encuentran en pares en los organismos, sin embargo, cada gameto solo posee uno de ellos para que al momento de fusionarse el individuo vuelva a tener el par (Curtis y Barnes, 2000; Valega, 2007).

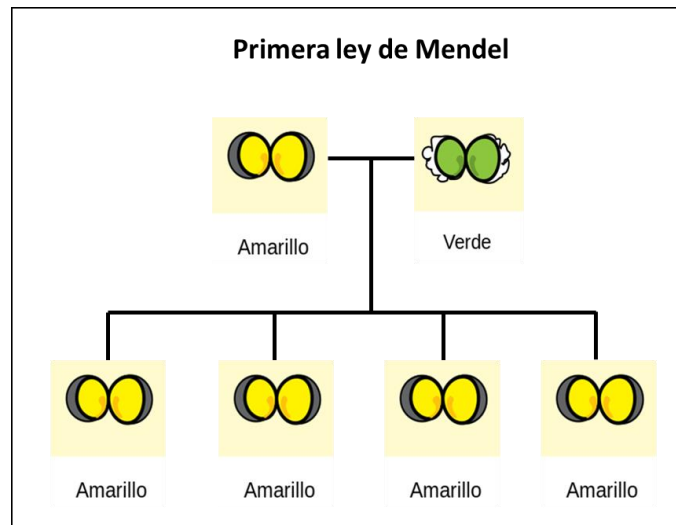


Figura 3. Primera ley de Mendel. Cruza entre dos plantas de guisantes (*Pisum sativum*) con el color de semillas diferentes, los descendientes presentan el color de las semillas de solo uno de los progenitores, debido a la dominancia de este. Imagen creada por Mauricio Gómez-Briseño a partir de la de Mariana Ruiz (LadyofHats). Dominio público.

La segunda ley de Mendel, o de segregación, establece que, al momento de cruzar dos razas puras con características diferentes, los caracteres recesivos quedan ocultos en la primera generación filial; sin embargo, en la segunda generación filial reaparecen en una proporción de 3:1 respecto a los dominantes. Esta variación en el fenotipo y genotipo se debe a la segregación de los alelos, que son los responsables de los caracteres, los cuales se encuentran de manera individual en los gametos para que durante la reproducción sexual se combinen y el organismo recupere sus dos alelos. Retomando los experimentos de Mendel, luego de cruzar dos razas puras, un organismo con vainas en forma llena (homocigoto dominante) y uno con forma de vainas constreñida (homocigoto recesivo), los descendientes en la primera generación filial presentaron todas vainas llenas; al momento de cruzar dos de estos organismos o auto fecundarlos, los descendientes presentaron variantes en cuanto a la forma de la vaina, dicha variación es una relación de 3:1, es decir que de cada cuatro descendientes tres presentan la forma de la vaina llena mientras que uno tendrá la forma de la vaina constreñida (figura 4). Esta información indica que los alelos responsables de la forma de la vaina no se mezclan ni desaparecen, sino que solo se expresa uno a la vez (Curtis y Barnes, 2000; Valega, 2007).

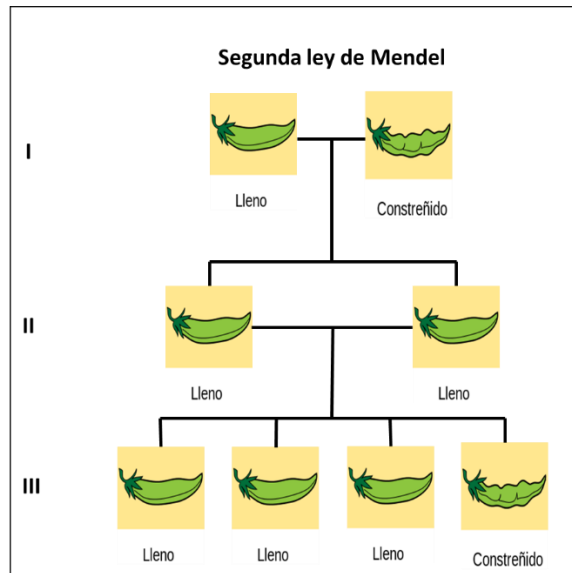


Figura 4. Segunda ley de Mendel. Cruza de dos plantas de *Pisum sativum* (I) cuya forma de la vaina es diferente, en la segunda generación filial (II) todos los descendientes presentan la misma característica en cuanto a la forma de la vaina, mientras que en la tercera generación filial (III) la característica de la forma de la vaina constreñida reaparece en una proporción de 3:1. Imagen creada por Mauricio Gómez-Briseño a partir de la de Mariana Ruiz (LadyofHats). Dominio público.

La tercera ley de Mendel, o de segregación independiente, establece que cada carácter se transmite a los descendientes de forma independiente y su combinación se da al azar. De acuerdo con los experimentos de Mendel, si se cruzan dos plantas (homocigota dominante y recesiva) con características específicas como la forma de la semilla y el color de la flor, se obtiene en la primera generación filial organismos heterocigotos para ambas características, los cuales al cruzarse entre sí, dan origen a una segunda generación filial con varias combinaciones de las características: forma de semilla y color de flor; estas características serán al azar y no estarán condicionadas la una de la otra, sin embargo guardarán una proporción 9:3:3:1 y cumplirán con las primeras dos leyes (figura 5). Dicha relación 9:3:3:1 indica que 9 de 16 organismos presentarán la dominancia de las dos características, 3 de ellos presentarán la característica dominante del primer carácter y la recesiva del segundo, otros tres presentarán la característica recesiva del primer carácter y la dominante del segundo y uno tendrá las características recesivas de ambos caracteres (Curtis y Barnes, 2000; Valega, 2007).

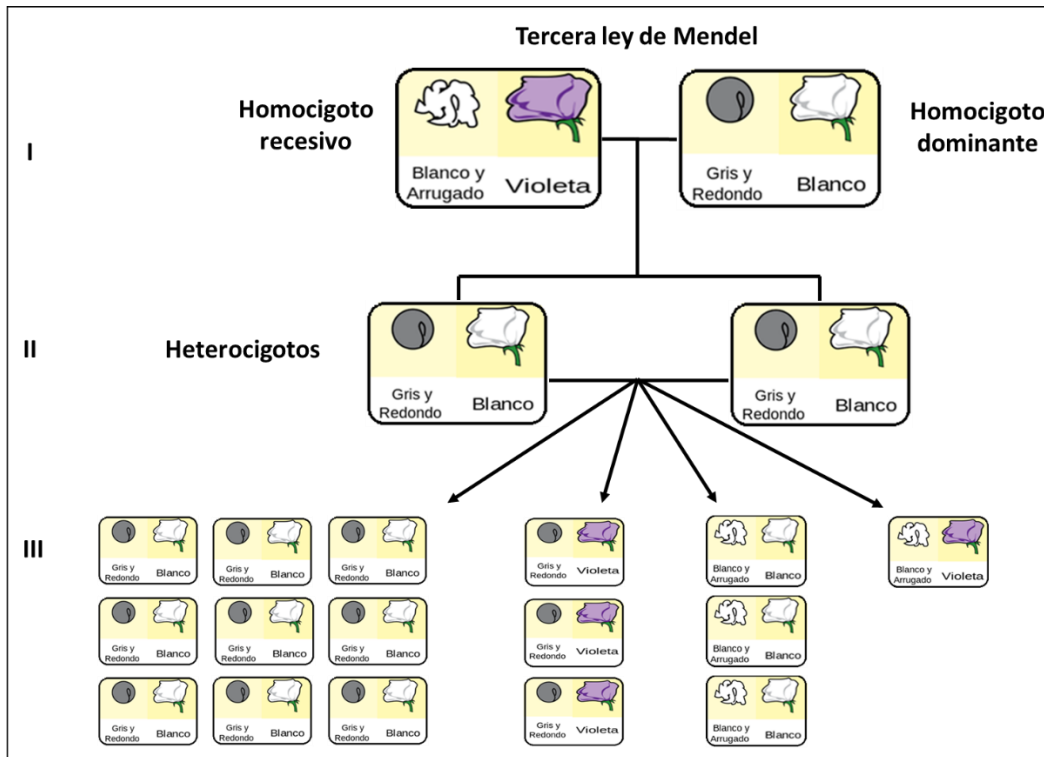


Figura 5. Tercera ley de Mendel. Cruza de dos plantas de *Pisum sativum* (I) una con flores violetas y semilla blanca y rugosa (homocigota recesiva para ambos caracteres) y la otra con flores blancas y semilla gris y redonda (homocigota dominante para ambos caracteres). Los descendientes de la primera generación filial (II) presentan la flor blanca y la semilla gris y redonda, aunque genéticamente son heterocigotos para ambas características. Al cruzar dos individuos de la segunda generación filial, sus descendientes (III) expresarán las características de los organismos de la primera generación filial (I) de forma azarosa en una proporción de 9:3:3:1 (nueve organismos con semilla gris y redonda, y flor blanca; tres organismos con semilla gris y redonda, y flor violeta; tres organismos con semilla blanca y arrugada, y flor blanca; y un individuo con semilla blanca y arrugada, y flor violeta). Imagen creada por Mauricio Gómez-Briseño a partir de la de Mariana Ruiz (LadyofHats). Dominio público.

### 2.2.2 Cuadro de Punnett y Pedigrí

Las principales herramientas que hoy en día nos ayudan a comprender los principios de la herencia mendeliana son el cuadro de Punnett y el pedigrí, principalmente por la representación gráfica que ofrecen.

El cuadro de Punnett es un diagrama con el que se puede determinar la probabilidad que tiene un organismo de presentar determinado genotipo. Dicho diagrama permite observar las combinaciones posibles entre los alelos dominantes y recesivos. Para ello se asigna una letra a cada alelo, siendo mayúscula la que representa a los dominantes y minúscula de la misma letra para los recesivos. El diagrama se compone del genotipo del progenitor masculino en la parte superior y el del progenitor femenino en la parte lateral; de esta forma se entrecruza cada alelo y se estima la probabilidad

genotípica de los descendientes respecto a una característica, es decir la probabilidad de presentar tal o cual genotipo (Curtis y Barnes, 2000; Marín, 2013). Siguiendo con los experimentos de Mendel, en la figura 6 podemos observar la probabilidad genotípica, el genotipo de los descendientes y la proporción fenotípica correspondiente a su segunda ley, tomando como ejemplo los alelos que determinan color de la vaina de las plantas de guisantes.

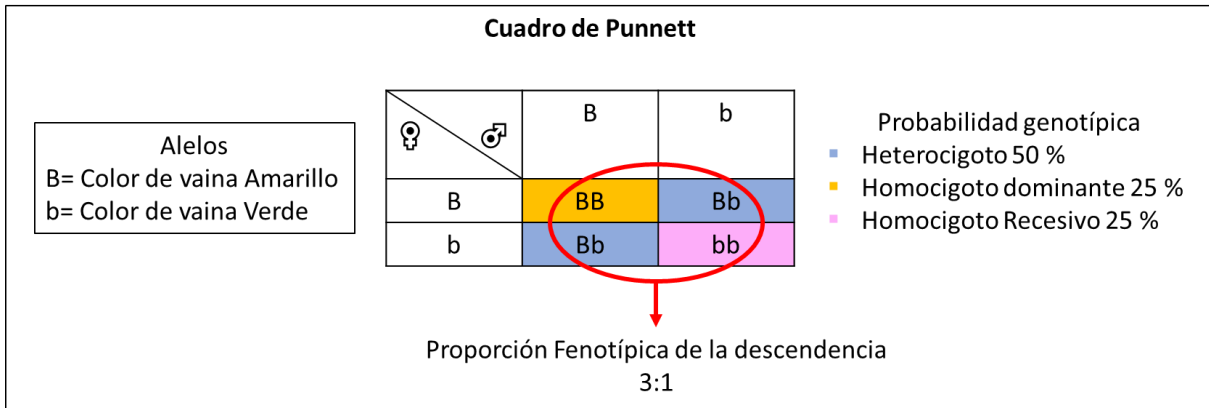


Figura 6. Cuadro de Punnett. Dicho diagrama indica la probabilidad genotípica y la proporción fenotípica de los descendientes respecto al color de la vaina de la planta de guisantes (*Pisum sativum*). Autor: Mauricio Gómez-Briseño.

De la misma forma se pueden generar cuadros de Punnett en donde interactúen dos o más caracteres, un ejemplo de esto y que comprueba la tercera ley de Mendel es lo observado en la figura 7 en donde el entrecruzamiento de los alelos correspondientes a la forma de la semilla y el color de la flor permite conocer la proporción fenotípica de los descendientes; además de los diferentes genotipos resultantes del entrecruzamiento de dos progenitores heterocigotos para ambos alelos.

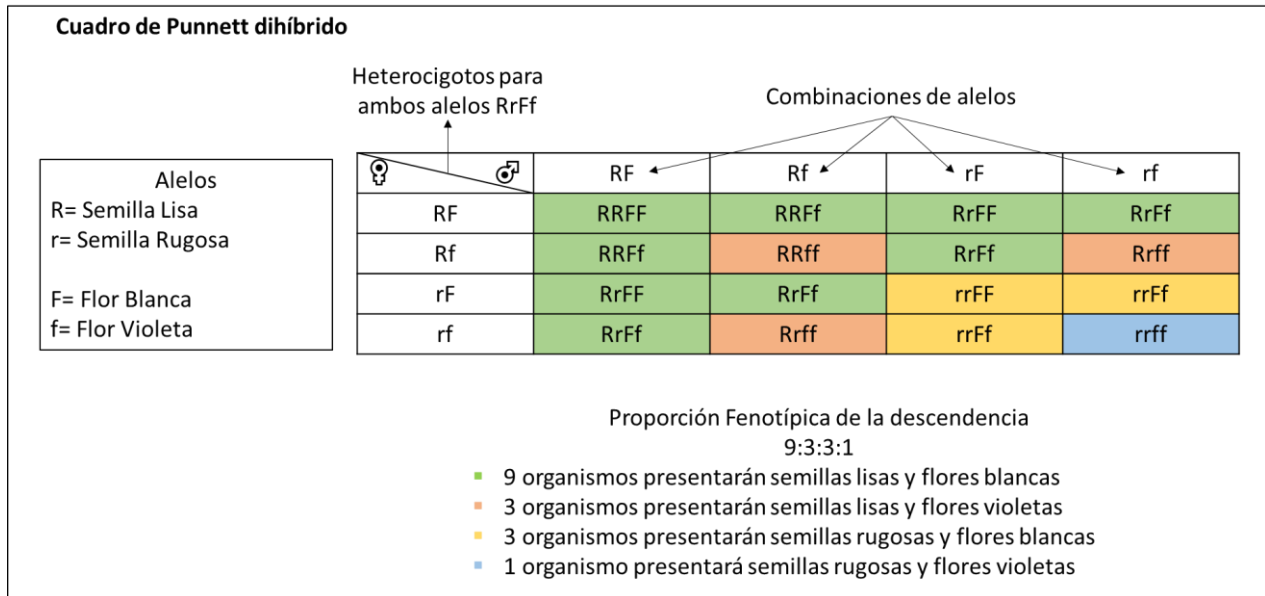


Figura 7. Cuadro de Punnett dihíbrido. En él se muestra el entrecruzamiento de los alelos correspondientes al tipo de semilla y el color de la flor en plantas de guisantes (*Pisum sativum*). También se muestra el genotipo heterocigoto de los progenitores para ambos alelos y las proporciones fenotípicas resultantes de dicho entrecruzamiento. Autor: Mauricio Gómez-Briseño.

Por su parte, el pedigrí es una representación esquemática similar al denominado árbol genealógico, en donde se busca visualizar determinadas características fenotípicas y la manera en que estas se van heredando en diferentes generaciones. Dicho diagrama tiene la función de simplificar y conocer la manera en que se heredan diversas particularidades y así poder determinar y predecir sus posteriores apariciones en futuros descendientes; esto cobra relevancia sobre todo en la identificación de síndromes, alelos de riesgo, enfermedades hereditarias y los diagnósticos presintomáticos (Bennett, 2008; Morales, 2013).

El diagrama de pedigrí se construye mediante una simbología específica y generalmente abarca al menos a tres generaciones, las cuales son enumeradas mediante números romanos y son representadas en líneas horizontales diferentes. En general se distinguen dos símbolos básicos, el cuadrado para representar al macho y el círculo que representa a la hembra, los cuales se unen mediante una línea y dan origen a sus descendientes; cabe destacar que cuando alguno de estos símbolos se encuentra relleno (de color negro) es porque dicho individuo posee el fenotipo de interés. Existe una gran variedad de simbología que ayuda a la construcción de un pedigrí ya que depende de la relación familiar que se lleve y el momento en el que se construyan. En la figura 8 se pueden ver los principales símbolos utilizados (Bennett, 2008).

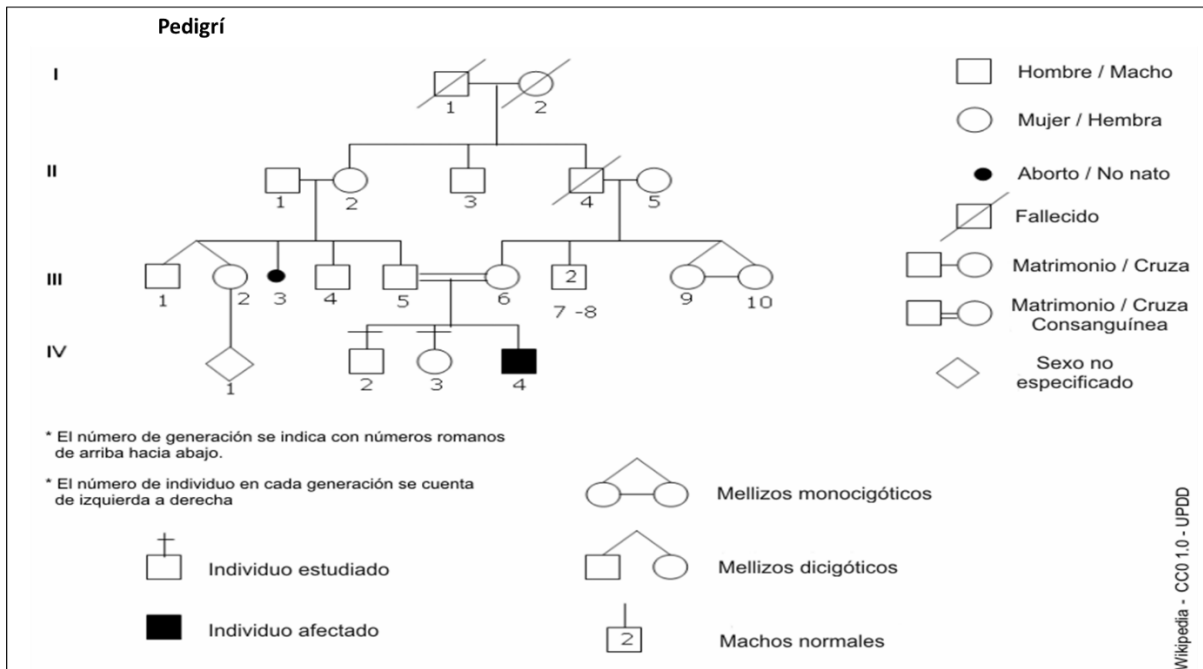


Figura 8. Diagrama de Pedigrí. En él se observan los principales símbolos que se utilizan para su construcción, además de la forma de relacionar a los individuos con sus descendientes y su respectiva generación (de J3D3 - Trabajo propio, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17950078>)

### 2.3 Importancia de la Herencia Mendeliana

El tema de herencia mendeliana juega un papel esencial en la educación de los alumnos de bachillerato debido a que les da los argumentos necesarios para poder reconocer las leyes de Mendel como la base para explicar los mecanismos de la herencia de caracteres en los sistemas biológicos y la importancia que juega en la selección natural y por ende la evolución. Es así como el correcto entendimiento de la herencia mendeliana les brinda a los alumnos herramientas cognitivas para entender las características heredables por parte de los sistemas biológicos a lo largo del tiempo y comprender fenómenos que tienen lugar en su vida diaria. Además de lo anterior, también favorece la comprensión de temáticas posteriores como son la teoría cromosómica, la relación entre cromosomas y genes, el papel de las mutaciones, y las implicaciones biológicas y éticas de la manipulación del material genético; y favorece el desarrollo del pensamiento y habilidades científicas (Hernández y Ayuso, 1995; Programas de estudios, 2016). Cabe destacar que para que se tenga éxito en la correcta enseñanza y aprendizaje de dicha temática, es necesario que se aborde de una forma que sea significativa para los alumnos, por lo que el método de enseñanza que se utilice por parte de los docentes es fundamental.



### **Capítulo III. Marco psicopedagógico**

La manera de enseñar es importante para la construcción del conocimiento por parte de los alumnos, así que en este capítulo abordaremos la parte psicopedagógica que sustenta la estrategia didáctica desde una perspectiva constructivista. Es en este capítulo donde se sustentan las actividades realizadas con los alumnos dentro y fuera del aula de clase para que se dé la construcción del conocimiento sobre el tema de herencia mendeliana y a su vez dicho aprendizaje sea significativo.

En este apartado se describen los elementos que conforman el proceso de enseñanza-aprendizaje, yendo de lo particular a lo general, por lo que en primer lugar se describe el aprendizaje y sus tipos, posteriormente se describe la enseñanza y en general los métodos que existen, siendo uno de ellos el estudio de caso. También se explica las características de los métodos de enseñanza-aprendizaje y la importancia de estos en la construcción del conocimiento.

En lo que respecta al estudio de caso, se describen sus elementos y bondades como método de enseñanza, los cuales sirven de sustento a la estrategia didáctica implementada en el presente estudio; además, se mencionan los objetivos que se pueden alcanzar mediante su correcta implementación.

Por último, se describe la importancia de la evaluación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los tipos de evaluación y la importancia de evaluar el aprendizaje significativo en los alumnos.

#### **3. El aprendizaje y la enseñanza**

Tanto el aprendizaje como la enseñanza son parte fundamental en la adquisición de diversas capacidades en los seres humanos, dichas capacidades están en función de varios factores entre los que destaca la manera en que los individuos aprenden y la forma de enseñar. Por lo tanto, es necesario abordar los métodos del aprendizaje y la enseñanza desde un enfoque constructivista. Dicha postura en educación se alimenta de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas, entre las que destacan: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos; la teoría ausbeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo y la psicología sociocultural vigotskiana. Pese a que los autores de estas corrientes se sitúan en encuadres teóricos distintos, comparten el principio de la importancia de la actividad constructiva del alumno en la realización de los aprendizajes escolares. Este constructivismo postula la existencia y prevalencia de procesos activos en la construcción del conocimiento, es decir la manera en que se construye el conocimiento para

convertirse en aprendizaje (Coll et al., 2001; Pérez, 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Bernheim, 2011; Granja, 2015).

Uno de los elementos fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje es el docente, el cual es el encargado de orientar el proceso de aprendizaje de los alumnos dentro de la institución educativa; es decir, es el mediador entre el alumno y el conocimiento cultural que se pretende enseñar. Este conocimiento a su vez está sujeto al currículum institucional y al modelo de ser humano que la institución desee formar. Con el fin de cumplir con su función, el docente debe de estimular y motivar a los estudiantes, diagnosticar situaciones de aprendizaje de cada alumno y del conjunto de la clase, promover y facilitar las relaciones humanas en la clase y escuela, y aportar valores para que los alumnos desarrollen los suyos. Para poder llevar a cabo este objetivo, el docente debe de poseer varias características, entre las que destaca el ser reflexivo, crítico, promotor de los aprendizajes significativos, empático, respetuoso, tolerante, asertivo, promover un diálogo recíproco (docente-alumno), entre otras (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Solé y Coll, 2007; Granja, 2015).

Por su parte, el alumno debe de ser considerado como un individuo activo con capacidad de responder de manera proactiva a la actividad y los aprendizajes que se quieran desarrollar. En este sentido, se debe orientar al alumno a que se sienta como el protagonista del proceso y no un simple espectador, para esto debe de ser parte activa de los procesos de comunicación y cooperación que se desarrollan en el grupo; así mismo debe de tomar conciencia de que sus compañeros pueden aprender de él y viceversa. Durante el proceso de aprendizaje el alumno se basa en sus conocimientos previos, las actividades que el docente plantea, la interacción entre sus compañeros y el docente, además de la motivación extrínseca e intrínseca para poder deconstruir y reconstruir el conocimiento y de esta manera darle un significado personal (Castellanos, 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Granja, 2015).

Es así como los roles que juegan tanto el docente como el alumno son fundamentales a la hora de que se construye el conocimiento en el aula.

### **3.1 El aprendizaje**

Grosso modo, se entiende por aprendizaje al proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Este proceso es propio de cada individuo y responde a sus necesidades y/o preferencias, en donde la carga cultural, social, cognitiva, etc., influyen para

que se dé o no el proceso de aprendizaje. La amplitud en la manera en que aprenden los individuos ha llevado a la formulación de los métodos o estilos de aprendizaje, los cuales surgen como una forma para acercarse a conocer las características de las personas, permitiendo identificar la manera en que aprenden (Bernheim, 2011; Rodríguez, 2018). Cabe destacar que si se identifica la forma en la que los individuos aprenden, se puede generar estrategias adecuadas para optimizar recursos y obtener mejores resultados no solo para los encargados de enseñar, sino de los individuos que aprenden, lo que es un elemento muy valioso en la educación escolar.

### **3.2 Métodos de aprendizaje**

Se puede entender como método de aprendizaje a la serie de pasos que una persona lleva a cabo para poder aprender algo; basándose en que cada individuo aprende de manera diferente, podemos considerar la existencia de diversos métodos o estilos de aprendizaje (Rodríguez, 2018). Un estilo de aprendizaje se basa en las características biológicas, emocionales, sociológicas, fisiológicas y psicológicas, es decir, es todo aquello que controla la manera en que se capta, comprende, procesa, almacena, recuerda y se usa la información para poderla aprender. Dicho de otro modo, es la manera en que cada persona percibe y procesa la información para construir su aprendizaje (SEP, 2004; Castro y Guzmán de Castro, 2005).

En lo que respecta al ámbito escolar, se han desarrollado distintos modelos y teorías sobre los estilos de aprendizaje, los cuales permiten entender los comportamientos de los estudiantes en el aula y su relación con lo que se aprende. Entre los modelos más conocidos y destacados se encuentra: 1) el modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann, 2) el modelo de Felder y Silverman, 3) el modelo de Kolb, 4) el modelo de Honey y Mumford, 5) el modelo de los hemisferios cerebrales, 6) el modelo de las inteligencias múltiples de Gardner, y 7) el modelo de programación neurolingüística de Bandler y Grinder (SEP, 2004; University of Leicester, 2011).

A pesar de que los modelos descritos con anterioridad poseen una clasificación distinta y surgen de marcos conceptuales diferentes, tienen como punto en común el ser utilizados como marco referencial en el planteamiento de estrategias para la enseñanza.

### **3.3 El aprendizaje escolar**

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en las instituciones educativas es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco cultural del grupo al que pertenece. Estos aprendizajes no se

producirán satisfactoriamente si no se suministra la ayuda específica mediante la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en este una actividad mental constructivista (Coll, 1998).

Esta concepción constructivista está organizada en tres ideas fundamentales: 1) el alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje, 2) La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que poseen ya un grado considerable de elaboración, y 3) la función del docente es vincular los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado (Coll et al., 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

Con base en lo anterior se puede decir que la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de diversas fuentes, estableciendo relaciones entre la información y sus conocimientos previos. Aprender un contenido significa que el alumno le atribuye un significado, construye una representación mental o bien elabora una teoría como marco explicativo de dicho conocimiento. La construcción de nuevos significados implica una deconstrucción y reconstrucción de estos bajo perspectivas diferentes (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Badillo et al., 2015).

### **3.4 Aprendizaje significativo**

El aprendizaje significativo por su parte es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimientos mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas del estudiante. El término es acuñado por David Ausubel para distinguirlo del repetitivo o memorístico, a partir de la idea de Piaget sobre el papel que desempeñan los conocimientos previos en la adquisición de nueva información y conocimientos (Ausubel, 1983; Bernheim, 2011).

Ausubel estima que aprender significa comprender y para ello es condición indispensable tener en cuenta lo que el alumno ya sabe sobre aquello que se le quiere enseñar. Propone la necesidad de diseñar para la acción docente lo que llama “organizadores previos”, una especie de puentes cognitivos o anclajes, a partir de los cuales los alumnos puedan establecer relaciones significativas con los nuevos contenidos (Bernheim, 2011).

Ausubel definió tres condiciones básicas para que se produzca el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983; Bernheim, 2011; Coll et al., 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002):

1. Que los materiales de enseñanza estén estructurados lógicamente con una jerarquía conceptual, situándose en la parte superior los más generales, inclusivos y poco diferenciados.
2. Que se organice la enseñanza respetando la estructura psicológica del alumno, es decir, sus conocimientos previos y sus estilos de aprendizaje.
3. Que los alumnos estén motivados para aprender.

No obstante, Coll (1990) complementa la definición ausbeliana de aprendizaje significativo, pues argumenta que la construcción de significados involucra al alumno en su totalidad y no solo implica su capacidad para establecer relaciones sustantivas entre sus conocimientos previos y el nuevo material de aprendizaje. De esta manera, una interpretación constructivista del concepto de aprendizaje significativo obliga a ir más allá de los procesos cognitivos del alumno, para introducirse en el tema del sentido en el aprendizaje escolar. En este sentido, un aprendizaje escolar puede considerarse significativo cuando: el conocimiento construido por el alumno se puede aplicar a otra situación diferente a la que lo ayudo a adquirirlo, cuando el conocimiento adquirido se utiliza con normalidad en la vida cotidiana y cuando el conocimiento trasciende en el tiempo (Ausubel, 1983; Bernheim, 2011, Díaz-Barriga y Hernández, 2002; SEP, 2011).

Cabe destacar que dicho aprendizaje significativo ocurre en tres fases (fase inicial de aprendizaje, fase intermedia del aprendizaje y fase terminal del aprendizaje) las cuales dan cuenta de una complejidad y profundidad progresiva. Dichas fases poseen características propias y distintivas, sin embargo, el aprendizaje debe verse como un continuo, donde la transición entre las fases es gradual más que inmediata y en determinados momentos pueden ocurrir sobreposiciones entre ellas (Shuell, 1990; Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

### **3.5 Tipos de aprendizaje**

Como se mencionó anteriormente, el aprendizaje escolar no puede ser restringido a la adquisición de bases de datos de cualquier índole, por ende, Valls 1992, Colls 2001, Díaz-Barriga y Hernández 2002, SEP 2011, entre otros, sostienen que los contenidos que se enseñan en el currículo de cualquier institución y en todos los niveles educativos, pueden agruparse en tres áreas básicas denominadas: aprendizaje declarativo, aprendizaje procedimental y aprendizaje actitudinal (Sánchez, 2018). Vale la pena mencionar que estos tipos de aprendizaje coinciden con lo que buscan los principios del CCH en su plan de estudios.

### 3.5.1 Aprendizaje declarativo

El aprendizaje declarativo, también llamado aprendizaje conceptual, responde a la pregunta de: *saber qué*. Este tipo de saber es imprescindible en cualquier tipo de asignatura ya que constituye el entramado fundamental sobre el que se estructura. Este saber qué, se puede definir como aquella competencia referida al conocimiento de datos, hechos, conceptos y principios (Sánchez, 2018). Algunos autores (Pozo, 1992; Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Marzano y Pickerin, 2005; Sánchez, 2018) hacen una distinción taxonómica adicional entre los diferentes contenidos declarativos, lo cual es útil para determinar el alcance pedagógico a lograr en el aula al trabajar este tipo de saberes.

Los autores mencionados con anterioridad dividen el conocimiento declarativo en factual y conceptual:

- El conocimiento factual es el que se refiere a información que puede aprenderse de memoria, en forma literal o al pie de la letra, lo que quiere decir que su aprendizaje requiere de un nivel de comprensión mínimo. Se considera que este conocimiento requiere de un nivel mínimo de desarrollo cognitivo, sin embargo, conforma la plataforma básica de la estructura mental sobre la que es posible construir las asociaciones necesarias para propiciar la asimilación posterior de conocimientos más complejos.
- El conocimiento conceptual incluye los principios, los conceptos y las explicaciones, y a partir de estos es que se construye el conocimiento, siendo prescindible que se aprendan de manera literal. Este conocimiento es logrado mediante la asimilación de los significados de la nueva información.

Es así como este tipo de aprendizaje les aporta a los alumnos las bases necesarias para a partir de ellas ir construyendo su conocimiento, utilizando para ello cada vez más y mejores elementos conceptuales.

### 3.5.2 Aprendizaje procedimental

Por su parte, el saber procedimental (saber hacer) es aquel conocimiento que se refiere a la ejecución de procedimientos, estrategias, técnicas, habilidades, destrezas, etc. Este saber es de tipo práctico ya que está basado en la realización de acciones u operaciones, ya sea de manera práctica o mental. Estos procedimientos pueden definirse como un conjunto de acciones ordenadas y dirigidas hacia la consecución de una meta determinada, aunque también pueden aprenderse de forma mecánica. Se aprenden por la acción directa sobre la realidad (repitiendo, ejercitando, escribiendo, analizando, diseñando, ejecutando, deduciendo, etc.) (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Sánchez, 2018).

En la enseñanza de un procedimiento no solo es necesario plantear al aprendiz el desarrollo de ideal de este, sino también confrontarlo con sus errores; por lo cual también hay que revisar las condiciones que limitan o potencializan la realización del procedimiento. Detrás de lo anterior está inmersa la noción de fomentar la metacognición y autorregulación de lo que se aprende, es decir, la importancia de inducir una reflexión y un análisis continuo sobre las actuaciones del aprendiz (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

Tanto el aprendizaje conceptual como el procedimental van de la mano ya que el segundo se sustenta teóricamente en el primero, por ende, es importante que se desarrollen ambos de manera adecuada y así los alumnos puedan beneficiarse de ambos.

### **3.5.3 Aprendizaje actitudinal**

En cuanto al aprendizaje actitudinal, el *saber ser*, corresponde a los valores y actitudes de los individuos. Los primeros son una cualidad por la que una persona, objeto-hecho despierta mayor o menor aprecio, admiración o estima. En general, se puede considerar a los valores como principios o ideas éticas que permiten emitir juicios sobre las conductas y su sentido (Sarabia, 1992). Zabala (2000) establece que se ha aprendido o adquirido un valor cuando se interioriza de tal manera que la persona toma posición ante lo que debe considerarse positivo o negativo. En los valores el componente principal es de carácter cognitivo pues con él se establecen criterios morales para regular el comportamiento.

Por su parte, las actitudes son constructos que median las acciones y se encuentran compuestas por tres componentes: un componente cognitivo, un componente afectivo y un componente conductual. Grosso modo son tendencias o predisposiciones relativamente estables de las personas, para actuar de cierta manera en función de los valores que asume (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Zabala, 2000; Sánchez, 2018).

El aprendizaje de las actitudes es un proceso lento y gradual, donde influyen distintos factores como las experiencias personales previas, actitudes de otras personas, información y experiencias novedosas, y el contexto sociocultural (Díaz-Barriga y Hernández, 2002). Se considera que se ha aprendido una actitud cuando la persona piensa, siente y actúa de forma más o menos constante ante el objeto concreto a quien se dirige esta actitud (Zabala, 2000).

Marzano y Pickerin en 2005, establecen la importancia de las actitudes y percepciones positivas respecto al ambiente de clase, como determinantes en el aprendizaje. De igual modo, el efecto de las

actitudes y percepciones positivas son determinadas por la seguridad y confianza en las capacidades personales. Por lo cual recomiendan fortalecer estas últimas a través del desarrollo de hábitos mentales específicos, que además son componentes básicos del proceso de metacognición como: el pensamiento crítico, el pensamiento creativo y la autorregulación.

Esta información nos indica la importancia de las actitudes para que los alumnos logren aprender de manera eficiente, más aún el tener una buena predisposición a aprender no es suficiente, es importante que la forma en que se enseña sea la adecuada.

### **3.6 La Enseñanza**

En general, podemos considerar a la enseñanza como una práctica social e interpersonal que responde a la acción voluntaria y conscientemente dirigida que realiza un individuo para que otro aprenda algo que regularmente no puede aprender solo, de modo espontáneo o por sus propios medios. Quienes enseñan buscan que los que aprenden adquieran un saber o una práctica considerada culturalmente válida, socialmente justa y éticamente valiosa; dicho de otro modo, enseñar es un acto que involucra la adquisición cultural con intenciones sociales y opciones de valor (Davini, 2008).

Es así como los individuos que enseñan otorgan una ayuda ajustada y necesaria a los procesos de construcción del aprendizaje que realizan los alumnos, es decir son mediadores entre el contenido cultural a enseñar y las características de los que aprenden. Para poder llevar a cabo esta mediación y poder ser eficaz en el logro de los propósitos planteados, la enseñanza se realiza mediante una secuencia metódica de acciones; estas acciones son parte de un proceso en donde el tiempo y la planeación de las actividades juegan un papel fundamental. Sin embargo, esta secuencia metodológica no debe de ser entendida como algo rígido, sino como un marco de actuación básico, de ordenamiento lógico y pedagógico, y a la vez flexible para adecuarse a las características y necesidades de los aprendices y del contexto sociocultural en que se esté desarrollando (Castellanos, 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Edel, 2004; Davini, 2008).

Es así como, la enseñanza puede considerarse como una actividad socio comunicativa y cognitiva que dinamiza los aprendizajes significativos en ambientes ricos y complejos, sincrónica o asincrónicamente. Este acto de comunicación entre enseñantes y aprendices se considera una polifonía, en la que convergen varias voces, así como múltiples conciencias y perspectivas ideológicas que se entretajan para la construcción del conocimiento y el aprendizaje (Zabalza, 1990; Castaño, 2007; Davini, 2008; Granja, 2015).



### **3.7 Métodos de enseñanza**

Por su parte, la forma de enseñar se denomina método de enseñanza y es el camino lógico que se traza para el logro de una meta. En el ámbito educativo, esta meta recae en un proceso formativo de calidad tanto para la enseñanza como para el aprendizaje. En consecuencia, este método implica una serie de pasos o etapas ordenadas que se disponen, sistemáticamente, en una secuencia temporal (Salvador y Galle, 2009).

El método de enseñanza es la forma particular que tiene el docente de organizar e implementar lo que se va a enseñar; esta organización no es solo de los contenidos sino también involucra el actuar docente, las decisiones que se deben de tomar ante una determinada complicación y sobre todo la flexibilidad que debe de tener el proceso para adecuarse a las necesidades que los alumnos pudiesen enfrentar al momento de aprender (Medina, 2009; Anijovich y Mora, 2009; Latorre y Seco, 2013).

Cabe destacar que tanto el método de enseñanza como el método de aprendizaje van de la mano pues a través del primero el que enseña ayuda a la construcción del conocimiento del aprendiz mediante el método de aprendizaje. En otras palabras, el individuo que aprende procesa e integra la información o parte de ella para darle un significado. Por otra parte, en el método de enseñanza se expresan procesos de exteriorización mientras que en el de aprendizaje procesos de interiorización asociados a la aparición de nuevas sinopsis o reorganización de las existentes (Lores y Matos, 2017).

### **3.8 Tipos de métodos de enseñanza**

Actualmente se cuenta con gran variedad de métodos de enseñanza, los cuales no son más que los instrumentos necesarios para lograr los objetivos de aprendizaje que se quieran alcanzar. De esta manera, la aplicación de un método de enseñanza puede admitir el empleo de uno o varios procedimientos, dependiendo de: la naturaleza del objetivo de aprendizaje, el contenido de la materia, las características de los estudiantes y los recursos disponibles. Estos métodos de enseñanza se han clasificado de diversas maneras a lo largo del tiempo (Mercado y Mercado, 2010). Sin embargo, de acuerdo con Badillo y colaboradores (2015) hoy en día se clasifican en:

- Método tradicional o de control docente.
- Método facilitador de la comprensión o de control del docente-estudiante.
- Método de revisión del desempeño o de control del estudiante.

Para los fines de este estudio, el método utilizado es el denominado *facilitador de la comprensión* ya que es el que más se adecua a las características educativas marcadas en el plan de estudios del CCH. Debido a que en este método el docente ayuda a los estudiantes a construir un significado que les permite comprender las ideas y procesos claves, los guía en discusiones en torno a problemas y genera las condiciones para el cuestionamiento, el establecimiento de pruebas y la reflexión sobre los procesos.

Cabe mencionar que cada método de enseñanza posee varias estrategias, las cuales son una secuencia estructurada de actividades capaces de fomentar el aprendizaje de los alumnos. Dichas estrategias están en función del uso que se les dé, por lo que pueden trascender los métodos. Dadas sus características fundamentales y el tipo de procedimiento que utilizan, se pueden agrupar de la siguiente manera (Badillo et al., 2015):

Tabla 1. Clasificación de los métodos y las estrategias de enseñanza.

| Método.   | Estrategia.  |
|---|--|
| <b>Tradicional o de control docente.</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Clase Expositiva.</li> <li>❖ Lectura guiada por el docente.</li> <li>❖ Tutoría.</li> </ul>  |
| <b>Facilitador de la comprensión o de control del docente-estudiante.</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Observación.</li> <li>❖ Taller.</li> <li>❖ Aprendizaje basado en proyectos.</li> <li>❖ Portafolio.</li> <li>❖ Elaboración y monitoreo de investigación.</li> <li>❖ Aprendizaje basado en problemas.</li> <li>❖ Salida a terreno.</li> <li>❖ Trabajo de laboratorio.</li> <li>❖ Foro de internet.</li> </ul> |
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Exposición/presentación oral por parte del estudiante.</li> <li>❖ Presentación de resultados de investigación.</li> </ul>   |

### Revisión del desempeño o de control del estudiante.

- ❖ Simulación.
- ❖ Debate.
- ❖ Mesa redonda.
- ❖ Dramatización (o *Role play*).
- ❖ Estudio de caso.
- ❖ Trabajo colaborativo.

En el presente estudio y dados los objetivos a cumplir se aplicará la estrategia de estudio de caso, por sus características y aportes al desarrollo del estudiante ya que se enfoca en la construcción del conocimiento en contextos reales, además de promover el desarrollo de las capacidades reflexivas, críticas y el pensamiento de alto nivel (Díaz Barriga Arceo, 2003; García, 2012); más aún, la implementación de estudios de caso en la enseñanza de la biología y la salud es particularmente pertinente debido a su estructura y la capacidad de dar significado a principios abstractos de la biología (García, 2012; Chion, 2013).

#### 3.8.1 Estudio de caso

El estudio de caso se fundamenta en la enseñanza o cognición situada planteada por John Dewey, así como la propuesta de la información mediante la práctica reflexiva de Donald Schön, de esta forma desemboca en el constructivismo sociocultural de Vigotsky (Díaz-Barriga, 2006). La importancia de lo anterior radica en que el estudio de caso debe de ser considerado como una estrategia educativa auténtica, la cual requiere ser coherente, significativa y propositiva (Brown et al., 1989). Mediante el estudio de caso se busca que la enseñanza tenga un vínculo con la vida, siendo parte y producto de la actividad, del contexto y de la cultura en que se desarrolla.

Un caso es la manera de llevar al aula un fragmento de realidad para que los estudiantes y el docente lo examinen minuciosamente, ofrece una historia donde se plantean situaciones reales o realistas, de manera que los alumnos experimenten la complejidad, ambigüedad e incertidumbre que enfrentaron los participantes originales en el caso. En la medida en que los estudiantes se apropien y vivan indirectamente el caso, podrán identificar sus componentes clave y construir una o más opciones de afrontamiento y solución a la situación problema mediante un proceso de toma de decisiones. Los casos que se presentan a los alumnos con propósitos de enseñanza contienen información suficiente pero no exhaustiva, pues una de las tareas centrales del alumno es ahondar en la información y

conducir ellos mismos el análisis y llegar a conclusiones (Wassermann, 1994; Díaz-Barriga, 2006; Mendiola y González, 2020). Esta estrategia permite perfeccionar las aptitudes y hábitos de dirección del estudiante, además de sistematizar, profundizar y ampliar sus conocimientos (SENA, 2003).

Para Boehrer (2002), los grandes logros u objetivos que se persiguen en el aprendizaje mediante casos y que construyen los aspectos por evaluar, se integran en ocho categorías: 1) Fomentar el pensamiento crítico, 2) Promover la responsabilidad del estudiante ante el estudio, 3) Adquirir la información, los conceptos, las técnicas, 4) Convertirse en autoridad en la materia en un ámbito concreto, 5) Vincular aprendizajes afectivos y cognitivos, 6) Darle vida a la dinámica de la clase y fomentar la motivación, 7) Desarrollar habilidades cooperativas, y 8) Promover el aprendizaje autodirigido.

Por consiguiente, la elección del caso es importante, pues éste es el que guiará a los alumnos en el proceso de construcción del conocimiento, el cual tendrá el sentido que el docente desee darle, dentro del marco institucional y moral sobre el que se esté trabajando. Es así como la preparación del caso y la conducción de la discusión son elementos necesarios para el aprendizaje de los alumnos, por lo cual el diseño y el desarrollo instruccional se vuelven parte medular al momento de implementar esta estrategia didáctica (Wassermann, 1994; Boehrer, 2002; Foran, 2003, Institute for the Study of Diplomacy de Georgetown School of Foreign Service, 2004; Díaz-Barriga, 2006).

El aprendizaje cognitivo, procedimental y actitudinal resultante de la utilización del estudio de caso puede pasar a ser significativo al ser relacionado con las actividades y problemas sociales bajo los que se desarrolle; para esto es parte importante lo motivante que resulte, la relevancia cultural que tenga y el tipo de interacciones colaborativas que propicie. El conocimiento construido mediante el estudio de caso podrá aplicarse o transferirse a otras situaciones análogas o distintas a las originales, en función de su utilización (Díaz-Barriga, 2006).

### **3.9 Métodos de Enseñanza-Aprendizaje**

Se identifica como método de enseñanza-aprendizaje al proceso pedagógico escolar que posee características educativas específicas, además de ser sistemático, planificado, dirigido y específico. Esto hace que la interrelación profesor-estudiante ocurra en un accionar didáctico mucho más directo, cuyo único fin es el desarrollo integral de la personalidad de los educandos (Pérez, 2001; Seijo et al., 2010).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje están presentes componentes personales (el profesor, los estudiantes y el grupo) y no personales (los objetivos, el contenido, los métodos, los medios, las formas de organización y la evaluación) que el docente debe dominar, precisando y explotando al máximo las potencialidades educativas brindadas por cada uno de ellos, para lograr la formación integral de los educandos, bajo el principio de la educación a través de la instrucción (Seijo et al., 2010).

Los métodos por los cuales el docente apoye a la construcción del conocimiento en los alumnos, así como el desarrollo de sus habilidades y el fortalecimiento de valores, serán esenciales en su interacción con el resto de los componentes para garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos, por lo que el trabajo y preparación del docente tendrá que ser de calidad para poder lograrlo, optimizando tiempo y recursos a la par que se da la participación activa y consciente de los estudiantes.

Por otra parte, es indispensable que se tenga la certeza de estar llevando el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma correcta, además de reconocer las problemáticas durante dicho proceso para poder solucionarlas de forma asertiva y propositiva. De esta manera, la forma en la que los docentes pueden identificar cuando existe una problemática durante el proceso de enseñanza-aprendizaje o bien si se cumplieron los objetivos de este es mediante la evaluación.

### **3.10 Evaluación del aprendizaje**

La evaluación es el proceso por el cual se identifica información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado. También sirve de guía durante la toma de decisiones, la solución de problemas y la comprensión de los fenómenos que implica el aprendizaje (Stufflebeam y Shinkfield, 1987). El Grupo de Evaluación y Medición (GEM) de la Universidad de Valencia define a la evaluación educativa como: un proceso sistemático de indagación y comprensión de la realidad educativa que pretende la emisión de un juicio de valor sobre la misma, orientado a la toma de decisiones y la mejora (Jornet, 2009). Si bien las dos definiciones difieren en algunos aspectos, coinciden en que evaluar es un proceso para obtener información que sirva para la toma de decisiones sobre el funcionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje (Vargas, 2004; García Cabrero, 2010; Mendiola y González, 2020).

La evaluación desde la perspectiva constructivista se centra en el cumplimiento de los objetivos establecidos en el plan de estudios institucional, tomando en cuenta la enseñanza y el aprendizaje como un solo proceso. En este sentido, la perspectiva que se necesita es la sistémica, entendiendo

que alumnos, institución, docentes y demás actores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje son parte fundamental a la hora de evaluar. Por ello, la emisión del juicio de valor debe de tomar en cuenta el cumplimiento de los criterios y objetivos establecidos por el plan de estudios y la observación en el proceso de enseñanza-aprendizaje para poder emitir un juicio apropiado según sea el caso (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Vargas, 2004; SEP, 2013; Moreno, 2016; Mendiola y González, 2020).

Dado lo anterior se puede decir que la evaluación educativa implica dar un juicio de valor desde la perspectiva de lo esperado mediante determinada estrategia de enseñanza para conocer la calidad y cantidad de lo aprendido. Esta evaluación está sujeta a la visión que tiene la persona que está emitiendo el juicio, así como los objetivos institucionales y educativos que se estén persiguiendo. Además, es preciso considerar a la evaluación como un mecanismo para apoyar la toma de decisiones y para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los individuos (Díaz-Barriga y Hernández 2002; García Cabrero, 2010; SEP, 2011; Moreno, 2016; Mendiola y González, 2020).

### **3.10.1 Tipos de evaluación**

La evaluación debe de tomar en cuenta todo el proceso de enseñanza-aprendizaje y proporcionar las bases para promover el aprendizaje significativo mediante la toma de decisiones. En este sentido cobra importancia la función pedagógica y social de la evaluación; en la primera, se vuelven importantes los aprendizajes que construyen los alumnos y la pertinencia de las diversas estrategias didácticas; mientras que, en la segunda, la importancia recae en los beneficios que tiene un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje para alumnos, docentes, instituciones, etc. (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Vargas, 2004; Rosales, 2014; Moreno, 2016).

Durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacan tres tipos de evaluación denominados: evaluación diagnóstica, formativa y sumativa, aunque también son importantes otros tipos de evaluación como la autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación, etc. Por ende, es fundamental que los docentes tengan presente para qué se quiere evaluar y que herramientas tiene que implementar (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Rosales, 2014).

La evaluación diagnóstica o predictiva se efectúa previo al desarrollo de un proceso educativo y su función es la de indagar y conocer los conocimientos previos que el alumno posee, los cuales son necesarios para poder asimilar y comprender los nuevos contenidos. La manera de realizar esta evaluación puede ser de manera formal o informal y sus resultados pueden o no ser favorables, en

caso de que sean favorables indican que los alumnos son cognitivamente competentes para iniciar con el proceso de enseñanza aprendizaje de la temática a abordar. Por el contrario, si son desfavorables indican que los alumnos no poseen las actitudes cognitivas mínimas necesarias para iniciar con el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que significa que debe de haber una modificación en la estrategia didáctica para atender los vacíos de conocimientos antes de continuar con el proceso (Rosales, 2014; Mendiola, 2018).

La evaluación formativa se da durante el proceso de enseñanza aprendizaje y se usa para guiar las actividades que se llevan a cabo durante este. Este tipo de evaluación recolecta información a lo largo del tiempo y permite brindar la guía adecuada para la construcción del conocimiento, cabe destacar que este tipo de evaluación tiene la ventaja de poderse realizar de manera formal o informal y depende de la percepción del docente para poder obtener los resultados del aprendizaje de los alumnos (Shepard, 2006; Rosales, 2014; Mendiola, 2018).

En lo que respecta a la evaluación sumativa, se lleva a cabo al final del proceso de enseñanza-aprendizaje y su finalidad es verificar el nivel de aprendizaje que se obtuvo con ayuda de la estrategia didáctica utilizada. La o las herramientas de esta evaluación son parte esencial, ya que dependiendo de ellas se interpreta el nivel de aprendizaje que los individuos adquirieron, así como la calidad de la estrategia. Los resultados obtenidos a partir de esta evaluación también permiten verificar el cumplimiento de los objetivos e influir en la acreditación o no de los alumnos (Rosales, 2014; Mendiola, 2018).

Otro tipo de evaluación es la denominada autoevaluación, la cual se debe llevar a cabo tanto por alumnos como por el docente. Este tipo de evaluación consiste en un proceso de análisis y reflexión introspectivo y prospectivo acerca del desempeño durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, cobra importancia el desarrollo metacognitivo de los individuos en cuanto a sus actitudes y aptitudes para aprender a aprender y con ello mejorar su desempeño. Al hacer que los estudiantes y el docente reflexionen sobre su desempeño y áreas de oportunidad, se mejora su desempeño y es más probable que se cumplan los objetivos académicos que se persiguen (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Shepard, 2006).

Por su parte la coevaluación es una forma de evaluación entre alumnos, los cuales consideran diversas características de los productos construidos por sus compañeros. Dicha evaluación permite que los alumnos tomen un rol activo en el aprendizaje tanto individual como grupal, desarrollando en su experiencia formativa diversas habilidades grupales y personales, sobre todo de carácter crítico y

metacognitivo (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Avendaño et al., 2017; Mendiola, 2018). Por otro lado, la evaluación del docente durante y al término del proceso de enseñanza-aprendizaje es indispensable para poder elevar su calidad académica y mejorar su desempeño; esta evaluación es hecha por las autoridades superiores al docente, pero también por los alumnos, en cuyo caso su valoración le da las herramientas necesarias para poder mejorar su conducción en futuras intervenciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje y así influir positivamente en la construcción del conocimiento por parte de los alumnos (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Shepard, 2006; Mendiola, 2018).

Es importante que las herramientas de evaluación que se implementan con los alumnos reflejen el conocimiento construido durante el proceso de enseñanza-aprendizaje por lo cual deben de estar vinculadas con las actividades desarrolladas durante dicha construcción del conocimiento, motivo por el cual, la evaluación auténtica es parte fundamental en el presente estudio.

### **3.10.2 La evaluación auténtica**

Es el proceso evaluativo que considera diferentes formas de valorar el desarrollo de habilidades en los alumnos. Dichas maneras de poder comprobar este desarrollo deben de ser coherentes con las actividades con las cuales el alumno las fue desarrollando, es decir, esta forma de evaluar debe de valorar los aprendizajes contextualizados para poder observar los conocimientos, los logros, la motivación y las actitudes que los alumnos construyeron durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación auténtica valora cómo los alumnos se confrontan con situaciones del mundo real y utilizan los conocimientos, habilidades y destrezas que construyeron (Callison, 2002; Díaz-Barriga, 2006; Rosales, 2014; Moreno, 2016).

Esta forma de evaluación refleja diversos niveles de las capacidades que los alumnos adquirieron durante el proceso de enseñanza aprendizaje, más aún brinda una perspectiva sobre lo significativo del conocimiento construido por cada individuo.

### **3.10.3 Evaluación del aprendizaje significativo**

La forma de evaluar este tipo de aprendizaje debe de tomar en cuenta los objetivos que persigue el plan de estudios en cuanto al nivel cognitivo que se espera desarrollar en los alumnos y los conocimientos mínimos que deben de adquirir al término del curso o unidad. Las herramientas encargadas de valorar la significancia del aprendizaje deben de poder recopilar la información pertinente para conocer el significado que el alumno construyo (Montemayor et al., 2005; Salazar, 2018).



La selección de las herramientas, para valorar la significancia del aprendizaje, deben de ser congruentes con el método de enseñanza. Y sobre todo tener la capacidad de captar las evidencias de dicho aprendizaje durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y la visión que cada individuo está construyendo, esto último es fundamental ya que la significancia de lo aprendido es un constructo individual formado a partir de la historia de vida (Hernández, 2003; Montemayor et al., 2005; Salazar, 2018; Mendiola y González, 2020).

Dado que el estudio de caso forma parte de una enseñanza situada, la evaluación a aplicar debe ser acorde al tipo de actividades que se realizan y sobre todo considerar a la evaluación como una herramienta para construir el aprendizaje y no solo de este. Aunque el abanico de herramientas recomendado para este tipo de estrategia es amplio, en el presente estudio nos limitaremos a usar el pre y post test, la lluvia de ideas, la lista de cotejo, la evaluación entre pares, la resolución del estudio de caso y el análisis del discurso.

#### **4. Antecedentes**

El estudio de caso desarrolla en los estudiantes de nivel medio superior gran variedad de capacidades cognitivas, emocionales, procesuales, sociales y actitudinales, las cuales son esenciales para su desarrollo individual y colectivo. Al usar esta estrategia didáctica para la enseñanza de temas abstractos como el caso de la herencia mendeliana, se logra confrontar a los estudiantes con situaciones de la vida real en donde este tipo de temáticas están presentes, lo que genera en ellos un aprendizaje con significado pues logran relacionar la enseñanza en el aula con procesos de su vida cotidiana.

Actualmente existen varios trabajos en los que se ha utilizado el estudio de caso como estrategia didáctica (en diferentes niveles educativos) para abordar temáticas fuertemente relacionadas con la herencia mendeliana y en cada uno de ellos se registran resultados positivos en cuanto al nivel cognitivo, procesual y actitudinal en comparación con la educación tradicional. Un ejemplo de lo anterior es lo registrado por Chin en 2013, en donde concluyó que el uso de estudios de casos para la enseñanza de nicho ecológico genera en los estudiantes de primer semestre de universidad el desarrollo de competencias como: análisis crítico, toma de decisiones, la reflexión sobre problemas en situaciones reales, y la sustentación teórica con una buena argumentación.

Otro ejemplo es el trabajo de De la Fe y colaboradores en 2015, en donde concluyeron que la implementación de la estrategia *estudio de caso* para la enseñanza de enfermedades infecciosas,

aumenta la motivación de los alumnos de bachillerato y universidad por el tema, lo que hace del componente emocional parte esencial del significado que cada alumno le da y por ende los estudiantes perciben el aprendizaje como relevante. Así mismo, Pérez-Avila en 2018, mediante un estudio caso-control, demostró que la utilización del método de enseñanza estudio de caso para la enseñanza del tema respiración celular, desarrolla en los alumnos de bachillerato habilidades, destrezas, conocimientos y valores; además de estimular el desarrollo de habilidades como el análisis, la síntesis y la evaluación de información, y se promueve el desarrollo del pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la creatividad y la toma de decisiones.

Por su parte, Andramunio en 2014 plantea una estrategia basada en estudios de caso para mejorar el aprendizaje del tema de herencia en alumnos de bachillerato, dicha estrategia la sustenta en lo importante que son los conocimientos previos al tema de herencia para que los alumnos puedan construir de manera adecuada su conocimiento, por lo que la retroalimentación oportuna también es fundamental. De esta forma se pueden alcanzar en los estudiantes las capacidades que dicha estrategia genera.

Actualmente existen estudios similares a los anteriores, en donde se utiliza la estrategia de estudio de caso para enseñar diferentes temáticas de la biología como el caso de biodiversidad, evolución, taxonomía, etc.; sin embargo, en temáticas más abstractas como respiración celular, genética, componentes celulares, reproducción celular, metabolismo, herencia mendeliana, etc., son pocos los registros que se tiene de su implementación, a pesar de los beneficios que esta estrategia genera en los estudiantes.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo es el siguiente.

## **5. Objetivo general**

- Demostrar que con la utilización del método de enseñanza estudio de caso, el aprendizaje del tema herencia Mendeliana es significativo para los alumnos del CCH-S.

### **5.1 Objetivos específicos**

- Describir los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales adquiridos por los alumnos del CCH-S cuando se utiliza el estudio de caso para la enseñanza del tema de herencia Mendeliana.
- Diseñar un instrumento de evaluación para medir la significancia del aprendizaje adquirido por los alumnos del CCH-S respecto al tema de herencia Mendeliana.

## 6. Estrategia didáctica

La estrategia didáctica que se elaboró para enseñar el tema de herencia mendeliana tiene como marco el plan de estudios del CCH y las capacidades que los alumnos deben de desarrollar. Razón por la que en el anexo I se muestra la planeación didáctica usada para el presente trabajo.

Por su parte, en la figura 10 se muestra un diagrama que representa a la estrategia didáctica que se implementó a alumnos de tercer semestre del CCH-Sur, dicha estrategia atiende a la temática de la Unidad III del Plan de Estudios de Biología 1, ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?, específicamente al subtema de Herencia Mendeliana.

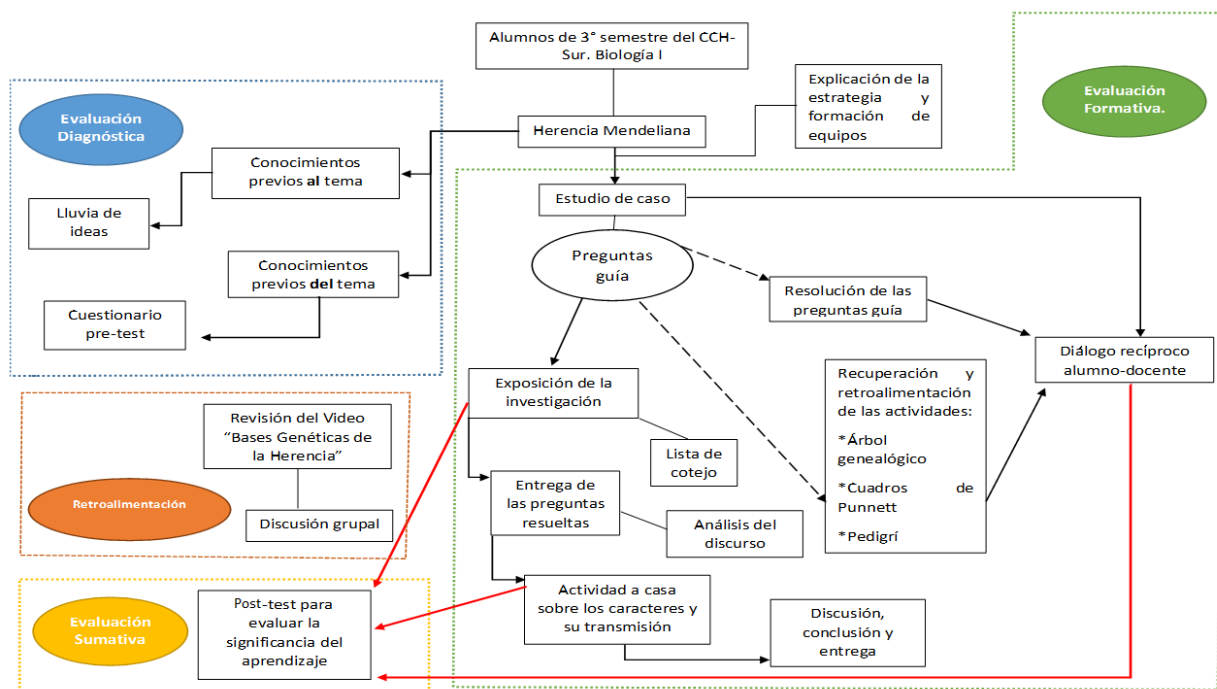


Figura 9. Estrategia didáctica. Diagrama que explica la forma en que se va a desarrollar la estrategia didáctica. Se observa la secuencia de actividades a aplicar y la manera de evaluar cada actividad.

La aplicación de la estrategia didáctica se llevó a cabo en tres sesiones de dos horas cada una, durante las cuales se trabajaron diferentes actividades con la intención de que el aprendizaje de los alumnos fuera significativo respecto al tema de herencia mendeliana, además de tomar en cuenta lo establecido en el plan de estudios del CCH con respecto a los conocimientos y habilidades que los alumnos deben de desarrollar al término del tema.

Durante la primera sesión, el docente inició con su presentación personal ante el grupo y explicó los objetivos a alcanzar al término de las sesiones, así como la manera de evaluar (examen final 40 %,)

preguntas resueltas 20 %, exposición 20 % y actividades a casa 20 %); también especificó las características de la presentación a elaborar y exponer por equipo (7 diapositivas como máximo y 10 minutos para la presentación). El docente transmitió en los alumnos una sensación de apertura al diálogo y respeto mutuo, lo cual fue parte fundamental para su desarrollo como orientador y guía en la construcción del conocimiento de los alumnos durante la estrategia didáctica. Una vez concluido lo anterior, el docente explicó la importancia del presente proyecto de investigación, así como la importancia de la participación activa del alumnado. También extendió un escrito sobre el consentimiento informado (anexo II) el cual fue firmado por los alumnos, aceptando participar en el presente estudio.

A continuación, se aplicó un pre-test (anexo III), este último con la finalidad de conocer los conocimientos previos de los alumnos respecto al tema de herencia mendeliana, y así establecer un punto de partida para abordar el estudio de caso (anexo IV). Después de la aplicación del pre-test, se comenzó a identificar los conocimientos previos de los alumnos respecto a los temas anteriores al de herencia mendeliana (flujo de información genética, reproducción, meiosis y gametogénesis) mediante una lluvia de ideas, así como su discusión grupal. Cabe destacar que debido a que dichos conocimientos fueron deficientes, se dio una retroalimentación de dichas temáticas mediante la proyección del video educativo *Bases Genéticas de la Herencia* y su posterior discusión grupal.

Para iniciar con la temática de herencia mendeliana, el docente realizó varias preguntas disparadoras (¿Qué es la herencia?, ¿Qué se hereda?, ¿Quién le hereda a quién?, ¿Quién fue Gregor Mendel?, ¿Qué hizo?, ¿Con qué lo hizo?, ¿Qué descubrió? y ¿De qué sirven sus aportes hoy en día?), las cuales ayudaron a que los alumnos recordasen y comenzaran a visualizar la importancia de la herencia mendeliana en nuestros días. Después de dialogar sobre las respuestas dadas por los alumnos, se abordó el tema de herencia mendeliana mediante el estudio de caso. En esta parte, el docente explicó la manera en que se trabaja el estudio de caso y los objetivos que persigue, seguido de, se conformaron cinco equipos, con 6 integrantes cada uno para trabajar el estudio de caso y la resolución de las preguntas guía de forma colaborativa. Para formar al azar los equipos, se pidió a los alumnos enumerarse del uno al seis y al final se agruparon según el número que les haya tocado, lo anterior con el objetivo de que los equipos estuvieran conformados por alumnos diferentes a su círculo cercano de amigos.

A partir de este momento, el docente se enfocó en actuar como guía para los alumnos, además de proporcionar el ambiente idóneo y los marcos referenciales para que los alumnos pudieran investigar y resolver las preguntas por ellos mismos. Por su parte los alumnos tomaron un papel activo en la

búsqueda de información y el desarrollo de estrategias que los ayudaron a la construcción de conocimiento. Cabe mencionar que para aprovechar óptimamente el tiempo de clase fue necesario que las sesiones se llevaran a cabo en el aula de cómputo, de esta forma, los alumnos realizaron sus investigaciones y proyectos de manera colaborativa durante el tiempo de clase, a la par de que el docente resolvió sus dudas y/o conflictos cognitivos.

Al inicio de la segunda sesión, el docente abordó las dudas o problemáticas que tuvieron los alumnos respecto a la resolución de las preguntas guía y el trabajo colaborativo, con el fin de acompañarlos en la construcción de su conocimiento. También, durante la misma, se abordaron las temáticas específicas de proporciones genéticas, proporciones fenotípicas, cuadro de Punnett, pedigrí y herencia de caracteres con ayuda de las respuestas de las preguntas guía que los alumnos respondieron. Una vez entendido de manera pertinente las temáticas mencionadas con anterioridad, el docente entregó una actividad (anexo V), la cual realizó de manera individual y se entregaron en la tercera sesión, al igual que la pregunta 8 del estudio de caso. También se recordaron las características y estructura de la presentación para poder realizarse en la siguiente clase (7 diapositivas como máximo y 10 minutos para la presentación por equipo, además de la siguiente estructura: portada, introducción, genotipos de Natalia y su hermano, probabilidades genotípicas de las dos situaciones hipotéticas, construcción del pedigrí, discusión y conclusiones). También se les proporcionó las instrucciones y la lista de cotejo (anexo VI) para evaluar la exposición de sus compañeros.

Al inicio de la tercera sesión, el docente seleccionó al azar el orden en que los equipos pasaron a presentar, así como al integrante de cada equipo que expuso; también se encargó de llevar el tiempo establecido para cada presentación, además de moderar las intervenciones de los alumnos al momento de realizar preguntas. Por su parte, los alumnos utilizaron la lista de cotejo dada en la sesión anterior para evaluar la participación de sus compañeros.

Una vez terminadas las exposiciones, el docente retomó la actividad a casa para concluir el tema de la herencia mendeliana y el papel que juegan las leyes de Mendel en la actualidad. En esta parte, fue importante el conocimiento que los alumnos adquirieron respecto al cuadro de Punnett y el pedigrí ya que son básicos en el entendimiento de la herencia de caracteres y más aún para las proporciones fenotípicas y genotípicas de los individuos.

Para finalizar la sesión, el docente aplicó un cuestionario post test (anexo III) cuya finalidad fue comprobar la significancia de los aprendizajes conceptuales y procedimentales adquiridos por los alumnos con ayuda del estudio de caso.

Durante el trabajo en equipo, el docente estuvo atento a las dificultades y el desempeño de cada individuo dentro de su equipo para fomentar un buen trabajo colaborativo. Por otra parte, el docente llevó un registro escrito del desempeño de cada equipo y de cada integrante en un diario de clase, para seguir su trayectoria y contar con los elementos suficientes para la evaluación formativa.

## 7. Resultados

Los datos obtenidos a partir de la lluvia de ideas, respecto a las temáticas anteriores como flujo de información genética, reproducción, meiosis y gametogénesis; evidenciaron en los alumnos vacíos de conocimientos esenciales para el correcto entendimiento de los contenidos del tema herencia mendeliana, por lo que se dio la retroalimentación necesaria mediante la proyección del video educativo *Bases Genéticas de la Herencia* y su posterior discusión grupal, en donde se puntualizó la importancia de comprender dichos temas.

La resolución de las preguntas guía del estudio de caso fueron entregadas por los diversos equipos en tiempo y forma, destacando en varios casos la creatividad de los alumnos. Dichas preguntas fueron contestadas de forma correcta por cada equipo, cabe destacar que las preguntas relacionadas con la realización y aplicación de conocimientos procedimentales (preguntas 4, 5, 6 y 7) como el cuadro de Punnett y el Pedigrí se realizaron utilizando diferentes herramientas (figura 10).

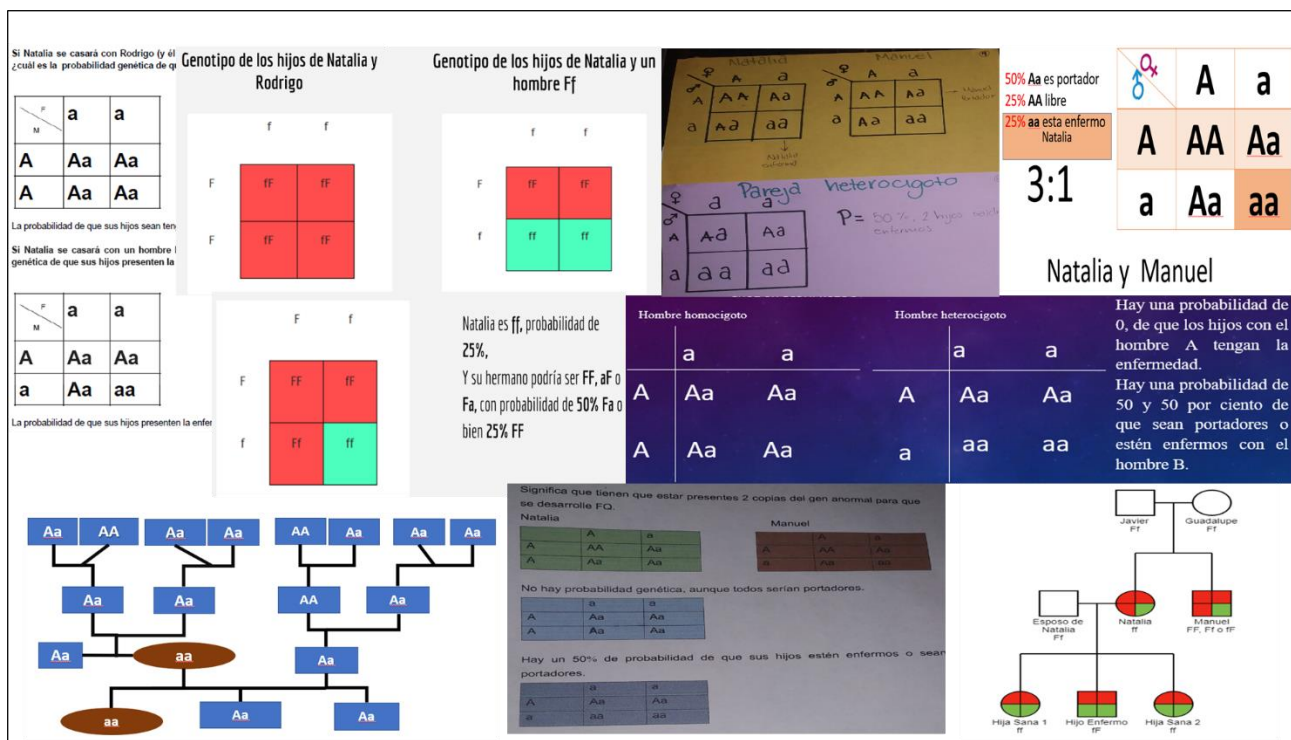


Figura 10. Cuadros de Punnett y Pedigrí hechos por los alumnos sobre el estudio de caso. Estas evidencias de algunos trabajos hechos por los equipos para contestar las preguntas del estudio de caso que requirieron la aplicación de dichos procedimientos para ser respondidas.

Los datos obtenidos de la exposición de los equipos fueron recabados mediante la lista de cotejo (anexo VI), dicha tabla fue utilizada por todos los alumnos y el docente para evaluar la presentación en PowerPoint y la forma de exponer de cada equipo. La tabla abarco un total de 16 rubros divididos



en dos categorías, la primera denominada *Rubros Presentación* se encargó de valorar la calidad de la presentación construida por el equipo; mientras que la segunda, llamada *Rubros Exposición* valoró la forma en que el equipo expuso su información (figura 11).

Tres de los equipos (Huitzilopochtli, F2DR y los Krebs) mostraron un promedio superior al 50 % para la mayoría de los rubros mientras que dos (H2O y Cuántico) mostraron un promedio por debajo del 50 % en varios de los rubros. Así mismo, el equipo de los Krebs fue el que en la mayoría de los rubros (7) obtuvo un promedio del 100 %; sin embargo, fueron tres los equipos (Huitzilopochtli, F2DR y los Krebs) que en varios rubros (homogeneidad de la presentación, información comprensible, presentación interesante y creativa, existen conclusiones, argumenta con claridad, tono de voz y lenguaje corporal adecuado, expresión clara y respeta el tiempo asignado) obtuvieron un promedio del 100 %. Por otro lado, el equipo Cuántico fue el que tuvo porcentajes más bajos en la mayoría de los rubros, siendo este de 17 % en tres de los rubros pertenecientes a la presentación (Información solicitada, existencia de conclusiones y coherencia de conclusiones). En cuanto al equipo H2O, obtuvo el segundo peor promedio en la mayoría de los rubros, destacando el 28 % que obtuvo en Resultados comprensibles, perteneciente a los rubros presentación. Por otra parte, en el rubro denominado *solo lee la información*, el equipo que tuvo mayor porcentaje fue el Cuántico con 61 %, mientras que el que obtuvo el menor fue el de los F2DR con 17 % (figura 11).

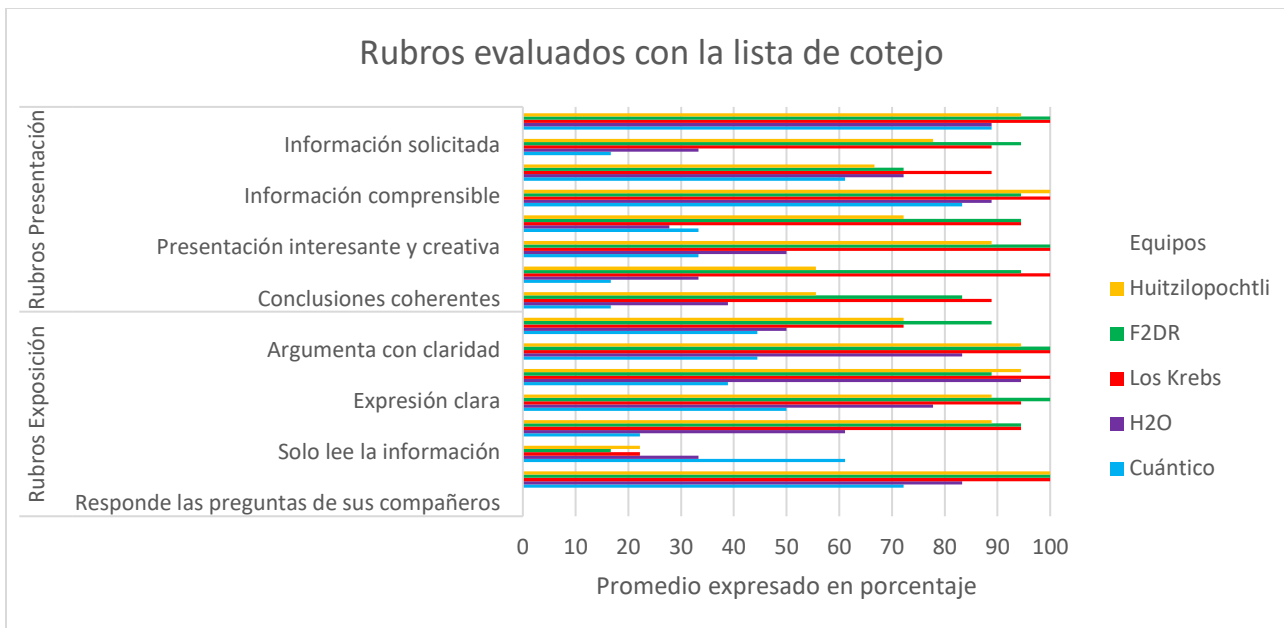


Figura 11. Rubros evaluados con la lista de cotejo. Comparación entre los promedios que cada equipo obtuvo en cada uno de los rubros evaluados durante la exposición de los resultados del estudio de caso. Se pueden distinguir dos categorías de rubros: la primera denominada *Rubros Presentación* que hace referencia a las características que la presentación de PowerPoint debió tener, mientras que la segunda, denominada *Rubros Exposición* se refiere a las características que los alumnos debieron de cumplir al momento de exponer sus resultados.

La actividad a casa (anexo V), en donde los alumnos tuvieron que registrar los caracteres de sus familiares para posteriormente construir su pedigrí familiar con alguno de ellos, arrojó resultados positivos en 11 de los 18 alumnos a los que se les proporcionó la actividad. Los 11 alumnos que la entregaron la realizaron correctamente y cabe resaltar la habilidad y creatividad con la que fue hecha, además de que utilizaron conocimientos conceptuales y procedimentales de forma adecuada, lo que también es indicio del aprendizaje significativo de los alumnos, más aún por involucrarlos de forma directa con sus características y las de sus familiares. Por otra parte, los otros 7 alumnos solo realizaron la mitad de la actividad, la cual consistía en recabar las características de sus familiares por lo que se les pidió que complementaran la actividad a casa y la entregaran posteriormente, sin embargo, dados los inconvenientes sociales e institucionales ocurridos en esas fechas fue imposible recuperar sus trabajos. A continuación, se muestran algunos de los trabajos elaborados por los alumnos en relación con la construcción del pedigrí familiar (figura 12).

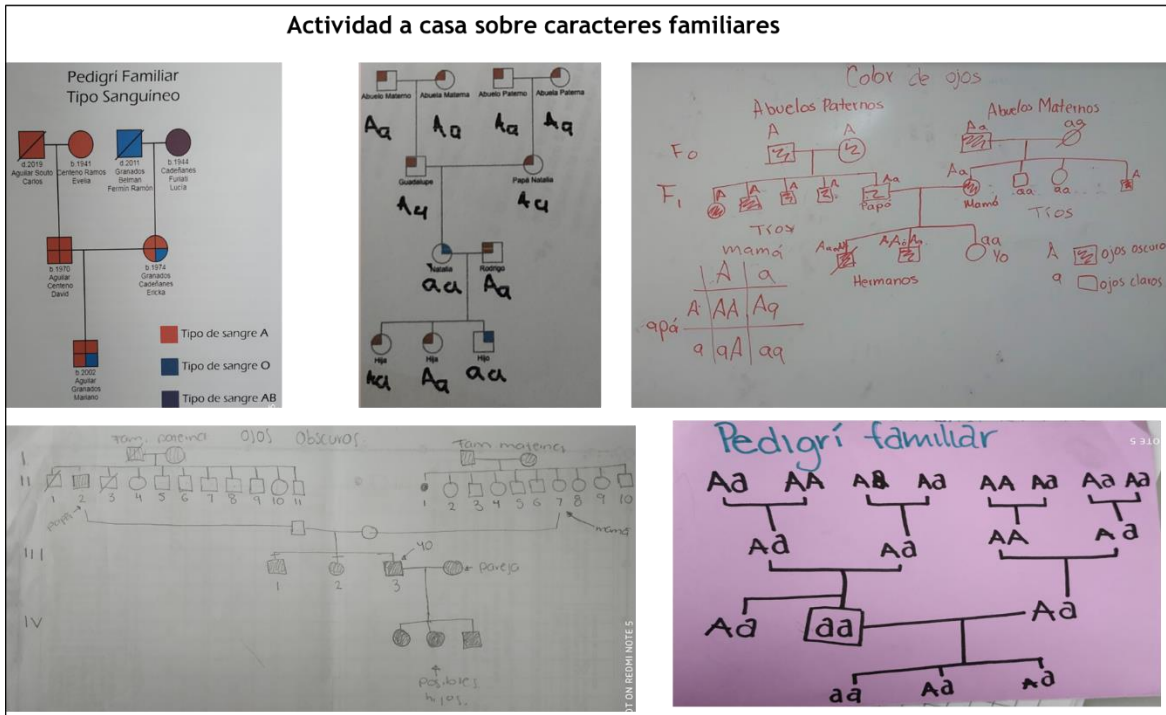


Figura 12. Actividad a casa sobre caracteres familiares. Se puede observar algunas evidencias de los Pedigrís correspondientes a la actividad 2 de la actividad a casa (anexo V) elaborados por los alumnos de tercer semestre del CCH-S.

En lo que respecta a las calificaciones que los alumnos obtuvieron en el examen pre-test y post-test (tabla 2), en el primer caso solo cuatro de los 22 alumnos a los que se le aplicó, lograron aprobarlo, lo que corresponde al 18.2 %; mientras que en el post-test, 14 alumnos de 18 aprobaron dicha prueba, lo cual corresponde a un 77.8 %. Cabe destacar que, en el pre-test la calificación más alta fue de 6.5 y la más baja fue de 1.7; en contraste, en el post-test la calificación más alta fue de 8.4 y la más baja fue de 5. Así mismo se puede observar el progreso de cada alumno al comparar sus resultados entre las pruebas y como obtuvieron resultados positivos en la mayoría de los casos; sin embargo, hay que mencionar que en dos casos el promedio del pre-test fue superior al post-test (6.5 vs 5 y 5.8 vs 5.3 respectivamente), además de que cuatro de los 22 alumnos no realizaron el pre-test. Cabe destacar que a pesar de las condiciones antes mencionadas el alto porcentaje de aprobación registrado en el post-test pudiese ser indicador de la significancia del aprendizaje declarativo de los alumnos.

Tabla 2. Calificaciones obtenidas por cada alumno en el pre y post-test. Se puede observar el número de alumnos que realizaron cada prueba, así como el porcentaje de aprobación grupal.

| Calificación                    |          |           | Calificación |               |               |
|---------------------------------|----------|-----------|--------------|---------------|---------------|
| Individuo                       | Pre-test | Post-test | Individuo    | Pre-test      | Post-test     |
| 1                               | 5.1      | 7.5       | 12           | 6.5           | 6.9           |
| 2                               | 6.5      | 7         | 13           | 4.8           | 5.8           |
| 3                               | 3.8      | 7.9       | 14           | 5.8           | 5.3           |
| 4                               | 6.5      | 5         | 15           | 4.4           | 6.8           |
| 5                               | 1.7      | 6         | 16           | 6.5           | 7             |
| 6                               | 4.1      | 6.4       | 17           | 5.1           | 7.6           |
| 7                               | 4.4      | 8.4       | 18           | 4.4           | 5.8           |
| 8                               | 5.8      | 6.5       | 19           | 3.4           | -             |
| 9                               | 4.4      | 7         | 20           | 5.8           | -             |
| 10                              | 3.8      | 6.4       | 21           | 3.8           | -             |
| 11                              | 5.1      | 6         | 22           | 4.1           | -             |
| <b>Porcentaje de aprobación</b> |          |           |              | <b>18.2 %</b> | <b>77.8 %</b> |

Las calificaciones obtenidas por los alumnos en el pre y post-test se fueron comparadas mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Los resultados indican un incremento significativo ( $p < 0.0001$ ) entre la calificación obtenida por los alumnos en el post-test (mediana= 4.60) y el pre-test (mediana= 6.65) (figura 13).

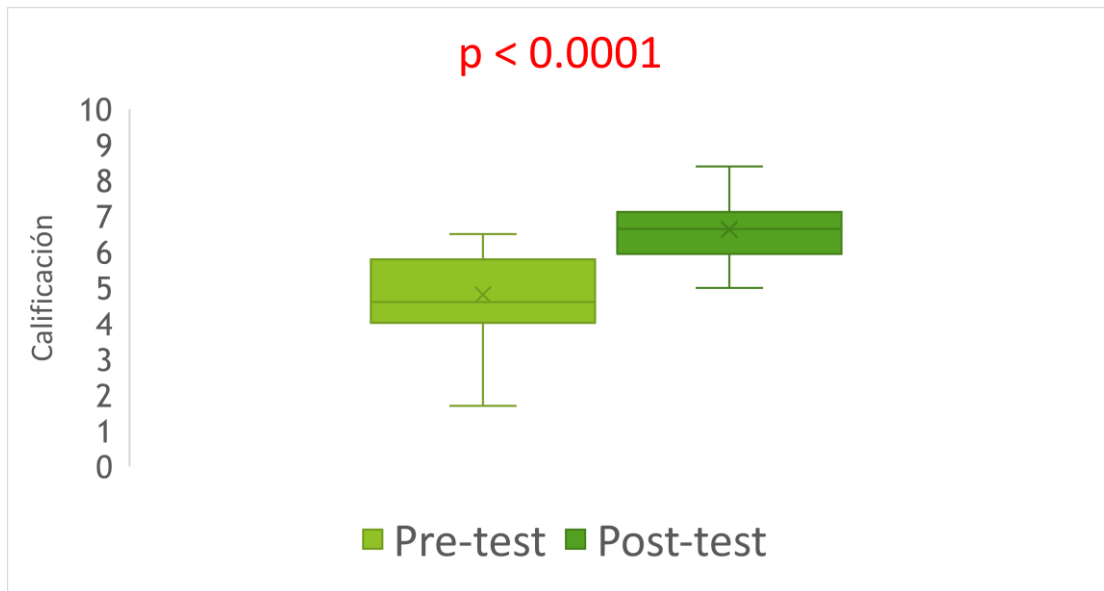


Figura 13. Comparación entre la calificación obtenida por los alumnos en el Pre y Post-test, cuya diferencia fue significativa dada la prueba U de Mann-Whitney ( $p < 0.0001$ ). También se observa la mediana correspondiente a cada grupo (4.60 vs 6.65), así como el rango mínimo (1.7 vs 5.0) y máximo para cada grupo (6.5 vs 8.4).

Por su parte, en la figura 14 se pueden observar los resultados obtenidos mediante la comparación de los promedios de los aciertos de cada pregunta en el Pre-test vs el Post-test (anexo III), así como la cantidad de alumnos a los que se les aplicó cada prueba (n=22 vs n=18, respectivamente). Los datos muestran que en algunos casos como en las respuestas 3, 4, 6, 8 y 9 existe una diferencia en cuanto al porcentaje de alumnos que contestaron correctamente después de la aplicación del estudio de caso; sin embargo, en otras preguntas (2, 7 y 11) la relación es inversa. Más aún, existen casos en que la diferencia es mínima, como en el caso de las preguntas 1, 5, 10, 12 y 13. La pregunta que muestra una mayor diferencia es la número 3 ya que en el pre-test ningún alumno la respondió correctamente (0 %), en cambio en el post-test el porcentaje de alumnos que la contestaron correctamente llegó al 61.1 %; algo similar se observa en la pregunta 4 (22.7 % vs 72.2 %) y en la pregunta 9 (13.6 % vs 88.9 %). Cabe destacar que, si bien a simple vista existen diferencias entre los promedios de las preguntas del pre y post-test, la amplitud de la desviación estándar nos indica que en algunas pudiese no existir.

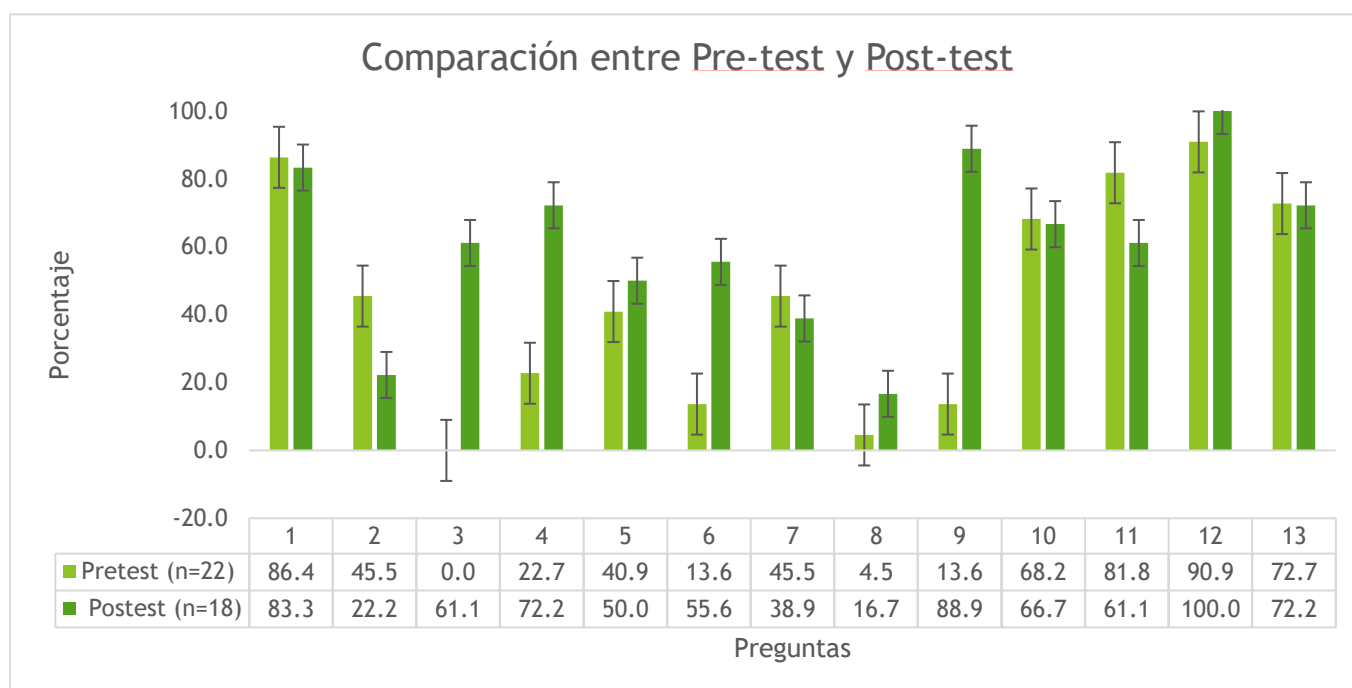


Figura 14. Comparación entre Pre-test y Post-test. Comparación entre los promedios (expresados en porcentaje) de las respuestas correctas que obtuvieron los alumnos en el pre y post-test (anexo III), así como la desviación estándar para cada uno de ellos. También se puede observar en la tabla inferior el número de individuos (n) a los que se les aplicó cada prueba y el número correspondiente al porcentaje del promedio de cada una pregunta.



## 8. Discusión

Los resultados obtenidos mediante la implementación de la estrategia didáctica *estudio de caso* para la enseñanza del tema *Herencia Mendeliana* revelan varios resultados positivos en cuanto a la construcción del conocimiento de los alumnos de tercer semestre del CCH-S. Estos resultados ponen en evidencia la pertinencia y eficacia de utilizar dicha estrategia didáctica para la enseñanza de temas complejos y abstractos para los alumnos.

Al inicio de la estrategia didáctica se aplicó un cuestionario (pre-test) para conocer los conocimientos previos de los alumnos, que son indispensables para que los alumnos construyan su conocimiento como lo menciona Ausubel (1983), Díaz-Barriga (2006), Bernheim (2011), entre otros autores. Los resultados de esta evaluación diagnóstica, además de establecer el punto de partida de la estrategia, reflejaron diversas carencias en cuanto a conocimientos básicos en temas como reproducción, mitosis, meiosis, entre otros que son básicos para el tema de herencia mendeliana. En este sentido, Armenta (2008) y Ojeda (2020) concluye que dichas carencias pueden deberse principalmente a la confusión de conceptos de estos temas (reproducción, división celular, replicación y transmisión de ADN, genética, etc.), por su parte esta confusión se da principalmente por las ideas previas resultantes de la influencia no científica, producto del lenguaje popular y el aprendizaje no significativo de los temas. Lo anterior apoya la importancia de que los alumnos dominen este tipo de temas antes de comenzar con la enseñanza de la herencia mendeliana, pues de acuerdo con Ausubel (1983), los conocimientos previos son la base sobre la que se debe de ir construyendo el nuevo conocimiento; por ende, la retroalimentación que se dio en el presente estudio para cubrir los huecos conceptuales fue de gran ayuda para los alumnos, además de establecer un mismo punto de partida para todos.

En cuanto a las evidencias obtenidas mediante la lluvia de ideas del tema herencia mendeliana, las respuestas dadas por los alumnos evidenciaron la falta de conocimiento del tema, principalmente en la información de los postulados de Mendel, la importancia de dichos postulados en la genética moderna, la importancia de la transmisión de características y el papel que juega la probabilidad en la herencia. Dichos resultados coinciden con los obtenidos por Armenta (2008) y Ojeda (2020) en donde concluyen que dos de los principales problemas de los alumnos al momento de aprender herencia mendeliana son la falta de conocimientos sobre la reproducción sexual, debido a la visión antropocéntrica de la biología; y la falta de conocimiento de conceptos como la probabilidad estadística, que es la base matemática para entender los mecanismos de herencia de caracteres.



Por su parte, el análisis del estudio de caso y la resolución de las preguntas guía se llevó a cabo de forma adecuada gracias a la guía y orientación del docente y el trabajo colaborativo de los alumnos. Cabe destacar que cada equipo respondió correctamente todas las preguntas, lo que es importante debido a que Wassermann (1994), Coll y colaboradores (2001), Díaz-Barriga y Hernández (2002), Díaz-Barriga (2006), Solé y Coll (2007) y Granja (2015), coinciden en la importancia del papel que juega el docente en este tipo de estrategia para obtener resultados positivos respecto a la construcción del conocimiento de los alumnos y la entrega de las actividades. El formato en que se entregaron las preguntas guía del estudio de caso varió entre los equipos, sin embargo, se cubrieron los requerimientos mínimos solicitados (entrega en tiempo y forma y la resolución correcta), dichas variaciones se explican por la toma de decisiones, el diálogo y la creatividad de cada equipo, lo que resulta beneficioso dentro del marco constructivista para el desarrollo personal y grupal de los alumnos.

En lo que respecta al aprendizaje declarativo de las leyes de Mendel que los alumnos construyeron, los datos obtenidos mediante la comparación de las calificaciones obtenidas por los alumnos en el pre y post-test, así como los porcentajes de aprobación grupal (tabla 2) indican una diferencia sustancial entre los conocimientos conceptuales de los alumnos antes y después de aplicar la estrategia didáctica. Esto pone de manifiesto la validez de utilizar el estudio de caso para que los alumnos construyan su conocimiento declarativo y a su vez, por la naturaleza de la estrategia didáctica, desarrollen habilidades sociales y personales. El hecho de que los alumnos hayan obtenido resultados positivos al construir este tipo de conocimiento mediante un método de enseñanza diferente al denominado *tradicional*, aporta evidencias relevantes de la utilización de este tipo de estrategias para la enseñanza, no solo del tema de herencia mendeliana, sino de cualquier otra materia que involucre un nivel de abstracción complejo para los alumnos. Estos resultados coinciden con lo reportado por Chin (2013), Chion (2013), Andramunio (2014), De la Fe y colaboradores (2015) y Pérez-Avila (2018), lo que sustenta y refuerza la pertinencia de esta estrategia didáctica para la enseñanza.

Dado que la calificación más alta en el post-test fue de 8.4, hay que considerar que se puede mejorar la conducción de la estrategia didáctica por parte del docente para que los conocimientos declarativos mejoren. Sin embargo, no se debe de dejar de lado el papel que juegan los alumnos juegan en este tipo de estrategias; además del componente emocional y social, sobre todo la motivación intrínseca y extrínseca como nos lo menciona Coll et al., 2001; Díaz-Barriga y Hernández, 2002; Granja, 2015. Por otra parte, las calificaciones revelan que varios de los alumnos no aprendieron de forma adecuada todos los conceptos que se esperaba, no obstante, el desempeño y la forma de elaborar otras actividades sugieren que sí desarrollaron las bases conceptuales suficientes para alcanzar un nivel

cognitivo superior al de la comprensión, de acuerdo con la taxonomía de Bloom y de Marzano, además de que con ello se va más allá de los objetivos que marca el plan de estudios del CCH. Es importante mencionar que el hecho de que no todos los alumnos hayan alcanzado una calificación de diez en el post-test no es indicador de que no construyeron su conocimiento conceptual, más aún por la forma en que se desempeñaron durante el proceso de enseñanza-aprendizaje individual y colectivamente.

Al momento de realizar la prueba estadística U de Mann-Whitney (figura 13), los resultados revelaron que existen diferencias significativas entre las calificaciones obtenidas por los alumnos entre las pruebas pre y post-test, de acuerdo con el valor de p ( $p < 0.0001$ ). Dichos resultados señalan la eficiencia del estudio de caso para que los alumnos construyan su conocimiento declarativo, además de ser un posible indicador de lo significativo del aprendizaje. Sin embargo, esta comparación no es evidencia suficiente para asegurar que dicha estrategia didáctica garantiza el aprendizaje significativo.

Por otro lado, la comparación entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta en el pre y post-test (figura 14), pone en evidencia que dicho instrumento de evaluación debe de ser perfeccionado para que los resultados que colecte brinden una perspectiva más exacta del aprendizaje de los alumnos y su significancia, sobre todo al usarse como un instrumento de evaluación sumativa. Como bien lo mencionan diversos autores, entre los que destacan Díaz-Barriga (2006), Moreno (2016) y Salazar (2018), las herramientas que se utilizan para recabar evidencias del aprendizaje de los alumnos deben de ser elaboradas y utilizadas de forma adecuada. Lo que nos hace sugerir que dicho instrumento de evaluación puede mejorarse es la desviación estándar que presentan los datos, así como la incongruencia de los resultados, ya que en algunas preguntas el porcentaje de aciertos fue mayor en el pre-test, lo que sugiere que existen alumnos que están aprendiendo los conceptos de manera equivocada, los están confundiendo o bien la pregunta no es lo suficientemente clara. Cabe destacar que en otras preguntas hubo poca diferencia, lo que pudiese indicar que el conocimiento (acertado) que tenían los alumnos se reafirmó con ayuda de la estrategia didáctica o que la pregunta por se carece de estructura y eso hace que la respuesta correcta sea evidente hasta cierto punto.

Por otra parte, la pregunta número nueve (La gastritis es una enfermedad de tipo:) fue una de las que tuvo una diferencia notable entre el número de alumnos que la respondieron correctamente (13.6 % pre-test vs 88.9 % post-test). De acuerdo con la estructura e intención de dicha pregunta, podemos afirmar que la mayoría de ellos comprendieron el papel que juega la herencia genética en los seres humanos, más aún en cuanto a la diferencia entre las enfermedades de origen hereditario. El hecho de que la mayoría de los alumnos haya respondido de manera correcta esta pregunta en el post-test

también es evidencia de la pertinencia del aprendizaje declarativo construido por los alumnos con ayuda del estudio de caso.

Con respecto al aprendizaje procedimental de los alumnos, la entrega correcta de las preguntas 4, 5, 6 y 7 del estudio de caso (figura 10), indica que la manera de utilizar el cuadro de Punnett y el Pedigrí fue comprendida por todos los integrantes de los equipos. Esto pone de manifiesto la importancia de dichas herramientas para el aprendizaje de la herencia mendeliana, específicamente los fundamentos de las leyes de Mendel; esto coincide con lo descrito por Bennett (2008), Morales (2013), Marín (2013) y Andramunio (2015). Sin embargo, los resultados obtenidos con ayuda de la actividad a casa (figura 12), indican que no todos los alumnos aprendieron a utilizar estas herramientas ni a interpretar lo que cada una de ellas proporciona, debido a que solo 11 de los 18 alumnos realizaron la actividad y la entregaron de forma adecuada. Aquellos que no hicieron dicha actividad o que la hicieron incompleta mencionaron que se debió a que no comprendieron cómo y para qué se utilizan dichas herramientas; así mismo, los resultados de la pregunta número 10 del examen post-test apoyan la falta de entendimiento en cuanto a la manera de utilizar el cuadro de Punnett y el pedigrí, así como la información que estas herramientas proporcionan. Este dato coincide con lo reportado por Corbacho y De (2009), cuyo estudio indica que los alumnos utilizan los procedimientos para dar una solución a los problemas sin que haya forzosamente una comprensión de los conceptos y fundamentos.

Esto es información que pone de manifiesto la importancia de las capacidades que el docente debe de tener para identificar cuándo uno o varios alumnos tienen dificultad en el entendimiento de algún procedimiento, más aún durante el trabajo en equipo, en donde se tiende a generalizar el entendimiento de todos los integrantes. Es importante que el docente cumpla la función de guía durante la construcción del conocimiento de los alumnos y que aclare sus dudas, sobre todo durante la aplicación de procedimientos para poder implementarlos adecuadamente y de esta forma lograr que el alumno los perfeccione.

Por otra parte, la forma en que se pueden atender los vacíos en el conocimiento del cuadro de Punnett y el pedigrí del presente estudio, es mediante la recuperación de la actividad a casa (anexo V) para su explicación grupal durante la última sesión. Cabe destacar que esta recomendación se ha implementado en ocasiones anteriores dando resultados positivos. La manera de llevarla a cabo es tomando la información de uno de los alumnos que no realizó los procedimientos para ser realizados por el docente frente al grupo a manera de cierre de manera respetuosa. De esta forma, los alumnos que cumplieron con la actividad verifican sus resultados y aquellos que no la realizaron tienen los fundamentos para poderlo hacer correctamente.

El aprendizaje actitudinal que los alumnos desarrollaron durante la estrategia didáctica puede considerarse como bueno, debido al trabajo colaborativo y al análisis del caso por parte de los equipos; además de que al conformar los equipos al azar se obligó a que los alumnos trabajaran colaborativamente con personas diferentes a su grupo central de compañeros para conseguir una meta en común, en este caso, la resolución de las preguntas guía y la elaboración de la exposición. El hecho de que se trabajara de forma adecuada el estudio de caso confirma su valor para fomentar principalmente el trabajo colaborativo como lo mencionan diversos autores como Wassermann (1994), Coll y colaboradores (2001) y Díaz-Barriga (2006). Las actitudes positivas de los alumnos que se lograron identificar durante la estrategia didáctica fueron la tolerancia, la empatía, análisis crítico, el trabajo colaborativo, la creatividad, la toma de decisiones, el análisis reflexivo y el respeto; esto coincide con los resultados de diversos estudios similares, destacando los trabajos de Chin (2013), Chion (2013), Andramunio (2014), De la Fe y colaboradores (2015) y Pérez-Avila (2018).

Los resultados obtenidos mediante el análisis del discurso de la pregunta ocho del estudio de caso (De manera individual, continua con la historia de la señora Guadalupe. Redacta por lo menos dos párrafos de cinco renglones cada uno.) refuerzan lo anterior, principalmente en cuanto a la empatía y el pensamiento crítico (figura 15); sin embargo, hay que considerar que solo seis de los 22 alumnos entregaron dicha actividad por lo que se tiene que tomar esta evidencia con las precauciones pertinentes. Al cuestionar a los alumnos sobre la falta de compromiso en dicha actividad, mencionaron que dada la situación sociopolítica por la que pasaba el CCH-S y las actividades culturales extracurriculares pertenecientes a las festividades de Día de Muertos, se les había olvidado hacer la actividad, y varios de los alumnos (4) no asistieron a la sesión en la que se entregó. Días después el CCH-S entró en paro laboral a causa de la toma de las instalaciones por parte de los alumnos lo que hizo imposible que los jóvenes que faltaban por entregar la actividad lo hicieran. Debido a que la entrega individual de la pregunta ocho es parte fundamental de esta estrategia didáctica, se sugiere que para aplicaciones posteriores se tome una postura más enérgica en cuanto a la entrega o bien se realice durante la última sesión, preferentemente antes del cierre, de esta forma se podrá analizar las respuestas de todos los individuos y se enriquecerán las ventajas de la utilización del estudio de caso para promover el aprendizaje actitudinal.

Por otra parte, los rubros evaluados con ayuda de la lista de cotejo (figura 11), durante la exposición de la investigación de cada equipo, evidenciaron un mayor cumplimiento de los rubros en tres de cinco equipos, lo que pudiese indicar que el trabajo colaborativo se dio mejor en esos tres equipos, en comparación con los otros dos. En cuanto a los dos equipos con bajo porcentaje de cumplimiento en

los rubros, la falta de interés y de motivación de los integrantes pudo hacer que no obtuviesen buena puntuación por parte de sus compañeros. Esta falta de trabajo colaborativo en dos equipos se sustenta en lo registrado en el rubro denominado *solo lee la información*, debido a que el alumno que pasó a exponer tenía poco conocimiento sobre la estructura y contenido de la presentación, lo que es la consecuencia de falta de comunicación y fragmentación en los equipos, en general un funcionamiento distorsionado del trabajo colaborativo.

Los resultados de los rubros evaluados durante la exposición de los equipos sirven como indicador de insuficiente habilidad por parte del docente para reconocer las deficiencias y problemáticas del trabajo colaborativo en grupos pequeños y por ende su falta de intervención para poder orientarlos. Asimismo, nos indican la capacidad de los alumnos para llegar a acuerdos y tomar decisiones en conjunto pese a las circunstancias negativas entre las que se desenvuelven (por ejemplo: los conflictos sociopolíticos externos a la clase). Lo anterior pone de manifiesto la importancia de la capacidad que el docente debe de tener para identificar y responder a la influencia de este tipo de problemáticas al momento de trabajar con cada equipo, ya que depende de ello que se pueda impulsar de mejor forma el trabajo colaborativo como lo mencionan diversos autores como Díaz-Barriga y Hernández (2002) y Solé y Coll (2007). En este caso la recomendación sería que los alumnos evaluaran la forma en que se desempeñó el docente (heteroevaluación), además de la autoevaluación del mismo para que pueda trabajar sobre sus áreas de oportunidad.

Con respecto al aprendizaje significativo de los alumnos, se obtuvieron varias evidencias que indican la construcción de éste mediante la utilización del estudio de caso, lo que coincide con los resultados obtenidos por Pérez-Avila (2018) en su tema de respiración celular. Una de estas evidencias fueron los resultados obtenidos mediante la comparación entre el pre y post-test, ya que el porcentaje de alumnos que aprobó el examen fue mayor después de la aplicación de la estrategia didáctica. Sin embargo, una de las propuestas para corroborar la significancia del aprendizaje es volver a aplicar el post-test a los mismos alumnos tiempo después (entre 6 y 8 meses) ya que una de las características de dicho aprendizaje es su trascendencia en el tiempo, la cual estará en función del significado personal que cada individuo formó alrededor de dicho conocimiento como lo indican varios autores, entre ellos Ausubel (1983), Díaz-Barriga y Hernández (2002), Hernández (2003), Montemayor y colaboradores (2005), SEP (2011), Bernheim(2011), Salazar (2018).

Otra de las evidencias que apoya la adquisición de aprendizaje significativo, son los resultados del problema planteado en la parte final del post-test, ya que 17 de los 18 alumnos lo respondieron utilizando los aprendizajes declarativos y procedimentales que construyeron, además de que el 72 %

lo respondió correctamente. Esto nos indica que el nivel cognitivo al que llegaron los alumnos que respondieron correctamente fue el de *aplicación* de acuerdo con la taxonomía de Bloom; por su parte los alumnos que contestaron erróneamente este problema se ubican en el nivel cognitivo de *comprensión* ya que sí utilizaron conceptos y procedimientos para resolverlo, pero la interpretación que le dieron fue errónea o incompleta. El hecho de que la mayoría de los alumnos respondiera correctamente dicho problema, nos indica la presencia de aprendizaje significativo, pues otra de sus características es la de poder utilizar el conocimiento construido para resolver situaciones similares en un contexto diferente (Díaz-Barriga y Hernández, 2002; SEP, 2011; Salazar, 2018), esto va de la mano con la evaluación auténtica que nos menciona la importancia de utilizar herramientas congruentes con el método de enseñanza que se use para poder obtener indicadores adecuados del aprendizaje (Díaz-Barriga, 2006; Moreno, 2016).

Por su parte la entrega de la actividad a casa (figura 12) también es evidencia de aprendizaje significativo, pues los alumnos utilizaron el conocimiento construido con ayuda del estudio de caso para poder entregarla de manera adecuada. Más aún, al haberse tratarse de una actividad personal, que involucró a sus familiares, hizo que el significado que se construyó fuera más relevante para ellos y se pudieran dar cuenta la manera en que se aplica la herencia mendeliana a situaciones de la vida cotidiana, lo que refuerza la significancia del aprendizaje de acuerdo con Bernheim (2011), Díaz-Barriga y Hernández (2002) y SEP (2011).

En general, el que los alumnos hayan comprendido el papel que juega la herencia mendeliana y cómo se puede o no aplicar a situaciones de la vida cotidiana, cumple con los objetivos que establece el plan de estudios, así como el perfil de egreso que establece el CCH-S, lo que hace del estudio de caso una estrategia pertinente para enseñar herencia mendeliana a los alumnos de tercer semestre.

## 9. Conclusiones

- ❖ Los diferentes indicadores e instrumentos de evaluación usados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, sugieren que la utilización del estudio de caso para la enseñanza de la *Herencia Mendeliana* promovió el aprendizaje significativo en los alumnos de tercer semestre del CCH-S, aunque en unos este significado fue más sólido que en otros.
- ❖ La utilización del estudio de caso para la enseñanza de la *Herencia Mendeliana* arrojó resultados positivos en cuanto a los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales que construyeron los alumnos de tercer semestre del CCH-S, de acuerdo con los objetivos y niveles cognitivos que estipula el plan de estudios; inclusive, algunos alumnos lograron niveles cognitivos superiores a los estipulados.
- ❖ Los aprendizajes declarativos que los alumnos de tercer semestre del CCH-S adquirieron mediante el estudio de caso ayudaron a que reconocieran las leyes de Mendel como la base de la herencia de en los sistemas biológicos.
- ❖ Es necesario afinar el pre y post-test para poder recolectar datos más sólidos respecto a los aprendizajes declarativos del tema *Herencia Mendeliana* que los alumnos construyen a partir del estudio de caso, tomando en cuenta que el post-test es la herramienta que se utiliza para la evaluación sumativa.
- ❖ La implementación del estudio de caso promovió en los alumnos la adquisición, comprensión e implementación de diversos procedimientos para la construcción del conocimiento sobre la herencia mendeliana. Dichos procedimientos fueron: el cuadro de Punnett y el pedigrí en lo disciplinar, procedimientos de la investigación científica; y la construcción de presentaciones PowerPoint en lo tecnológico.
- ❖ En cuanto al aprendizaje actitudinal, la utilización del estudio de caso como método de enseñanza promovió en los alumnos la participación activa en su proceso de aprendizaje, el respeto, la tolerancia, el altruismo, la cooperación y el entusiasmo. Además de fomentar habilidades positivas como el análisis, el pensamiento crítico, la síntesis, la toma de decisiones y la empatía.
- ❖ El papel que juega el docente durante el análisis del estudio de caso y en general en toda la estrategia didáctica, es esencial para incentivar a los alumnos a construir su conocimiento. Así mismo, las deficiencias en las capacidades del docente para detectar problemáticas en el trabajo colaborativo influyen negativamente en el aprendizaje de los alumnos, sobre todo el actitudinal.

- ❖ La plasticidad de la estrategia didáctica es algo que debe de considerarse al momento de su elaboración, así como la capacidad del docente para actuar positivamente ante problemáticas logísticas o ajenas al entorno escolar que puedan interferir con la construcción del conocimiento en los alumnos y su motivación.
- ❖ La estrategia didáctica que se planteó en la presente investigación se puede mejorar tomando en consideración las recomendaciones que se mencionan a lo largo del apartado de discusión.
- ❖ Es esencial continuar estimulando en los alumnos el pensamiento crítico y la alfabetización científica, en este caso en relación con la herencia genética, para que puedan valorar la información que se les presenta en las redes sociales, medios de comunicación, juegos, creencias populares, cine, publicidad, etc. y de esta forma poder tomar decisiones convenientes.



## 10. Referencias

- Andramunio, Z. E. 2014. *La genética humana y su aplicación en estudios de caso, una estrategia de aula para mejorar la comprensión de la herencia* (tesis de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias, Colombia.
- Anijovich, R., Mora, S., y Luchetti, E. (2009). *Estrategias de enseñanza: otra mirada al quehacer en el aula* (Vol. 1). Buenos Aires: Aique. En: Badillo, A., Díaz, I., Sepúlveda, C., Maureira, A., y Lara, F. (2015). *Guía de métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Chile: Universidad de las Américas.
- Armenta, M. C. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26 (2), 227-244.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.
- Avendaño, C. V., Romero, F. M., y Ospino, E. R. (2017). La coevaluación y el desarrollo del pensamiento crítico. *Advocatus*, (28), 141-149.
- Avila, J., Barajas, B., Díaz, J., González, M., Nolasco, J. y Román, L. (2011). Diagnóstico institucional para la revisión curricular. Universidad Nacional Autónoma de México, documentos de CCH.
- Badillo, A., Díaz, I., Sepúlveda, C., Maureira, A., y Lara, F. (2015). *Guía de métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Chile: Universidad de las Américas.
- Bennett, R. L., French, K. S., Resta, R. G., y Doyle, D. L. (2008). Standardized human pedigree nomenclature: update and assessment of the recommendations of the National Society of Genetic Counselors. *Journal of genetic counseling*, 17 (5), 424-433.
- Bernheim, C. T. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*. (48), 21-32.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid, España: Narcea.
- Boehrer, J. (2002). *On Teaching a Case*. Kennedy School of Government, Harvard University. pp. 1-8. En: Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw – Hill.
- Brown, J. S., Collins, A. y Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18 (1), pp. 34-42. En: Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw – Hill.

- Callison, D. (2002). La valoración auténtica. Disponible en: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Profesor13>
- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 155-169.
- Candela, M. A. (2014). Como se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. *Revista cero en conducta*, 3 (12).
- Casanueva, M. (2018). Leyes, mecanismos y modelos en biología: el caso de la genética mendeliana. *Scientiæ zudia, São Paulo*, 2 (5), 343-364.
- Casanueva y Diego Méndez, M. (2008). Teoría y experimento en Genética Mendeliana: una exposición en imágenes:(Theory and experiment in Mendelian Genetics: a pictorial exposition). *THEORIA. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, 23 (3), 285-306.
- Castaño, G. E. I. (2007). Enseñar y aprender: un proceso fundamentalmente dialógico de transformación. *Revista latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 3 (2), 29-40.
- Castellanos, D., Castellanos, B., Llivina, M. y Silverio, M. (2001). *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*. La Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Castro, S. y Guzmán, B. (2005). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: Una propuesta para su implementación. *Revista de investigación*. 58 (4), 83-102.
- Chion, A. R. (2013). Estudios de Caso en la Enseñanza de la Biología y en la Educación para la Salud en la Escuela Media. *Bio-grafía*. 6 (10), 42-49.
- Coll, C. Palacios, J. Marchesi, A. (2001). Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: La concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza.
- Colbert, J. A., Desberg, P. y Trimble, K. D. (Eds.). (1996). *The case for education contemporary approaches for using case methods*. Allyn and Bacon.
- Corbacho, V. y De, P. (2009). Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1020-1023.
- Curtis, H. y Barnes, N. S. (2000). *Biología*. 6ta. Ed. Panamericana. Madrid.
- Davini, M. (2008). *Métodos de enseñanza: didáctica general para maestros y profesores*. Buenos Aires: Santillana.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una experiencia constructivista*. México: Mc Graw – Hill.

- Díaz Barriga Arceo, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista electrónica de investigación educativa*, 5 (2), 1-13.
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw – Hill.
- DOF. 2008. Acuerdo 442 por el que se establece el Sistema Nacional de Bachillerato en un marco de diversidad, Diario Oficial de la Federación, 26 de septiembre. [Modificaciones 17 de octubre de 2008.]
- Eggen, P. y Kauchak, D. (1999). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Figini, E., y De Micheli, A. (2005). La enseñanza de la genética en el nivel medio y la educación polimodal: contenidos conceptuales en las actividades de los libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra).
- Gaceta UNAM, 1° de febrero, 1971:7
- García Cabrero, B. (2010). Modelos teóricos e indicadores de evaluación educativa, *Sinéctica*, (35), 1-17.
- García, A. (2012). *Modelo de aprendizaje fundamentado en problemas reales para desarrollar competencias en temas de impacto ambiental en el bachillerato*. Tesis de maestría en docencia para la educación media superior (biología). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (19), ISSN, 1390-3861.
- Hernández, E. B. y Ayuso, G. E. (1995). Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13 (2), 137-153.
- Hernández Luna, M. D. R. (2003). Evaluación cognitiva del aprendizaje significativo de la física y la química en estudiantes de 2do. año de secundaria del Instituto Luis Pasteur (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- <https://www.dgae.unam.mx/planes/bachillerato.html>. Consultado por última vez el 06 de abril de 2020.
- INNE. (2013). *La educación media superior en México*. 2ª edición. México: INNE.
- Jornet, J.M. (2009). En prensa: “La evaluación de los aprendizajes universitarios”. Publicaciones de la Universidad de Cádiz. En: Edith, Yolanda y Barajas, Leyva (2010). *Evaluación del Aprendizaje: Una guía práctica para profesores*.

- Latorre, M. y Seco, C. (2013). Metodología. Estrategias y técnicas metodológicas. Lima, Perú: Universidad Marcelino Champagnat.
- Lomelí, N. (1991). Acerca de la enseñanza de la biología. *Revista de la educación superior*. XX (1): 77.
- Lores, D. N y Matos, M. S. (2017). Redefinición de los conceptos método de enseñanza y método de aprendizaje. *EduSol*, 17 (60), 26-33.
- Lillo, J. A. G., Medrano, P. Q. y Torregrosa, J. M. (2015). Comprensión del modelo hereditario de Mendel tras la enseñanza habitual en alumnos de educación secundaria obligatoria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (29), 275-299.
- Marín, Y. A. O. (2013). Aprender sobre herencia genética: Más que un cuadro de Punnett. *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*. 9.
- Marzano R., y Pickerin, D. (2005). Dimensiones del aprendizaje. Manual para el maestro. México: ITESO.
- Medina, A. (2009). La Didáctica: disciplina pedagógica aplicada. En: Badillo, A., Díaz, I., Sepúlveda, C., Maureira, A., y Lara, F. (2015). Guía de métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje. Chile: Universidad de las Américas.
- Mendiola, M. S. (2018). La evaluación del aprendizaje de los estudiantes: ¿es realmente tan complicada?. *Revista Digital Universitaria*, 19(6).
- Mendiola, M. S. y González, A. M. (2020). *EVALUACIÓN del y para EL APRENDIZAJE: instrumentos y estrategias*. Imagia Comunicación.
- Mercado, H. y Mercado, L. (2010). *Necesidad de una revolución educativa en México*. Recuperado de [www.eumed.net/libros/2010f/885/](http://www.eumed.net/libros/2010f/885/)
- Montemayor, V. M. P., Nieto, M. C. R. y Ramírez, E. O. L. (2005). Medición cognitiva del aprendizaje significativo. XXXII Congreso y LXXVI Asamblea del Consejo Nacional para la Enseñanza e Investigación en Psicología. Mexicali, México.
- Morales Peralta, E. (2013). Árbol genealógico: herramienta imprescindible en Genética Clínica. *Revista Cubana de Genética Comunitaria*, 7 (1), 50.
- Moreno Olivos, T. (2016). *Evaluación del aprendizaje y para el aprendizaje: reinventar la evaluación en el aula*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Nieto, G. (2004). Estrategias para mejorar la práctica docente. Ed. CCS. Madrid. pp 331.
- Ojeda, V. (2020). *Diseño e implementación de una estrategia didáctica, basada en el uso de recursos audiovisuales, para la enseñanza del subtema de meiosis y gametogénesis en el*

*colegio de ciencias y humanidades*. Tesis de maestría en docencia para la educación media superior (biología). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.

- Pantoja Castro, J. C. y Covarrubias Papahiu, P. (2013). La enseñanza de la biología en el bachillerato a partir del aprendizaje basado en problemas (ABP). *Perfiles educativos*, 35 (139), 93-109.
- Pérez, A. (2001). Los procesos de enseñanza y aprendizaje, análisis didáctico de las principales teorías del aprendizaje. pp. 122-124.
- Pérez-Avila, S. (2018). *El estudio de Caso, una alternativa para la enseñanza del tema Respiración Celular en estudiantes de Bachillerato*. Tesis de maestría en docencia para la educación media superior (biología). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.
- Placencia, D. (2016). Orígenes del Colegio de Ciencias y Humanidades. *Histori Agenda UNAM*. Número especial: 22-42.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar. Invitación al viaje*. Barcelona, Graó (Biblioteca de Aula, 196). Citado en: Székely, P. 2010. *Avances y transformaciones en la educación media superior. Los grandes problemas de México*. El colegio de México. pp. 318-319.
- Pozo, J. (1992). *El aprendizaje y la enseñanza de hechos y conceptos*. En: Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una experiencia constructivista*. México: Mc Graw – Hill.
- Programas de estudios. 2016. Área de Ciencias Experimentales, Biología I-II. Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México
- Quesada, C. (2007). *Cómo planear la enseñanza estratégica*. Limusa. México. 231 pp.
- Quiroz, M. (2012). *Evaluación de un software educativo para la enseñanza del tema “procesos de reproducción”, en el programa de biología I de la escuela nacional colegio de ciencias y humanidades* (tesis de maestría en docencia para la educación media superior en el campo del conocimiento de la biología). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, México.
- Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14 (1), 51-64.
- Rosales, M. (2014). Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assesment su impacto en la educación actual. En: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación (Vol. 4).

- Salazar Ascencio, J. (2018). Evaluación de aprendizaje significativo y estilos de aprendizaje: Alcance, propuesta y desafíos en el aula. *Tendencias pedagógicas*.
- Salvador, F. y Gallego, J. (2009). Metodología de la acción didáctica. En A. Medina y F. Salvador (Coords.), *Didáctica General* (pp.167-196). Madrid: Pearson.
- Sarabia, B. (1992). El aprendizaje y la evaluación de las actitudes. En: Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una experiencia constructivista*. México: Mc Graw – Hill.
- Sánchez, S. (2018). *Los contenidos de aprendizaje*. En: [http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/los\\_contenidos\\_de\\_ap\\_-1-.pdf](http://www.seduca2.uaemex.mx/ckfinder/uploads/files/los_contenidos_de_ap_-1-.pdf) consultado por última vez en noviembre de 2018.
- Seijo Echevarría, B. M., Iglesias Morel, N., Hernández González, M., y Hidalgo García, C. R. (2010). Métodos y formas de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje. Sus potencialidades educativas. *Humanidades Médicas*, 10 (2) 0-0.
- SEP. (2004). Manual de estilos de aprendizaje. Material auto instruccional para docentes y orientadores educativos. Recuperado de: [http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales\\_u/Manual\\_Estilos\\_de\\_Aprendizaje\\_2004.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/colecciones/manuales_u/Manual_Estilos_de_Aprendizaje_2004.pdf)
- SEP. (2011). Lineamientos de evaluación del aprendizaje.
- SEP. (2013). La evaluación en la escuela.
- SEP. (2017). Planes de estudio de referencia del componente básico del marco curricular común de la educación media superior. Secretaría de Educación Pública. 1ª edición. México. pp. 451.
- SENA, Servicio Nacional de Aprendizaje. (2003). *Manual de estrategias de enseñanza-aprendizaje*. Medellín, Colombia: SENA. En: <http://www.cepefsena.org/documentos/METODOLOGIAS%20ACTIVAS.pdf>
- Shepard, L. (2006). La evaluación en el aula. *Educational Measurement*, 623-646.
- Solé, I. y Coll, C. (2007). *Los profesores y la concepción constructivista*. En: Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. *El constructivismo en el aula*. Grao. 17º edición. pp. 183.
- Stufflebeam y Shinkfield (1987). *Evaluación sistemática: guía, teoría y práctica*. Barcelona. Paidós. En: Secretaría de Educación Pública. (2011). Lineamientos de evaluación del aprendizaje.
- Székely, P. (2010). *Avances y transformaciones en la educación media superior. Los grandes problemas de México*. El colegio de México. pp. 314.

- University of Leicester. (2011). *Los estilos de aprendizaje de Honey y Mumford*. Leicester: Community Media Applications and Participation. En: Rodríguez Cepeda, R. (2018). Los modelos de aprendizaje de Kolb, Honey y Mumford: implicaciones para la educación en ciencias. *Sophia*, 14 (1), 51-64
- Valega, O. (2007). Las leyes de Mendel. Recuperado de: [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Bach\\_Virt/CE101/Materiales\\_Unidad\\_4/Act,4](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Bach_Virt/CE101/Materiales_Unidad_4/Act,4).
- Valls, E. (1998). *Evaluación de aprendizaje de los contenidos procedimentales*. En: Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una experiencia constructivista*. México: Mc Graw – Hill.
- Vargas A. I. M. (2004). La evaluación educativa: Concepto, períodos y modelos. *Actualidades Investigativas en Educación*, 4 (2), 1409-4703.
- Velásquez Sierra, D. M. (2008). *Las leyes de Mendel y el concepto de la herencia: una interpretación desde una perspectiva histórica y epistemológica de las ciencias y un análisis de la influencia de los textos escolares en su aprendizaje* (tesis de licenciatura para obtener el título de licenciada en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental). Universidad de Antioquia. Colombia.
- Villa, L. (2010). *La educación media superior: su construcción social desde el México independiente a nuestros días*. El colegio de México.
- Wassermann, S. (1994). *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires: Amorrortu Editores. En: Badillo, A., Díaz, I., Sepúlveda, C., Maureira, A., y Lara, F. (2015). *Guía de métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Chile: Universidad de las Américas.
- Wassermann, S. (1994). *Introduction to Case Method Teaching*. Nueva York: Teachers College Press. En: Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada. Vínculo entre la escuela y la vida*. México: Mc Graw – Hill.
- Wiggins, G., y McTighe, J. (2005). Understanding by design. En: Badillo, A., Díaz, I., Sepúlveda, C., Maureira, A., y Lara, F. (2015). *Guía de métodos y estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Chile: Universidad de las Américas.
- [www.cch.unam.mx/](http://www.cch.unam.mx/)
- Zabala, M. (2000). *Evaluación de actitudes y valores*. En: Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una experiencia constructivista*. México: Mc Graw – Hill.

- Zabalza, M. (1990). *Fundamentación de la didáctica y el conocimiento*. En: Sarmiento, M. (2007). *La enseñanza de las matemáticas y las NTIC: una estrategia de formación permanente*. Universitat Rovira i Virgili. pp. 855.



## 11. Anexos

### Anexo I. Planeación didáctica



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur**



### Planeación Didáctica

#### I.DATOS GENERALES

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| <b>PROFESOR(A)</b>          | Mauricio Alfonso Gómez Briseño        |
| <b>ASIGNATURA</b>           | Biología I                            |
| <b>SEMESTRE ESCOLAR</b>     | Tercer Semestre                       |
| <b>PLANTEL</b>              | Colegio de Ciencias y Humanidades Sur |
| <b>FECHA DE ELABORACIÓN</b> | 18 de octubre de 2019                 |

#### II.PROGRAMA

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>UNIDAD TEMÁTICA</b> | Unidad 3. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética? |
|------------------------|--|

|   |  |
|---|--|
| <p><b>PROPÓSITO(S)<br/>DE LA UNIDAD</b></p> | <p>Indicativo: Al finalizar, 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.</p> <p>Operativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El alumno reconocerá las leyes de la herencia mendeliana como acción de transmisión de características de padres a hijos.</li> <li>• El alumno entenderá la importancia que tiene la herencia en la transmisión de caracteres en la vida cotidiana.</li> </ul>  |
| <p><b>APRENDIZAJE(S)</b></p>                | <p>Indicativos: Reconocer las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.</p> <p>Operativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptual: El alumno identificará que es un carácter, así como la dominancia y recesividad de estos.</li> <li>• Procedimental: El alumno entenderá como se construyen y cómo funcionan los cuadros de Punnett. El alumno sabrá interpretar y construir pedigrís para conocer determinada característica en diferentes generaciones.</li> <li>• Actitudinal: El alumno trabajara colaborativamente con sus compañeros para llegar a conclusiones conjuntas, lo que beneficiara el trabajo en equipo, la toma de</li> </ul> |

|                |   |
|----------------|---|
|                | decisiones, el expresarse de manera correcta dentro de un grupo, tolerancia y el respeto hacia sus compañeros y desarrollo de técnicas de estudio e investigación individual. |
| <b>TEMA(S)</b> | Herencia: Herencia Mendeliana   |

### III. ESTRATEGIA

Los alumnos entenderán la importancia y función de las leyes de Mendel para la transmisión de caracteres a la descendencia a través del análisis de un estudio de caso, el cual se revisará y discutirá por equipos.

### IV. SECUENCIA

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>TIEMPO DIDÁCTICO</b>         | 3 sesiones (6 horas) y trabajo extra-clase.   |
| <b>DESARROLLO Y ACTIVIDADES</b> | <p>Sesión 1, 2 hrs.</p> <p>Inicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actividad I: Presentación del profesor, explicación de los objetivos a alcanzar con los alumnos y de la forma de evaluar (Examen final 40%, Entrega de las</li> </ul> |

preguntas resueltas 20%, Exposición 20% y Actividades a casa 20%). El profesor explicará las características de la exposición (7 diapositivas como máximo y 10 minutos para la presentación). También se realizará la firma del consentimiento informado.

- Actividad II: Aplicación de la evaluación diagnóstica (pre-test), esta última con el objetivo de conocer los conocimientos previos de los alumnos respecto al tema de “Herencia Mendeliana” y así establecer el punto de partida del estudio de caso.

#### Desarrollo

- Actividad III: Identificación de los conocimientos previos al tema de “Herencia Mendeliana” (flujo de información genética, reproducción, meiosis y gametogénesis) mediante lluvia de ideas. En caso de que los conocimientos sean deficientes en los alumnos, se dará una retroalimentación mediante la proyección del video “Bases Genéticas de la Herencia” y su discusión grupal.
- Actividad IV: Introducción a la temática de Herencia Mendeliana mediante las preguntas disparadoras: ¿Qué es la herencia?, ¿Qué se hereda?, ¿Quién le hereda a quién?, ¿Quién fue Gregor Mendel?, ¿Qué hizo?, ¿Con que lo hizo?, ¿Qué descubrió? y ¿De qué sirven sus aportes hoy en día?
- Actividad V: Se indicará la manera en que se trabajara el tema de herencia mendeliana, es decir mediante un estudio de caso, por lo que el docente explicará los objetivos de este, la manera en que se trabajará y las actividades a desarrollar. Así mismo,

se formarán los equipos para desarrollar el estudio de caso. Los equipos serán formados por alumnos al azar por máximo seis individuos.

- Actividad VI: Se proporcionará el estudio de caso con las preguntas guías para su análisis por equipos. Los alumnos (organizados en equipo) contestarán y discutirán las preguntas guía. Durante esta actividad el docente debe actuar como guía para que los alumnos puedan investigar y resolver la situación por ellos mismos (evitando entregarles o decirles las respuestas de las preguntas guía o bien influyendo en sus decisiones).

Nota: Es importante que esta actividad se realice (preferentemente) en el centro de cómputo o en donde los alumnos tengan acceso a internet para que se aproveche el tiempo de clase en la búsqueda de información.

Cierre.

- Actividad VII: Se recomendará la consulta de bibliografía y sitios de interés específicos para poder obtener la información necesaria para responder las preguntas guía del estudio de caso. La bibliografía recomendada se puede consultar en la sección V del presente escrito.

Sesión 2, 2 hrs.

Inicio.

- Actividad VIII: Se revisarán los avances correspondientes a las respuestas de las preguntas guía, además de que se retomaran las dudas que

|  |  |
|--|--|
|  | <p>surgieron del estudio de caso y las dificultades que pudiesen tener los alumnos respecto a la resolución de este.</p> <p>Desarrollo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad IX: Los alumnos continuarán investigando respecto al caso y los procedimientos que en él se pide resolver.</li><li>• Actividad X: Se aclararán las dudas con respecto al cuadro de Punnett y el pedigrí. De ser necesario se explicará de forma grupal para que los alumnos terminen de comprender la importancia y la manera en que se desarrollan estos procedimientos. Además de que se explicaran sus objetivos y la relación que existe entre los caracteres y la probabilidad de que la descendencia los presente.</li></ul> <p>Cierre.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Actividad XI: Una vez aclaradas las dudas y explicadas las técnicas anteriores, se les otorgará a los alumnos dos actividades de tarea, las cuales se explicarán a detalle para que estos puedan ejecutarlas de manera adecuada. Así mismo, se les pedirá que de manera individual respondan a la pregunta 8 del estudio de caso y la entreguen anexada a las dos actividades anteriores.</li><li>• Actividad XII: Se recordarán las características de la exposición que deben de presentar la siguiente clase. También se dará a cada alumno la lista de cotejo con la que se evaluará las exposiciones.</li></ul> |
|--|--|

Sesión 3, 2 hrs.

Inicio.

- Actividad XIII: Se seleccionará al azar a un integrante del equipo para que exponga la presentación elaborada. Así mismo, el orden de los equipos también será decidido por azar.

Desarrollo.

- Actividad XIV: Los alumnos expondrán su investigación y la resolución de las preguntas. El docente llevara el tiempo acordado para cada equipo y moderara la sesión de preguntas y respuestas. Así mismo, el docente y los alumnos utilizaran la lista de cotejo para evaluar la exposición.

Cierre.

- Actividad XV: El docente retomará la actividad dejada de tarea para poder concluir sobre la herencia de los caracteres y el papel que juegan las leyes de Mendel en su transmisión, también se retomará la importancia de los cuadros de Punnett y el pedigrí. Para lograr lo anterior, dos alumnos (voluntarios) dibujaran en el pizarrón su ejercicio.
- Actividad XVI: El profesor preguntará a los alumnos qué significa para ellos la herencia mendeliana y para qué sirve. Con esto se pretende que cada uno de ellos comprenda la importancia de esta en nuestros días.

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
|                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad XVII: Se aplicará un cuestionario pos-test con la finalidad de evaluar los aprendizajes conceptuales, procedimentales y la significancia de estos para los alumnos.</li> </ul> <p>Nota: el cuestionario pos-test no es necesario que se aplique obligatoriamente en la tercera sesión, su naturaleza y objetivo hace que se pueda aplicar en otra ocasión en caso de que el tiempo de la sesión no sea suficiente.</p>   |
| <b>ORGANIZACIÓN</b>                   | Estudio de caso.  |
| <b>MATERIALES Y RECURSOS DE APOYO</b> | <p>1.- Cuaderno de notas, lápiz, goma, bolígrafos.</p> <p>2.- Fotocopias de la evaluación diagnóstica, fotocopias del estudio de caso, fotocopias de las preguntas guía del estudio de caso, fotocopias de la bibliografía potencial para que los alumnos se adentren en el tema de la herencia mendeliana, fotocopias de las lecturas complementarias al estudio de caso y fotocopias de las actividades a casa (tareas de la segunda sesión).</p> <p>3.- Plumones para pizarrón y borrador.</p> <p>4.- Computadora, cañón, bocinas y extensión.</p> |
| <b>EVALUACIÓN</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los aprendizajes conceptuales se evaluarán mediante la participación en clase, las preguntas guía del estudio de caso y el pos-test.</li> <li>▪ Los aprendizajes procedimentales se evaluarán con las preguntas guía del estudio de caso y las actividades realizadas como tarea.</li> </ul>   |



|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los aprendizajes actitudinales se evaluarán mediante la observación en clase, la participación individual en las actividades y la participación en equipo, además del análisis del discurso correspondiente a la resolución de la pregunta 8 del estudio de caso.</li> </ul> |
|--|---|


## V. REFERENCIAS DE APOYO

|   |   |
|---|---|
| <b>BIBLIOGRAFÍA<br/>DE CONSULTA<br/>PARA LOS<br/>ALUMNOS.</b> | <p>-Curtis, H. Barnes, N. (2000). Biología. Editorial médica Panamericana. Sexta Edición.</p> <p>- <a href="http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/">http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/</a></p> <p>-Video “Bases genéticas de la herencia”<br/>(<a href="https://www.youtube.com/watch?v=21Cm3Xoz2tM">https://www.youtube.com/watch?v=21Cm3Xoz2tM</a>)</p> <p>-Video “Las leyes de Mendel”<br/>(<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2osH33Ballk">https://www.youtube.com/watch?v=2osH33Ballk</a>)</p> <p>-Video “Las Leyes de Mendel en 8 minutos” en:<br/><a href="https://www.youtube.com/watch?v=cVI-86Sic-0&amp;t=3s">https://www.youtube.com/watch?v=cVI-86Sic-0&amp;t=3s</a></p> <p>-Video “Leyes de Mendel - Educatina” en:<br/><a href="https://www.youtube.com/watch?v=2osH33Ballk">https://www.youtube.com/watch?v=2osH33Ballk</a></p> <p><a href="http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/">http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/</a></p> <p>- Léa y yo, documental disponible en Netflix.</p> <p>- Película del 2019: A dos metros de ti.</p> <p>- Nota periodística: Pacientes con fibrosis quística padecen atención deficiente y falta de medicamento en México. disponible</p> |
|---|---|


|  |   |
|--|---|
|  | en: <a href="https://www.animalpolitico.com/2017/03/pacientes-fibrosis-quistica-padecen-atencion-deficiente-falta-medicamento-mexico/">https://www.animalpolitico.com/2017/03/pacientes-fibrosis-quistica-padecen-atencion-deficiente-falta-medicamento-mexico/</a>                                 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA<br/>DE CONSULTA<br/>PARA EL<br/>PROFESOR</b> | -Andramunio, A. Z. 2015. La genética humana y su aplicación en estudios de caso, una estrategia de aula para mejorar la comprensión de la herencia. TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. |
| <b>COMENTARIOS<br/>ADICIONALES</b>                           | Que las clases se programen en la sala de cómputo para que los alumnos puedan trabajar en equipo a la hora de clase.  |

## Anexo II. Consentimiento informado

Documento de consentimiento informado en donde los alumnos aceptan participar en el estudio.



**FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM**



Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur a 22 de octubre de 2019

He sido informado(a) por el Profesor **Mauricio Alfonso Gómez Briseño**, acerca del estudio:  
**Evaluación del método de enseñanza estudio de caso como estrategia para mejorar el aprendizaje del tema de herencia Mendeliana en alumnos del CCH-Sur**, que consiste en:  
**Utilizar la estrategia didáctica “estudio de caso” como herramienta para desarrollar en los alumnos el aprendizaje significativo del tema “Herencia Mendeliana” y su importancia e implicaciones que tiene en nuestros tiempos.**

El profesor me ha informado que el presente ejercicio no tendrá consecuencias en mi calificación.  
 No recibiré remuneración. Mi identidad se ocultará a través de un número o clave y se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos.

**Firma del Profesor (a) y Materia / grupo**

| Nombre del alumno               | Firma | Nombre del alumno         | Firma |
|---------------------------------|-------|---------------------------|-------|
| Aguilar Grandos Mariana         |       | García A. Ingrid Daniela  |       |
| Daniel Bonilla Fernando         |       | Zuvera Farfán Lorencia F. |       |
| Barraza Macedo Karolina         |       |                           |       |
| Villegas Chávez Daniel          |       |                           |       |
| Vera Mayo Majo                  |       |                           |       |
| Aza Macho Ruth Jureh            |       |                           |       |
| Zepeda Arriaga Isabella         |       |                           |       |
| Bello Robledo Alejandra         |       |                           |       |
| De la Torre Fuentes Karla       |       |                           |       |
| Villeda Ornelas Janeth          |       |                           |       |
| Avila Garcia Daniela            |       |                           |       |
| Bertrán L Anette                |       |                           |       |
| Bonguera Díez Carolina          |       |                           |       |
| Bautista Hilario Aldero Astorza |       |                           |       |
| Castro Hernández Andrea         |       |                           |       |
| Avila Linares                   |       |                           |       |

## Anexo III. Cuestionario Pre y Post-test

Cuestionario pre y post-test para conocer los conocimientos previos de los alumnos de tercer semestre del colegio de ciencias y humanidades, plantel sur; respecto al tema de herencia mendeliana.



**Universidad Nacional Autónoma de México.**

**Colegio de Ciencias y Humanidades**



### Cuestionario Sobre Herencia Mendeliana

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

Semestre: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Lee con atención y subraya la respuesta correcta.

1.- Proceso por el cual las características fisiológicas, morfológicas y bioquímicas de los organismos son transmitidas de generación en generación.

- a) Reproducción
- b) Herencia genética
- c) Ciclo celular
- d) Meiosis

2.- Es el conjunto de genes que determinan las características físicas de los organismos.

- a) Gen
- b) Genotipo
- c) Fenotipo
- d) Fenocopia

3.- Es el lugar o posición física que ocupa un gen en el cromosoma

- a) Centrómero
- b) Cromosoma
- c) Locus
- d) Alelo

4.- Para Gregor Mendel, las características de un organismo que son transmitidas de una generación a otra son:

- a) Caracteres
- b) Genes
- c) Cromosomas
- d) Rasgos hereditarios

5.- Son formas alternativas de un mismo gen con la capacidad de modificar o no su función.

- a) Alelos
- b) Genes
- c) Locus

d) Genotipos

6.- Organismo que posee los diferentes alelos para un locus determinado.

- a) Diploide
- b) Homocigoto
- c) Haploide
- d) Heterocigoto

7.- Es el fenotipo que se expresa solo en estado homocigoto

- a) Recesivo
- b) Dominante
- c) Caracteres
- d) Letal

8.- En el fenotipo de la descendencia de una de una cruce mono híbrida se expresa siempre el carácter dominante, esto se debe al

- a) Principio de segregación independiente
- b) Principio de uniformidad
- c) Principio de segregación
- d) Retrocruzamiento

9.- La gastritis es una enfermedad de tipo:

- a) Ambiental
- b) Hereditaria
- c) Ligada al sexo
- d) Viral

10.- Diagrama que se usa para determinar la probabilidad en la que los genotipos

dominantes y recesivos pueden aparecer en la descendencia de los organismos.

- a) Pedigrí
- b) Árbol genealógico
- c) Cuadro de Punnett
- d) Cariotipo

A continuación, coloca una *F* dentro del paréntesis si el enunciado es Falso o una *V* si el enunciado es Verdadero.

1.- El principio de segregación independiente indica que dos características distintivas de un organismo serán heredadas a sus descendientes, siempre en la misma proporción (9:3:3:1).....( )

2.- Nacer con ojos de color café oscuro o azules depende del ambiente.....( )

3.- Un joven con tipo de sangre O necesita una transfusión sanguínea, pero ningún miembro de su familia (a lo largo de generaciones) posee ese tipo sanguíneo.....  
.....( )

Resuelve el siguiente problema.

En los perros de la raza pastor alemán, las orejas rectas dominan frente a las orejas caídas, así mismo, el pelo corto domina frente al pelo largo. Un criador de perros se da cuenta que los perros que expresan orejas caídas y pelo largo son más cotizados, por lo cual decide comprar un macho con estas características y cruzarlo con una hembra con orejas rectas y pelo corto. De la primera camada salieron cuatro hembras con pelo corto y orejas rectas, un macho con orejas caídas y pelo corto, y una hembra con orejas caídas y pelo largo.

- a) ¿Cuál es el genotipo de los progenitores de la cruce que realizó el criador?
- b) ¿Cuál es el genotipo del macho de la descendencia?
- c) Imagina que la hembra de orejas caídas y pelo largo se cruza con un macho heterocigoto para ambos alelos. ¿Cuáles son las proporciones genotípicas y fenotípicas en la descendencia? Elabora el cuadro de Punnett.
- d) ¿Cuál sería tu recomendación (como experto en genética) para que el criador de perros logre su objetivo?

## Anexo IV. Estudio de caso

Estudio de caso para que los alumnos de tercer semestre del colegio de ciencias y humanidades, plantel sur; lo analicen y contesten las preguntas guía.



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Colegio de Ciencias y Humanidades**

**plantel Sur**



## Estudio de Caso

Lee con atención el siguiente caso y contesta las preguntas que se plantean al final, comenta con tus compañeros las respuestas.

Profesor Mauricio Gómez Briseño.

# Tan solo respira.

Me llamo Guadalupe, tengo 47 años y mi marido (Javier) tiene 50. Cuando recién nos casamos, pagábamos renta y los dos trabajábamos para poder mantener la casa. Antes del primer año de casados quedé embarazada de Manuel, fue un embarazo de alto riesgo, por lo que tuve que dejar mi trabajo (yo era secretaria), a pesar de ello nos pudimos adecuar a la situación y salir adelante.

Cuando Manuelito nació, no presentó ninguna complicación, fue un niño muy sano y a la fecha lo sigue siendo. Dos años después de que nació Manuelito decidimos volver a embarazarnos. En comparación con mi primer embarazo, éste fue muy tranquilo. Cuando supimos que era una niña decidimos que se llamaría Natalia, mi esposo se puso muy contento porque tendríamos "la parejita".

Cuando Natalia nació, los doctores me comentaron que estaba muy baja de peso y que era más pequeña de lo normal, por lo que me dieron unas medicinas (ya ni me acuerdo cuáles) y me dijeron que debía tenerle varios cuidados, además tenía que comprarle una fórmula láctea especial, ya que el pecho no le caía bien. Durante sus primeros años la notábamos callada, tranquila y mucho más enfermiza de lo que había sido Manuelito, pero todos nos decían que se debía a que era niña y las niñas son más tranquilas y enfermizas que los niños.

Al paso del tiempo Naty se enfermaba cada vez más seguido y más fuerte. Al principio me dijeron que era bronquitis crónica, pero cuando no le hicieron los medicamentos que le mandaron los doctores, nos dijeron que seguro era neumonía. Así nos traían de un lado para el otro y los doctores siempre me decían lo mismo:

“Seguro no le está dando los medicamentos como debe o no le pone atención a los cuidados que le indicamos.”

Fue por ese tiempo que también comencé a probar en mi hija otras cosas para que se mejorara, como tés, limpias, productos naturistas, imanes, es más, hasta con curanderas de brujería la llevé; pero mi hija a veces se ponía bien por un rato y después otra vez comenzaba con sus síntomas.

Cuando Naty tenía 5 años me llamaron del jardín de niños porque mientras estaba jugando en el recreo le empezó a faltar el aire y se desmayó, por lo cual fuimos por ella al colegio y corrimos a urgencias. En el hospital me dijeron que mi hija padecía de asma y que se iba a tener que quedar una noche para observación; mi marido y yo nos tranquilizamos un poco pero inmediatamente me salió el coraje y la impotencia de ver a mi hija en ese estado y le reclamé a Javier diciéndole que si desde el principio hubiéramos ido a los especialistas nada de eso nos hubiese pasado. Después de que Natalia fue dada de alta, acudimos al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) para que nos canalizaran con los especialistas, pero tardaron varios meses en hacerlo.

Cuando por fin llegamos al INER (Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias) los doctores nos comentaron que Naty tenía baja estatura y peso, además de que traía su



tos rasposa como ya era costumbre, inmediatamente nos pidieron sus papeles para saber por qué venía la niña. Ese mismo día ordenaron que se le hicieran varios estudios con carácter de urgente. Yo me quedé esperando a que estuvieran los análisis mientras que mi marido se tuvo que ir a dejar a Manuelito con su abuela para poder irse a trabajar.

Ya era de noche y yo seguía esperando a que me dieran los resultados de los estudios. Me empezaba a desesperar cuando salió un médico algo mayor y malhumorado, preguntando por la señora Guadalupe Hernández, de inmediato me incorporé y dejé a Natalia dormida en las bancas, a cada paso que daba la piel se me iba helando, me costaba trabajo caminar, mi corazón latía cada vez más rápido y al mismo tiempo sentía como me faltaba el aire; es como si mi cuerpo no quisiera moverse para no escuchar lo que aquella persona de bata blanca tenía que decirme. Cuando por fin llegué con el doctor, me quedé sin habla, por lo que solo asentí con la cabeza cuando terminó de decir: “¿Es usted la señora Guadalupe Hernández?”

En ese momento el doctor me dijo: “La niña tiene Fibrosis Quística (FQ), una enfermedad hereditaria la cual, desafortunadamente, no tiene cura y conlleva varios tratamientos que necesitan aplicarse lo antes posible para que su salud no se vea más comprometida. Pase por favor a recepción con este formato”. Inmediatamente después se dio la vuelta y regresó por el pasillo por donde había salido.

Al momento de escucharlo, se me erizó la piel, como si una parte de mi se hubiera congelado y en la boca del estómago apareció un nudo inmenso, de esos que casi te hacen vomitar; aprete la hoja que me había dado el doctor contra mi pecho y volteé la cabeza hacia donde estaba mi hija acostada, mis ojos se inundaron de lágrimas, las que comenzaron a recorrer mis mejillas mientras yo seguía ahí parada en medio de la sala sin saber qué hacer.

Después de un rato llegó mi esposo, me encontró en muy mal estado y con la niña todavía dormida, en ese momento no le mencioné nada, le dije que me esperara y fui a recepción a hacer los trámites que correspondían. Ya en la casa nos sentamos en la mesa del comedor a platicar sobre lo que me dijeron, le expliqué la enfermedad (como a mí me la explicaron) y le dije de los tratamientos que se tenían que seguir; él se ponía

cada vez más serio y cuando por fin terminé, se levantó de la mesa y me dijo: “eso no es verdad, seguramente se equivocaron en los resultados o están confundiendo la enfermedad... ya le habían diagnosticado asma...hay que ir a otro lado”. Después de eso se salió de la casa. Me quedé sola en el comedor sin nada que hacer, ni siquiera podía llorar a gusto por temor a despertar a mis hijos, así que solo sollozaba.

A mi mamá también le conté la situación, a lo que ella me respondió que como eso podía ser posible si nunca se había presentado un caso similar en nuestra familia y además Manuel no tenía nada de eso. Mi esposo se empezó a hacer más callado, casi no hablaba conmigo y ya no le ponía la misma atención a Manuelito que a cada rato me preguntaba el por qué su papá estaba enojado y no lo quería ver. En cuanto a mi suegra y en general a toda la familia de Javier, la noticia no les cayó bien, inclusive su mamá en una ocasión me llegó a decir: “...pues de nuestra familia no pudo haber nacido ningún niño enfermo de eso, la sangre de los Martínez y los Pérez es sangre pura y seguramente esa niña ni mi nieta es...”. Después de que se le diagnosticó FQ a Natalia, la familia de mi marido se distanció de nosotros, yo pienso que porque tenían la idea de que se les podía contagiar o que les íbamos a pedir dinero; por otro lado, mi mamá nos apoyó desde el principio en todo lo que necesitábamos, sobre todo en cuanto a los cuidados de Manuel se refería.

Poco a poco fuimos asimilando la situación, le empezamos a explicar a Naty lo que significaba su enfermedad y los cuidados que debe de tener para tener una vida lo más normal posible. Al principio ella no lo tomó bien, quería hacer las cosas que hacían los demás niños de su edad y comer como antes lo hacía. Por otro lado, su estado de salud mejoró bastante, ya casi no se enfermaba y además por fin estaba subiendo de peso. Si bien el IMSS nos daba ciertos medicamentos y aparatos, había otros que teníamos que comprar nosotros, eso era muy desesperante porque además a Manuel también le pedían cosas a cada rato en la escuela, yo quería ponerme a trabajar, pero no podía descuidar a Natalia.

Toda la primaria, Natalia la llevo más bien que mal, fueron si acaso dos ocasiones en las que de verdad se puso muy mala y la retuvieron en el hospital. La parte más difícil fue

cuando entró a la secundaria, tenía que estar atrás de ella para que se hiciera sus tratamientos y para que se tomara su medicina, además se enojaba seguido porque no le daba todos los permisos que quería. También fue la época en que más veces ingreso al hospital y por más tiempo. Cuando más feliz estaba era cuando sus amigos la iban a visitar o le llamaban por teléfono; aunque siempre me decía que como podía tener amigos si ni siquiera podía hacer nada y además se burlaban de su apariencia. Aunque no todos eran malos, una de sus amigas (Ximena) mínimo iba una vez a la semana a verla (a casa o al hospital) y aunque a mí no me lo decía, había un muchacho que seguido le mandaba mensajes, a veces le llamaba en la noche y se quedaban horas platicando.

Cuando ella entró al bachillerato nos pusimos muy contentos porque se quedó en su primera opción, ya era *Puma*, ingresó al CCH, sabíamos que iba a ser complicado porque la escuela estaba lejos, se incrementarían los gastos y no iba a poder estar al pendiente de ella. El primer año fue el que más le costó pues tenía que levantarse desde las cuatro de la mañana para iniciar su tratamiento, arreglarse, desayunar y salir a buena hora de la casa para llegar a tiempo a la escuela; ese año me la pasé muy preocupada pues había veces en las que llegaba tarde a la casa u oliendo a alcohol y a cigarro. Ya en el último año de bachillerato, Natalia se enfermó muy grave de los pulmones, estuvo tres meses en el hospital, casi pierde el semestre si no es porque los profesores le dieron oportunidad de presentar trabajos extra. Durante el bachillerato mi hija conoció personas que la apoyaban y la aceptaban con la FQ, también hubo un muchachito que nos presentó como su novio (Rodrigo) el cual era muy comprensivo respecto a las necesidades y obligaciones que mi hija tenía.

Al terminar el bachillerato mi niña nos dio el más grande regalo que pudo habernos hecho pues ingresó a la facultad de medicina, desde pequeña siempre me decía que quería ser doctora para curar a los niños que tenían su enfermedad. Su padre y yo sabíamos que los gastos se iban a poner más complicados pues la carrera no es para nada barata; afortunadamente a Natalia le dieron una beca por su buen promedio lo que nos ayudó bastante, sobre todo para los libros, el pasaje y el equipo que le pedían en la escuela. En cuestiones de salud las cosas comenzaron a complicarse cada vez más, los medicamentos ya no le hacían efecto y las idas al hospital se volvían recurrentes. Su

amiga Ximena, a pesar de que ya no iba en la misma escuela que Naty, trataba de apoyarla y darle ánimos, mientras que Rodrigo siempre estaba pendiente de sus necesidades y a veces él era el que se quedaba con ella en el hospital para que mi esposo o yo nos fuéramos a descansar.

Preguntas guía.

1. ¿Qué es la Fibrosis Quística y qué cuidados requiere?
2. ¿Por qué se da la Fibrosis Quística?
3. ¿Qué significa que esta enfermedad sea autosómica recesiva?
4. Elabora el cuadro de Punnett que explique el genotipo de Natalia. También realiza el de su hermano.
5. Si Natalia se casara con Rodrigo (y él fuese homocigoto dominante) y tuvieran hijos ¿cuál es la probabilidad genética de que sus hijos tuvieran la enfermedad?
6. Si Natalia se casara con un hombre heterocigoto para FQ ¿cuál es la probabilidad genética de que sus hijos presenten la enfermedad?
7. Utilizando la información de la pregunta 6, realiza el pedigrí familiar considerando que tienen dos hijas sanas y un hijo enfermo. También incluye a los familiares de Natalia (su hermano, sus padres y sus abuelos tanto maternos como paternos).
8. De manera individual, continua con la historia de la señora Guadalupe. Redacta por lo menos dos párrafos de cinco renglones cada uno.

Presentación de resultados.

Utilizando la información de las preguntas de arriba, elabora una presentación de PowerPoint, la cual un miembro del equipo al azar pasara a exponer en la tercera sesión. Dicha presentación debe de contener las siguientes características:

- Exposición en 10 minutos
  - Presentación del caso
  - Sesión de preguntas y respuestas
- Máximo 7 diapositivas.
  - Portada
  - Introducción

- Genotipos de Natalia y Manuel
- Probabilidades genotípicas de las dos situaciones hipotéticas
- Pedigrí de la pregunta 7
- Discusión
- Conclusiones

## Anexo V. Caracteres dominantes y recesivos

Actividad a casa sobre algunos de los caracteres mendelianos heredados de padres a hijos, en donde los alumnos de tercer semestre del colegio de ciencias y humanidades, plantel sur; pueden registrar la presencia y ausencia de ellos en sus familiares, además de la iconografía necesaria para construir un pedigrí utilizando dichos caracteres.



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Colegio de Ciencias y Humanidades**  
**plantel Sur**



### Caracteres dominantes y recesivos

Actividad 1: Entrevista a tus familiares y coloca una X para indicar si la característica de tu familiar es dominante o recesiva, en caso de que no tengas como conseguir la información de alguno de ellos deja el espacio sin contestar.

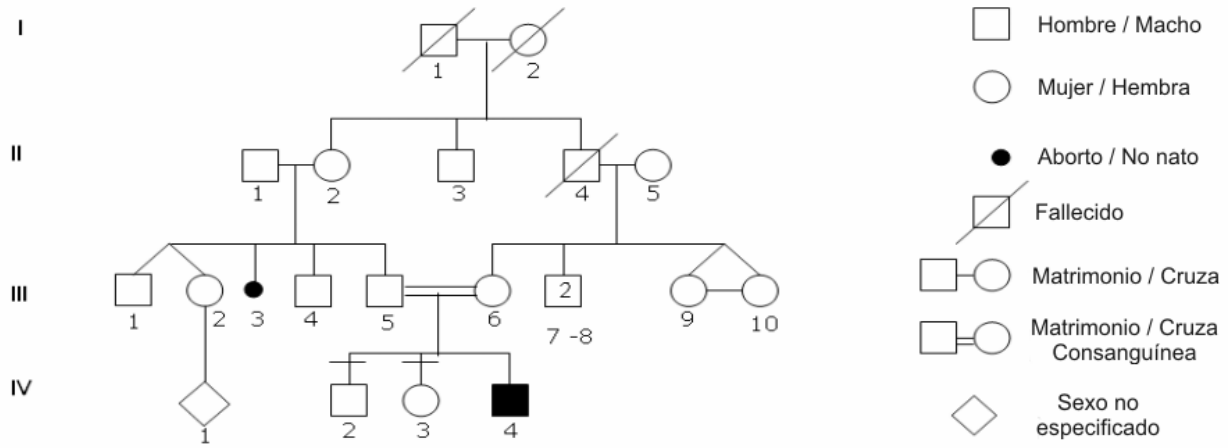
Profesor Mauricio Alfonso Gómez Briseño

| Carácter           | Abuelo Paterno | Abuela Paterna | Abuelo Materno | Abuela Materna | Papá | Mamá | Yo | Hermano/a(s) | Pareja | Hijo(s) |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|------|----|--------------|--------|---------|
| Ojos oscuros (A)   |                |                |                |                |      |      |    |              |        |         |
| Ojos claros (a)    |                |                |                |                |      |      |    |              |        |         |
| Cabello oscuro (B) |                |                |                |                |      |      |    |              |        |         |
| Cabello Claro (b)  |                |                |                |                |      |      |    |              |        |         |

|                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Enrolla lengua (D)                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| No Enrolla lengua (d)              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lóbulo de la oreja<br>presente (F) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Lóbulo de la oreja<br>ausente (f)  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulgar doblado (G)                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pulgar recto (g)                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pigmentación normal (J)            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Albinismo (j)                      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Pico de viuda (L)                  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sin pico de viuda (l)              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Hoyuelo en la barbilla (M)         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sin hoyuelo en la barbilla (m)     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

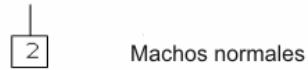
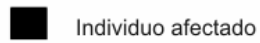
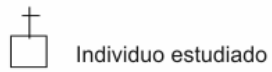
Actividad 2: Con ayuda de la tabla anterior, selecciona 1 carácter que presentes y construye tu pedigrí familiar tomando en cuenta como se fue heredando.

Simbología usada en la construcción de un diagrama de Pedigrí.



\* El número de generación se indica con números romanos de arriba hacia abajo.

\* El número de individuo en cada generación se cuenta de izquierda a derecha





## Anexo VI. Lista de cotejo

Lista de cotejo con la cual los alumnos de tercer semestre del colegio de ciencias y humanidades, plantel sur, evaluaron la exposición de sus compañeros.



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Colegio de Ciencias y Humanidades**

**plantel Sur**



### Lista de cotejo para la evaluación de la exposición del estudio de caso

Marca con una X si la presentación cumple o no con las características que se mencionan.

Profesor Mauricio Gómez Briseño.

|   | Equipo: |    |             | Equipo: |    |             | Equipo: |    |             | Equipo: |    |             | Equipo: |    |             |
|---|---------|----|-------------|---------|----|-------------|---------|----|-------------|---------|----|-------------|---------|----|-------------|
| Indicadores   | SI      | NO | Comentarios | SI      | NO | Comentarios | SI      | NO | Comentarios | SI      | NO | Comentarios | SI      | NO | Comentarios |
| A) Presentación   |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |
| En la presentación se mantiene el color, tipo de letra, tamaño de letra, imágenes, etc. |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |
| Presenta la información solicitada  |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |
| Existe balance entre texto e imágenes   |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |         |    |             |

