



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO.

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

TITULO.

**USO DEL MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO PARA PROMOVER LA
PARTICIPACIÓN, COMPRENSIÓN Y APRENDIZAJE DEL TEMA INTERACCIÓN
AMBIENTE-GENOTIPO EN LA ENSEÑANZA DE LA GENÉTICA.**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(BIOLOGÍA)**

P R E S E N T A.

BIOL. SILVIA ANGÉLICA CANO CHÁVEZ.

**TUTOR PRINCIPAL: DRA. PATRICIA RAMOS MORALES.
Facultad de Ciencias**

CIUDAD DE MÉXICO MARZO 2017.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS.

A DIOS.

Por brindarme la oportunidad de seguir aprendiendo a vivir y de llenar mi espíritu de amor hacia lo que más me gusta, la docencia.

A MI ESPOSO JULIO CÉSAR.

Porque, “No hay nada más bello y fuerte que el viento. Cuando es constante se detiene, golpea, levanta el agua, hace olas en el mar y sigue buscando tierra y cielo” (José Sarney, 1997). Gracias por volar a mi lado.

A MI HIJO YAN.

Por ser nuestro motivo de vida.

A MI MADRE.

Por su apoyo incondicional en todos mis proyectos de vida, eres un modelo de entrega, fuerza y lealtad.

GLORIA BEATRIZ CANO

Por ser mi hermana y amiga, te quiero.

A SARA MORALES Y CARLOS SÁNCHEZ.

Por acompañarme y alentarme en todo momento de alegría y añoranza con mi familia.

AGRADECIMIENTOS.

A LA UNAM.

Por brindarme la oportunidad de ser parte de su comunidad y filosofía, haciendo de mí una profesional comprometida con la docencia y la sociedad.

“Por mi raza hablará mi espíritu”.

A PAEP.

Por el apoyo económico que me permitió asistir al congreso internacional CIEDUC-2015 para enriquecerme profesionalmente con la participación de este tipo de eventos.

A CONACYT.

Por brindarme su apoyo económico durante este proceso de formación y superación como docente.

A LA DRA. PATRICIA RAMOS MORALES.

Por abrirme las puertas de su conocimiento y laboratorio, además de brindarme en cada momento su tiempo, asesoría, apoyo, tolerancia y amistad en este proceso de formación personal y profesional. Gracias por ser un ejemplo de profesionalismo, compromiso y amor por la docencia.

CÓMITÉ TUTORAL.

M. en D. Hilda Claudia Morales Cortés y la Mtra. Rosa María Sandoval Montaña por sus valiosos comentarios para guiar este proyecto. Gracias por su calidez humana, confianza y amistad.

AL LABORATORIO DE GENÉTICA Y TOXICOLOGÍA AMBIENTAL.

Blanca Hernández, Hugo Rivas, Adriana Muñoz, Yaneli Trujillo, Estefanía Arroyo y demás equipo de trabajo.

Por brindarme un espacio de cordialidad, compañerismo y conocimiento.

BANCO DE MOSCAS
Facultad de Ciencias, UNAM

Por brindarme el material biológico y equipo técnico para hacer posible este proyecto.

SUPERVISORES DOCENTES.

M. en D. Hilda Claudia Morales Cortés
Mtro. Ángel Rivas Espinosa
Biol. Pamela Amancio Rojas.

Por facilitarme un espacio, tiempo y asesoría durante la práctica docente.

A MIS SINODALES.

Dra. Adriana Muñoz Hernández y Dr. Miguel Ángel Martínez Rodríguez. Por sus valiosas aportaciones en la revisión del trabajo final.

A LA COMUNIDAD MADEMS.

Por su incondicional apoyo académico, administrativo, compromiso, afecto y entrega en mejorar la calidad educativa de nuestro país.

A LOS ALUMNOS DE LA ENP.

Porque ellos fueron una pieza importante en el desarrollo de este proyecto.

INDICE.

RESUMEN INTRODUCCIÓN

Capítulo I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	1
1.1. Dificultades en la Educación de las ciencias.	1
1.2. Preguntas de investigación.	3
1.3. Justificación.	3
1.4. Objetivo general.	4
1.4.1. Objetivos particulares.....	4
1.5. Hipótesis general.	4
Capítulo II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Fundamento teórico – Disciplinar.	5
2.1.1 Acercamiento al concepto de modelo en la enseñanza de la ciencia.....	5
2.1.3. Modelo y analogías en el aula.	5
2.1.3.1. El Modelo Didáctico Analógico (MDA).	6
2.2. La mosca del vinagre como Modelo Didáctico Analógico.....	6
2.2.1. ¿Por qué trabajar con <i>Drosophila melanogaster</i> en la enseñanza de la biología?	7
2.3. La didáctica de la genética.	9
2.4. Actitudes hacia la ciencia.....	11
2.4.1. Efecto Pigmalión en el aula.	12
2.5. Fundamento Pedagógico	13
2.5.1. Las perspectivas de los procesos cognitivos del constructivismo.	13
2.5.1.1. La teoría de Piaget.	13
2.5.1.2. La teoría socio cultural de Vygotsky.....	14
2.5.1.3. La teoría de Ausubel: Aprendizaje significativo.....	15
Capítulo III. MARCO METODOLÓGICO	16
3.1. Diseño metodológico.....	16
3.1. 1. Caracterización de la muestra.....	16
3.1. 2. Instrumento de evaluación.....	16
3.1. 3. Procedimiento.....	18
3.2. La Secuencia Didáctica.	21

3.2.1. La secuencia Didáctica en el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria.....	21
3.2.2. Los recursos didácticos.....	22
3.2.3. La evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.....	22
3.2.4. Descripción de la secuencia Didáctica.....	23
Capítulo IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Resultados cuantitativos de la primera intervención correspondiente al grupo piloto.....	30
4.1.1. Análisis y resultados del primer instrumento de evaluación pretest-postest.	31
4.2. Resultados cualitativos de la primera intervención correspondiente al grupo piloto.	37
4.3. Resultados cuantitativos de la segunda intervención correspondiente al grupo control y experimental.	39
4.3.1. Etapa 1: Estado inicial del nivel de conocimientos básicos de genética.....	39
4.3.2. Etapa 2. Comparación de medias entre el grupo control y experimental en el cuestionario postest.	40
4.3.3. Etapa 3: El análisis y resultados del segundo cuestionario pretest-postest.	41
4.3.4. Etapa 4: Resultados cualitativos de la segunda intervención.....	48
Capítulo V. CONCLUSIONES.....	54
PERSPECTIVAS.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS.....	63

RESUMEN.

El presente trabajo contiene una propuesta de intervención pedagógica que responde a las necesidades curriculares del bachillerato UNAM, a través de la integración de elementos cognitivos basados en un enfoque del constructivismo y aprendizaje significativo en el uso del Modelo Didáctico Analógico (MDA) como estrategia didáctica para promover a la mosca *Drosophila melanogaster* en el desarrollo del tema interacción ambiente-genotipo.

Aunque la genética se considera una de las temáticas más difíciles en el ámbito educativo (Ayuso y Banet, 2002 y Kampourakis, 2014), es un tema de importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, debido a su incursión en varios fenómenos sociales donde es necesaria la participación de todos los ciudadanos.

Ante la necesidad de mejorar las experiencias en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y la complejidad que caracteriza a este proceso se llevó a cabo una primera intervención didáctica en un grupo piloto, la cual proporcionó información para modificar y mejorar ciertos aspectos de la estrategia como: instrumento de evaluación pretest-postest, hacer deducciones a las actividades e incorporar un grupo control.

A partir de estos cambios se realizó una segunda intervención con dos grupos de alumnos designados aleatoriamente: control y experimental. Los resultados obtenidos permitieron, por un lado, valorar positivamente el trabajo científico y su estudio por medio del modelaje con organismos vivos como la mosca del vinagre; y por el otro, confirmar diferencias significativas entre el grupo control y el experimental, en el cual se distinguen las formas en que los alumnos construyen su aprendizaje, a través de la participación activa y reflexión sobre la interacción que tienen los seres vivos con el ambiente. Se espera que el alumno logre transformar sus conocimientos a partir de una situación social y real en la juventud, como es el caso del Síndrome del alcoholismo fetal (SAF) y el tabaquismo, ambos considerados por la OMS (2014) como un problema de salud.

Esta investigación muestra que la estrategia didáctica en el uso de la mosca como MDA es apropiada para mejorar la calidad del trabajo teórico-práctico en la enseñanza y aprendizaje de los conocimientos de la genética. De tal manera que el alumno fortalezca, integre y amplíe sus conocimientos biológicos en prácticas cotidianas y mejore su calidad de vida.

Palabras clave: Modelo didáctico Analógico (MDA), Aprendizaje, enseñanza, genética, interacción ambiente-genotipo y participación activa.

INTRODUCCIÓN.

En décadas anteriores, las preocupaciones curriculares de la educación en ciencias se centraban casi exclusivamente en la adquisición de conocimientos científicos, con el fin de familiarizar a los estudiantes con las teorías, conceptos y procesos científicos (Furió *et al.*, 2001). Actualmente se reconoce que ante la necesidad de transformar los componentes que orientan la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, deba incluirse la alfabetización científica como parte esencial de la formación básica de todos los ciudadanos (Sadler, 2009).

La misión del bachillerato es formar personas para que sean autónomas en el ámbito intelectual y moral, por lo que éste debe proporcionar la cultura básica y formar en valores, lo que implica una estrecha relación entre los conocimientos científicos, las habilidades y las actitudes que suponen las orientaciones educativas: *aprender a aprender, aprender a ser y aprender a hacer* (Villa-Lever, 2000).

Una alfabetización científica en nuestros alumnos y futuros ciudadanos, debe incluir los contenidos más relevantes e indispensables de la sociedad moderna (Solbes y Vilchis, 2004). De entre todos los conocimientos de la Biología, los que más incidencia social tienen, y van a tener en un futuro, son los avances en el campo de la genética (Kampourakis *et al.*, 2014). Temas controvertidos como la evolución, la clonación, la ingeniería genética, las perturbaciones genéticas y ambientales que afectan las redes moleculares y que a su vez inciden en enfermedades, son sólo algunos de los temas que actualmente se debaten (Movahedzadeh, 2011).

El conocimiento profundo de la genética debe desarrollarse de acuerdo con Turney (1995, citado en Gallego *et al.*, 2004) en tres fines: 1) *fin utilitario* (aplicación de los conocimientos científicos para su uso), 2) un fin *democrático* (aplicación de los conocimientos para debatir en sociedad) y 3) fin *cultural* (logro cultural de la sociedad moderna). La alfabetización genética en el currículo educativo implica ser capaz de comprender, utilizar o responder a la información sobre los fenómenos genéticos y tecnológicos que cualquier persona pueda encontrar en situaciones de la vida cotidiana (Duncan, 2009).

La alfabetización científica en el bachillerato es necesaria para contribuir a formar ciudadanos, que sepan desenvolverse en un mundo como el actual y que conozcan el importante papel que la ciencia desempeña en sus vidas personales y profesionales (Sadler, 2009).

El bachillerato es un factor que influye de manera importante en la definición de los proyectos de vida de los jóvenes para lograr una autonomía, madurez intelectual y humana, así como los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan desempeñar sus funciones sociales con responsabilidad y reflexión en su propio aprendizaje (Guerrero-Salinas, 2012). La escuela se convierte en un espacio de vida juvenil, donde no solo se aprenden contenidos escolares, sino también se tienen vivencias sobre las prácticas escolares, se relacionan con sus pares, participan, socializan, aprenden de sus experiencias y forman sus identidades (Guerra-Ramírez, 2012 y Guerrero-Salinas, 2012).

Relevancia y pertinencia

Como parte de la oferta educativa de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, es importante fortalecer la formación biológica para dar un enfoque de integración de habilidades, aptitudes y valores para la vida diaria y en los procesos para la continuidad de la vida y la sociedad, consolidándose como una formación necesaria que permita el análisis, discusión y reflexión de las situaciones de riesgo para su salud.

Actualmente los jóvenes se enfrentan con factores que contribuyen al consumo de sustancias tóxicas como el alcohol y el cigarrillo, lo cual es una realidad que estamos viviendo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y en algunas otras ciudades del país. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2014 reporta que existe un aumento general del uso de drogas ilegales y de alcohol, así como, un inquietante incremento de su consumo entre los sectores más jóvenes de la población.

Las investigaciones en México según la “Encuesta Nacional de Adicciones 2011”, señalan que las tendencias del consumo de alcohol entre 2008 y 2011 aumentó; esta práctica tiene un inicio temprano, antes de los 17 años. Con respecto al consumo del tabaco, el Distrito Federal presentó el nivel más alto de prevalencia a nivel regional, siendo la población de 12 a 17 años los que fuman diariamente en promedio 4.1 cigarros al día. Más de 40 mil personas mueren cada año en México por enfermedades asociadas al tabaquismo (Gaceta-UNAM, 2016).

Ante esta situación es conveniente tomar acciones responsables, a partir de la participación de nuestra ciudadanía, pero, ¿Cómo sensibilizarnos ante esta problemática pedagógica y social? Para poder contribuir a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y tener una mejor calidad de vida, se ha diseñado una Estrategia Didáctica titulada *“uso del Modelo Didáctico Analógico para promover la participación, comprensión y aprendizaje del tema interacción ambiente-genotipo en la enseñanza de la Genética”*.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

“Si enseñamos a los estudiantes de hoy como enseñamos ayer, les estamos robando el mañana”

John Dewey

1.1. DIFICULTADES EN LA EDUCACIÓN DE LAS CIENCIAS.

La educación en las ciencias ha generado polémica en la necesidad de mejorar la calidad de un pensamiento científico en los estudiantes. Tradicionalmente se ha planteado el proceso educativo como una relación mecánica entre enseñar y aprender, en el cual el papel que desempeña el profesor se limita a transmitir contenidos que deben ser asimilados por el estudiante; frecuentemente los alumnos consideran que el conocimiento se adquiere a partir de definiciones determinadas, que tienen que ser memorizadas más que comprendidas (Moreno y Waldegg, 1998).

La comunicación que se mantiene entre el profesor y el alumno es otro aspecto importante que tensa uno de los extremos que sostiene la estructura donde se dinamiza la enseñanza de las ciencias. La mayor dificultad está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano, trayendo consigo una serie de desencuentros en clase (Galagovsky y Adúriz-Bravo 2001).

Las dificultades que se han ido exponiendo en diversos estudios con relación a la didáctica de las ciencias, coinciden en que uno de los aspectos más relevantes es cómo se promueve la enseñanza de los contenidos científicos y cómo ésta es percibida por el propio estudiante. En este sentido, existe un escaso dominio de los contenidos mínimos que deberían enseñarse en cada nivel educativo, de manera que no existe una respuesta clara sobre el qué y para qué de ese contenido específico. Esto ha llevado a un déficit en el estudiante, por lo cual no logra desarrollar las aptitudes y actitudes necesarias con respecto al conocimiento científico y su aprendizaje (Lozano, 1994).

Coincido con Manassero *et al.*, (2001) en que las actitudes que se generan durante el trabajo de clase, son algunos de los elementos que puede favorecer u obstaculizar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, además de ser un tema poco tratado durante la práctica educativa. En este sentido, el alumno no debe asumir una postura pasiva durante su aprendizaje, al contrario, se debe provocar un interés por el aprendizaje de las ciencias, que le motive aprenderla y comprenderla (Solbes, 2009).

Cada vez más la didáctica de la ciencia está viendo que las dificultades de los estudiantes no pueden reducirse a deficiencias conceptuales, ya que también existen dificultades de aprendizaje que se centran en las estrategias metodológicas y afectivas (Solbes, 2009). Aprender ciencia no se trata de atender, copiar y repetir; sino más bien es transformar el tipo de procesos o formas de razonamiento desde situaciones complejas en las que el estudiante tiene que solucionar problemas a los que hoy nos enfrentamos.

Los esfuerzos en México referidos en este campo de las ciencias han encontrado con mayor frecuencia un alto índice de reprobación y un rechazo por aprenderlas, provocando uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la educación básica (Chamizo, 2000).

En entrevista con el exrector José Narro Robles en el 2010 por el periodista Andrés Oppenheimer, Narro reconoce que se tiene que fortalecer la enseñanza de las ciencias, ya que el porcentaje de estudiantes que se inscriben a estas en las carreras de la UNAM sigue siendo bajísimo. El 51.5% de la comunidad universitaria corresponde a las carreras de ciencias sociales; el 29% a las carreras de medicina y biología y solo el 19.5% a las carreras de física, matemáticas e ingenierías (Oppenheimer, 2010).

El fracaso de la enseñanza de las ciencias en México es complejo debido a que son muchos los factores y actores que están involucrados en el sistema educativo. Sin embargo, la mayor responsabilidad recae en la dinámica que se ejecuta dentro del aula, protagonizada principalmente por el docente y los alumnos. Algunas de las dificultades mencionadas por los trabajos de Alvarado y Flores (2010), Chamizo (2000) y Lozano, (1994) son:

- Existencia de poca profundidad de los contenidos.
- El contenido de la ciencia se presenta de manera fragmentada; además desvinculada con otros factores como los sociales, económicos, educativos y culturales.
- Los contenidos procedimentales y actitudinales por lo general se dan de manera implícita.
- La participación del alumno es casi nula, debido a que el profesor asume una enseñanza expositiva durante toda la clase.
- Poca actividad de investigación por parte de los profesores de bachillerato.
- Desconocimiento sobre los nuevos contenidos curriculares que implican estrategias pedagógicas y de evaluación.

1.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

¿Cuáles son los obstáculos fundamentales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conocimientos de la genética?

¿Cómo promover el valor científico de la genética en el ámbito educativo y de la salud?

¿Qué conocimientos tienen los estudiantes del bachillerato sobre los conceptos de genética y sobre la interacción del ambiente-genotipo?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Ante la necesidad de impulsar acciones enfocadas a la formación integral de estudiantes a través de la adquisición y construcción de conocimientos, que faciliten el incremento para su desarrollo personal y sean así sujetos capaces de participar en la construcción de una mejor sociedad, surge la presente propuesta pedagógica para contribuir a mejorar las experiencias educativas de la genética, además de aportar una estrategia que promueva la reflexión sobre el consumo de tóxicos y sus posibles efectos en la salud y vida social.

De acuerdo con Wood-Robinson, *et al.*, (1998) destacan la necesidad de considerar la influencia de las experiencias personales de los alumnos sobre sus modos de aprender la herencia humana y el papel del ambiente sobre las características hereditarias, o como agente causante de mutaciones.

Por lo anterior, propongo utilizar el Modelo de la mosca como Modelo Didáctico Analógico (MDA) como estrategia didáctica para facilitar el aprendizaje de conocimientos referentes a la genética en los estudiantes de bachillerato y potenciar el desarrollo del conocimiento pleno del estudiante, considerando situaciones reales de su cotidianidad para que el alumno reflexione y entienda la interacción que tienen los seres vivos con el ambiente.

Al transmitir un marco conceptual sobre este tema, contribuirá a que los estudiantes formen un conocimiento científico basado no solo en conceptos y procedimientos, sino también en valores, para comprender mejor el significado de ciertos procesos ambientales vinculados con alteraciones como por ejemplo: el síndrome del alcoholismo fetal (SAF) y efectos del cigarrillo en hombres y mujeres. Además de contribuir hacia una orientación vocacional.

1.4. OBJETIVO GENERAL.

El objetivo general de este proyecto es determinar si el uso de la mosca como MDA mejora el aprendizaje de los conceptos básicos de genética involucrados en el tema: interacción ambiente-genotipo en los estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria UNAM.

1.4.1 Objetivos particulares:

- Aplicar el Modelo Didáctico Analógico (MDA) como estrategia didáctica para la unidad III del curso de Biología IV, que se ubica en el mapa curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en el quinto año de bachillerato UNAM, como una alternativa de mejora en el aprendizaje de los conceptos de genética.
- Promover el uso de la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) como MDA, para la formación de un pensamiento científico en el estudiante a través de su participación activa en la comprensión, análisis e interpretación de la interacción del ambiente-genotipo.
- Validar la propuesta didáctica por medio de un cuestionario pre y postest, para evaluar el aprendizaje en los conceptos de genética de los estudiantes que cursan el quinto año de la ENP-UNAM.

1.5. HIPÓTESIS GENERAL.

Al ser la mosca del vinagre un elemento primordial en la estructura didáctica del Modelo Didáctico Analógico, se esperan diferencias significativas entre el nivel de aprendizaje de los conceptos de genética en los estudiantes antes y después de la intervención.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

“Enseñar no es transferir el conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia posibilidad o construcción”

Paulo Freire

2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO-DISCIPLINAR.

2.1.1. Acercamiento al concepto de modelo en la enseñanza de la ciencia.

El concepto de modelo es ampliamente reconocido por el papel que juega en la construcción de la ciencia y las distintas funciones que tienen lugar en estudios filosóficos y en las investigaciones de la didáctica de las ciencias (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001 y Justi *et al.*, 2011). Actualmente coexisten diversas posturas sobre qué son y cómo se construyen los modelos científicos.

Con relación a Coll, (2005) la creación y uso de los modelos es una de las características clave de la ciencia, lo cual puede considerarse como la esencia del proceso dinámico en el que se desarrolla el conocimiento científico y en consecuencia en la educación cuando hay un intento de hacer accesibles los saberes científicos.

Los modelos combinan elementos sintácticos que le confieren un lenguaje propio y también elementos semánticos que están asociados a los contenidos del mundo para hacer una representación teórica de la realidad e interpretar diversos fenómenos que se encuentran en diferentes niveles de complejidad (Gómez, 2013).

De acuerdo a su contexto los modelos pueden ser a su vez científicos o didácticos dependiendo de la comunidad que los justifique y el uso que se les dé (Chamizo, 2010) En este sentido, es importante el momento histórico en el que los modelos son construidos para concebir lo que es la ciencia y el trabajo científico. De esta forma la ciencia se convierte en una actividad que puede ser también realizada, por ejemplo, en un contexto escolar.

2.1.2. Modelo y analogías en el aula.

En la enseñanza de la biología generalmente la construcción de explicaciones y de modelos escolares está mediada por la actividad que los estudiantes realizan (experimental, argumentativa, representacional, entre otras) y por la interacción entre el docente-alumno y entre los mismos compañeros de clase (Krell y Krüger, 2015). Sin

embargo, el modelaje no es una actividad que se practique comúnmente en las aulas, aún cuando pocos estudiantes identifican los modelos y el modelaje como partes fundamentales del quehacer científico (Coll, 2005).

De acuerdo con Viau y Moro (2009), el concepto de modelo puede ser conceptualizado y utilizado en una diversidad de formas, lo que significa que su marco de comprensión no puede estar asociado a una simple definición. Precisamente esta valorización respecto de su complejidad es la que nos ha llevado a utilizar el **Modelo Didáctico Analógico (MDA)** como aproximación al concepto de modelo científico, en el sentido en que se usa este concepto en la ciencia erudita para justificar, interpretar y predecir fenómenos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

El Modelo Didáctico Analógico (MDA) como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la ciencia escolar proporciona un conocimiento sobre el tema que se quiere enseñar, al abstraer el concepto nuclear y sus relaciones funcionales, para traducir todo a una situación más familiar hacia el contexto del alumno (Galagovsky, 2005; Adúriz-Bravo *et al*, 2005).

El MDA tiene asociado una estructura conceptual y una didáctica que lo diferencia de una simple analogía. Así, la estructura didáctica que caracteriza al modelo tiene por objetivo ayudar a construir en el alumno la estructura conceptual que lleva asociada el modelo, mediante la utilización de múltiples recursos didácticos, en donde las analogías operan como entes sustitutos de la realidad (Viau y Moro, 2009). Sus rasgos sobresalientes consisten en involucrar activamente a los estudiantes en la comprensión de la analogía mediante actividades centradas en ellos, asegurar la comunicación entre estudiantes y estimular reflexiones metacognitivas.

2.2. LA MOSCA DEL VINAGRE COMO MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO.

Si bien, en este estudio el interés se centra en la construcción de un pensamiento teórico por medio del modelaje para explicar un fenómeno biológico, especialmente en la forma en que el ambiente interacciona con el genotipo de los organismos, se pretende hacer uso de la mosca como Modelo Didáctico Analógico.

En este sentido, la propuesta gira en la enseñanza con modelos a los que la propia ciencia recurre para demostrar, explicar y predecir fenómenos biológicos. El aprendizaje de estas metodologías en la escuela les posibilitará a los estudiantes tener una mejor comprensión de lo que ocurre en el contexto científico, aspecto que incidirá notablemente

en el aprendizaje conceptual y en el desarrollo de actitudes positivas hacia lo vivo (Castro y Valbuena, 2007).

De tal manera que, al acercar a los estudiantes a modelos biológicos, ellos experimenten ciertas vivencias que les permitan comprender la dinámica compleja de la genética y las poblaciones. Para tal efecto, un buen material de estudio para ilustrar e imaginar es *Drosophila melanogaster* (Caponi, 2007).

2.2.1. ¿Por qué trabajar con *Drosophila* en la enseñanza de la biología?



Imagen obtenida del sitio web:
<http://www.ou.edu/journals/dis/teachingarticles.html>

Hace más de 50 años los genetistas que han trabajado con *Drosophila* se dieron cuenta de que la mosca de la fruta sería un organismo ideal para aprender genética en estudiantes pre-universitarios. Diversos materiales, tanto vegetales como animales, se han considerado eficaces para las investigaciones en genética, pero es probable que ninguno supere la pequeña mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster*, cuyo estudio ha contribuido en gran medida a los fundamentos de la genética moderna (Sofer y Tompkinst, 1994).

La importancia de trabajar con organismos modelos, se destaca por los siguientes criterios (Pierce, 2009):

- 1) Organismos que tengan un desarrollo rápido y ciclos de vida cortos.
- 2) El tamaño en la etapa adulta de preferencia sea pequeño.
- 3) De fácil manipulación.
- 4) De fácil obtención, alojamiento y manutención.

Sin duda, la mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster*, ha sido el organismo más popular utilizado para la enseñanza de la genética mendeliana, así como también en temas conductuales, desarrollo y evolutivos, entre otros (Kohler, 1993). En el cuadro 2.2 se describen algunas investigaciones y proyectos que se han realizado con *Drosophila* en la línea educativa.

Las ventajas que le confieren a este organismo tanto en los estudios científicos como pedagógicos están inmersas en el cuadro 2.3. Los cuales han sido importantes para estudiar numerosas generaciones en un año académico. Además, de que cuenta con una larga historia en la investigación biológica y ser lo suficientemente grande para observar sus características que la definen a través de diferentes instrumentos que van desde un microscopio hasta una lupa (Sofer y Tompkins, 1994).

Cuadro 2.2. Algunas investigaciones y proyectos que se han realizado con *Drosophila* en el ámbito educativo (fuente se obtuvo de los sitios web: <http://www.ou.edu/journals/dis/teachingarticles.html>; <http://noticias.universia.net.mx/ciencia-nntt/noticia/2010/03/31/193286/moscas-utiles-estudio-procesos-geneticos-biologicos-ser-humano.html>; y del Banco de Moscas de la facultad de Ciencias UNAM).

ALGUNAS INVESTIGACIONES Y PROYECTOS QUE SE HAN REALIZADO CON <i>Drosophila</i> EN LA LÍNEA EDUCATIVA.	REFERENCIAS
Herencia Mendeliana	Flannery, 1997; Kramer, 1986; Rodríguez <i>et al.</i> , 2009 en los Estados Unidos; y Rojas y Sotomayor, 2012 en España.
Análisis de las concepciones en el discurso de los alumnos sobre desarrollo y crecimiento, a partir de la experiencia con <i>Drosophila melanogaster</i>	Martínez y Ruíz, 2013 en Bogotá, Colombia.
Observaciones del comportamiento sexual de <i>Drosophila</i> en ejercicios de laboratorio	Sofer y Tompkins, 1994 en los Estados Unidos.
Genética del comportamiento	Rizki, MTM 1999 en los Estados Unidos.
Observaciones cuantitativas de las respuestas de las larvas a los estímulos luminosos y gustativos.	Lilly y Carlson 1990, citado en Sofer y Tompkins, 1994.
El uso del gen w^{vc} en los laboratorios de clase	Hinton, Claude W. 1999 en los Estados Unidos.
El efecto del medio ambiente en los resultados de segregación	Burdick, AB, 1999 en los Estados Unidos.
Fenocopia y especies híbridas en el trabajo de clase	Goldschmidt, Elisabeth. 1999 en los Estados Unidos.
Uso de <i>Drosophila</i> como modelo biológico para estudios de genética en el bachillerato.	Rodríguez, Castañeda y Nitxin, 2007 en México
Banco de Moscas de la UNAM, Provee de material didáctico para apoyo a la docencia del área químico-biológicas.	Ramos-Morales y colaboradores. 1993- 2017 en México.

En este sentido, la importancia del trabajo en equipo, la formulación de hipótesis, la comunicación, la socialización y la elaboración de informes, así como la modelización, la manipulación de instrumentos y el planteamiento y resolución de problemas son procesos indispensables para lograr un aprendizaje significativo y complejo de la Biología (Ayuso y Banet, 2002).

Cuadro 2.3. Ventajas del uso de organismos modelo en la enseñanza de la biología (Obtenido de la Universidad de Wisconsin-Madison: <http://wormclassroom.org>)

Ventajas del uso de organismos modelo en la enseñanza de la biología.		
<p>En un entorno de laboratorio el aprendizaje de los estudiantes mejorará al mantener su atención e interés. Por otra parte, los estudiantes no sólo entienden lo que ven, sino que también creen que es real (Manney y Manney, 1992).</p>	<p>El uso de organismos modelo implica actividades prácticas que proporcionan una experiencia única que no podría obtenerse con otros métodos de enseñanza (Rowan, 1981).</p>	<p>Mediante la colaboración con organismos modelo, los estudiantes son capaces de explorar los métodos y los propios conceptos científicos. Así como también llegar a entender la naturaleza de la investigación (Manney y Manney, 1992; Mertens, 1983).</p>
		

2.3. LA DIDÁCTICA DE LA GENÉTICA.

En el ámbito educativo el interés que persigue la genética, es contribuir a que los estudiantes comprendan, utilicen y respondan a los avances de esta disciplina, debido a su vertiginosa expansión en importantes implicaciones científicas, económicas, políticas, culturales, éticas y del sector salud (Kampourakis, 2014). De aquí la relevancia y pertinencia de este interesante conocimiento.

Con relación a Ayuso y Banet, (2002) hay coincidencia en la importancia que representa este conocimiento para lograr comprender las relaciones entre ciertos procesos vitales de los seres vivos, como la división celular, reproducción y la evolución, entre otros. Además de contribuir a una adecuada visión acerca de la naturaleza de la ciencia, de manera tal que los estudiantes perciban el conocimiento científico, como un producto en continua revisión.

La complejidad del estudio de la Genética en la Educación Media Superior, deriva de la naturaleza de sus conceptos y por el modelo expositivo que utilizan los docentes (Banet y Ayuso, 1995). En este sentido, las dificultades para su aprendizaje pueden rastrearse de distintas fuentes como: la complejidad de sus contenidos, los conocimientos y formas de razonamientos de los alumnos, las estrategias didácticas implementadas y las características de los libros de texto utilizados para la enseñanza y aprendizaje de los conocimientos de la genética (Figini y De Micheli, 2005).

Sin duda, la genética es una disciplina con un extenso vocabulario y con un alto grado de abstracción. Los estudiantes son expuestos a una variedad de procesos y conceptos que se ubican en diferentes niveles de organización, los cuales son estudiados por separado y pocas veces vinculados en un solo tema, dando como resultado un conocimiento

fragmentado, imposibilitando la explicación de estos procesos genéticos (Puigcerver e Íñiguez, 2013).

En el cuadro 2.4 se describen los obstáculos para el aprendizaje de la genética identificadas en diversas investigaciones (Bugallo, 1995; Wood-Robinson *et al.*, 1998; Marbach, 2001; Banet y Ayuso, 2002; Duncan *et al.*, 2007; Duncan, 2009 y Kampourakis, 2014).

Cuadro 2.4 Descripción de diversos obstáculos para el aprendizaje de la genética.

Obstáculos para el aprendizaje de la genética.	Ámbito de conocimiento.	Referencias
Uso de la terminología	Escasa comprensión entre la función y estructura de los conceptos de: ADN, cromosoma y gen.	Marbach, 2001
	Escaso significado del concepto mutación	Banet y Ayuso, 2002
	Escasa relación entre los conceptos: gen-alelo, alelo-carácter, gen-ADN, cromosoma-gen, etc.	Banet y Ayuso, 1995.
	Confusión en la relación entre genes y cromosomas.	Wood-Robinson <i>et al.</i> , 1998.
Las relaciones entre conceptos	El término mutación lo asocian con enfermedades o como alteraciones anatómicas.	Gallego <i>et al.</i> , 2004
	Escasa comprensión del concepto mutación en el proceso evolutivo.	Duncan, 2007.
	Dificultad para comprender el papel de las proteínas y su relación entre genotipo y fenotipo.	Duncan, 2009
	La falta de comprensión de las interacciones entre genes y ambiente.	Kampourakis, 2014.
Trabajo práctico.	Escasa comprensión y relación entre factores genéticos, ambientales y de comportamiento. Aplicación de estrategias tradicionales donde los conceptos se ven de forma desarticulada y con una mayor demanda en tiempo para ser abordados, lo cual resulta incompatible con el ritmo escolar.	Marbach, 2001.

Mientras más avance ofrecen los estudios de la genética, los alumnos tienen una pobre comprensión y relación de los conceptos básicos que rigen esta disciplina. Un ejemplo de esto nos explica Duncan (2009), en su propuesta de progresión de aprendizaje en genética, cuando señala que la capacidad para explicar las relaciones genotipo-fenotipo

depende de una adecuada comprensión de las interacciones entre genes y ambiente por parte de los estudiantes.

Así, la causalidad en genética no es simple y uniforme, hay que entenderla en términos de una serie de interacciones entre distintos factores causales (Puig y Jiménez, 2015). En este sentido, es necesario rediseñar secuencias de actividades para orientar a los alumnos hacia la comprensión y reflexión de diversos procesos y mecanismos involucrados entre enfermedades genéticas, rutas moleculares y el ambiente (Kampourakis, 2014).

Dedicar un espacio a explicar la influencia del ambiente con el genotipo de los seres vivos mediante ejemplos concretos, contribuirá no solo a que los alumnos establezcan relaciones conceptuales apropiadas, sino también a fomentar un pensamiento crítico y reflexivo sobre su aprendizaje e intereses socio-culturales cercanos a su realidad.

2.4. ACTITUDES HACIA LA CIENCIA.

Es evidente que la ciencia juega un papel importante en la vida de todos y por lo tanto merece ser reconocida en el ámbito educativo. Una de las dificultades que enfrenta el conocimiento científico es la forma en que enseñamos este conocimiento, de manera tal que se reduce a una descripción de eventos sin relevancia en la vida diaria del alumno (Espinosa y Román 1991). Nos enfrentamos con una situación que favorece la falta de motivación en los estudiantes, por lo cual se han desarrollado actitudes negativas hacia la ciencia y hacia el estudio de la misma.

Diversas son las razones que imprimen un sentimiento negativo, entre las que se encuentran las experiencias indeseables de los estudiantes en los cursos de ciencias anteriores, la empatía con los profesores, la falta de habilidades necesarias para aprender y aplicar los conceptos científicos, la falta de motivación para trabajar en las clases de ciencias, el entorno del aula y los sesgos de los grupos del trabajo entre pares, entre otras (Rogers y Ford 1997).

Con relación a Ortega *et al.*, (1993) hay coincidencia en aceptar que los profesores generalmente reconocen que la formación de actitudes es uno de los aspectos importantes en la instrucción, ya que existe una creciente evidencia de que los estudiantes que poseen una actitud positiva hacia la ciencia tendrán un mejor rendimiento académico, y no sólo en las clases de ciencias, sino en otras clases también.

Sin duda, es una cuestión que debemos atender para mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la propia ciencia y a su estudio, por lo cual es un reto importante para el docente, porque no es sólo lo que enseñamos, sino también la forma en que enseñamos, lo que nos lleva a reflexionar la manera de mejorar el éxito del estudiante.

Además dichas actitudes positivas o negativas, pueden tener efectos permanentes sobre individuos de la sociedad especializados en otras áreas como los abogados, los políticos, líderes cívicos, gerentes de las empresas y presidentes, lo cual influye en cómo se gastan los fondos de investigación y desarrollo, en cómo se implementan los descubrimientos e innovaciones tecnológicas y científicas, y cómo la evidencia científica se utiliza en los tribunales u otras organizaciones sociales (Rogers y Ford, 1997). En este sentido, la apreciación de la ciencia puede proporcionar una influencia positiva en estas decisiones.

Fomentar actitudes positivas en la enseñanza y aprendizaje tiene una influencia tanto en su rendimiento escolar como en su conducta, aunque también se ha demostrado lo opuesto; cuando estas expectativas son negativas se encuentran en desventaja estos dos parámetros. Rosenthal y Jacobson, (1968) han descrito este fenómeno como el efecto Pigmalión.

2.4.1. Efecto Pigmalión en el aula.

La investigación original de Rosenthal y Jacobsen se centró en un experimento de una escuela primaria pública, donde se preguntaban ¿las expectativas favorables del profesor inducen un aumento significativo en el rendimiento escolar de sus alumnos? Los resultados que encontraron fue que obtuvieron un aumento estadísticamente significativo en los alumnos de los profesores que previamente se les informó que su grupo mostró un potencial para el crecimiento intelectual; lo que no sabían los profesores es que sus grupos fueron seleccionados al azar sin ninguna relación con la prueba intelectual (Universidad de Duquesne, 2016).

Así, se concluye que las expectativas (prejuicios) que los profesores suponen son uno de los factores que influye tanto en el rendimiento como en la conducta de los estudiantes, por lo que si un profesor espera buenos resultados de sus alumnos, el rendimiento de éstos se aproxima más a su capacidad de aprendizaje.

En este sentido, Ortega (2006) puntualiza que fortalecer expectativas positivas, consigue un cambio en algún aspecto o conducta del alumno y se logra que experimenten seguridad, además eliminan estrés y/o ansiedad, lo cual les permite afirmar su

autoestima. Todo lo contrario, ocurre con las expectativas negativas pues tienden a reprimir la libertad y autonomía.

Así, las ideas que los docentes tienen con relación a los estudiantes tienden a cumplirse, por tal razón, debemos proyectar cotidianamente actitudes y opiniones que provoquen reacciones positivas en los alumnos para un mejor aprendizaje.

2.5. FUNDAMENTO PEDAGÓGICO.

El paradigma actual de enseñanza se basa en la estandarización de prácticas y contenidos, sin considerar que las personas estudian de diversas maneras y tienen distintas necesidades de aprendizaje; es necesario hacer un cambio, partiendo de las necesidades del estudiante, ayudándolo a comprender y utilizar las capacidades de su inteligencia, pasar de un aprendizaje pasivo a uno activo y de un aprendizaje descontextualizado a uno relacionado con su realidad.

2.5.1. Las perspectivas de los procesos cognitivos desde el constructivismo.

En las dos últimas décadas el constructivismo como visión de la enseñanza y aprendizaje ha aportado un contexto para el desarrollo de diversas líneas de investigación del ámbito psicopedagógico. El constructivismo es una complejidad de respuestas a las cuestiones de quién hace el conocimiento, cómo se hace y sobre qué base se sostiene para adquirir tal concepto (Martínez, 2003).

Las raíces directas del constructivismo las encontramos en diversas perspectivas teóricas como las de Piaget, Vigotsky y Ausubel, entre otros, que de manera independiente hicieron importantes aportaciones al tema del desarrollo cognitivo y que establecen los elementos para que aparezca este nuevo enfoque.

Para los fines de este trabajo los diferentes matices que cada una de estas teorías expone, representan un fundamento esencial para tratar de entender en los adolescentes, los procesos por los que van adquiriendo conocimiento, habilidades para comprender, pensar y utilizarlo para resolver problemas prácticos cotidianos.

2.5.1.1. La teoría de Piaget.

El primero de los constructivismos en aparecer históricamente en escena es el propuesto por Piaget y sus seguidores, denominado “*constructivismo psicogenético*”. El enfoque

piagetiano, se centra en dos aspectos: Primero explica cómo los seres humanos consiguen el conocimiento del mundo que les rodea y segundo el desarrollo intelectual en etapas. Para Piaget la capacidad de incorporar conocimientos dependerá, principalmente, del nivel de su desarrollo cognitivo, es decir, de la maduración de las estructuras físicas heredadas, de las experiencias físicas con el ambiente y de la transmisión social de información y de conocimientos, para alcanzar un nivel superior de actividad mental (Papalia, 2012).

De las cuatro etapas que describe Piaget, solo nos referimos a la etapa de las operaciones formales, la cual comienza durante la adolescencia (11 a los 15 años en adelante). Éste se caracteriza por adquirir la capacidad de pensar en forma abstracta y reflexiva. Aunque antes de la adolescencia los infantes son capaces de cierto pensamiento abstracto.

Sin embargo, es en la adolescencia cuando esas abstracciones cobran un carácter hipotético-deductivo. Por lo tanto, el cambio más importante es que el adolescente logre la transición de sistemas abstractos de pensamiento que le permitan usar el razonamiento lógico, para utilizar sistemas complejos de símbolos, para analizar la lógica intrínseca de un argumento y formar conclusiones correctas, tales como la capacidad de determinar relaciones causa-efecto (Meece, 2001). En este sentido, los adolescentes son capaces de asumir el papel de científicos porque tienen la capacidad para construir y contrastar teorías.

Es importante darse cuenta de que no todos los adolescentes desarrollan tan fácilmente un pensamiento formal, ya que depende de determinadas variables que involucran tanto el modo de cómo se presenta un contenido y las demandas específicas de la tarea; así como las diferencias individuales del propio alumno. Por lo tanto, la labor del profesor, sea cual fuere su asignatura debería consistir en potenciar el desarrollo pleno del pensamiento formal en los adolescentes (Meece, 2001 y Carretero y León, 1990).

2.5.1.2. Teoría socio cultural de Vygotsky.

El constructivismo social representa un crecimiento cognoscitivo dentro de la teoría socio cultural de Vygotsky, el cual nos habla de un proceso colaborativo, donde la interacción entre compañeros y adultos más conocedores los conduce a un desarrollo pleno de las habilidades de percepción, atención y memoria (Papalia, 2012 y Hernández, 2008).

Para Vygotsky el conocimiento no se sitúa ni en el ambiente ni en el individuo, más bien, se localiza dentro de un contexto cultural determinado; donde los procesos mentales del

individuo como recordar y resolver problemas tienen un origen social (Meece, 2001). Para que un individuo pueda dominar e internalizar su aprendizaje, necesita llegar a la **zona de desarrollo próximo** (ZDP). Esta zona incluye las funciones que están en proceso de desarrollo pero que todavía no se desarrollan plenamente. En el contexto educativo la zona de desarrollo próximo representa la brecha que hay entre lo que el alumno puede hacer y lo que todavía no está listo para aprender por el mismo, pero que, con la guía adecuada lograría aprender.

2.5.1.3. Aprendizaje significativo.

Es una teoría que surge del constructivismo como una propuesta para dar cuenta del proceso de aprendizaje que realizan las personas en los contextos escolares. Su finalidad es aportar todo aquello que garantice la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece a los estudiantes, de manera que éstos puedan atribuirle un valor a esos contenidos (Rodríguez, 2011).

De acuerdo con Moreira, (2012) el concepto central de este planteamiento es que el aprendizaje se promueve cuando el alumno relaciona la nueva información con los conocimientos previos que tiene almacenados en su estructura cognitiva. De tal manera que Ausubel defiende un aprendizaje por recepción, que progresa deductivamente, de lo general a lo particular, donde el estudiante logra organizar jerárquicamente el conocimiento que está adquiriendo de forma particular.

En este sentido, el aprendizaje significativo se refiere a proporcionar experiencias de aprendizaje que permitan al alumno utilizar eficazmente lo que ha aprendido cuando se enfrenta a un nuevo problema, debido a que se reconstruyen los esquemas cognitivos de quien aprende (Viera, 2003).

Con relación a Rodríguez, (2011) hay coincidencia en reconocer que cuando aprendemos significativamente, la información que hemos asimilado se retiene por más tiempo (memoria a largo plazo); por el contrario, si el aprendizaje es mecánico, nuestra única posibilidad de uso es reproductiva y en un corto periodo de tiempo.

La propuesta de intervención pretende promover el desarrollo personal de los estudiantes, involucrando las dimensiones cognitiva, afectiva y psicomotora. Destacando así la reflexión sobre lo que están aprendiendo para lograr resolver problemas en el contexto en que viven y enfrentan en cuestiones de salud.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.

“Todo diseño es guiar la acción, de modo que lo valioso es la acción y no el diseño mismo”

(Gvirtz y Palamidessi, 2006)

3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.

El diseño metodológico que se realizó en este tipo de estudio se determinó como Prospectivo, longitudinal, comparativo y *cuasi-experimental* (Méndez et al., 1990). En el ámbito educativo los estudios *cuasi-experimentales*, conllevan a una disminución de su validez interna, debido a la no asignación del grupo de forma aleatoria. Sin embargo, este tipo de investigaciones tienen lugar en situaciones reales, lo que hace que su validez externa aumente, ya que los resultados obtenidos son más representativos para generalizar los resultados a otros grupos y/o sujetos (Rodríguez y Valldeuriola, 2009).

3.1.1. Caracterización de la muestra.

Para este estudio se trabajó con 121 alumnos que cursaban la asignatura de Biología IV de la Escuela Nacional Preparatoria UNAM, Plantel número 8 “Miguel E. Schulz” del ciclo escolar 2015-2016. La muestra se dividió en dos: La primera muestra se mantuvo como grupo piloto, la cual se conformó de 50 alumnos mixtos del turno matutino.

La segunda muestra se integró de 71 alumnos mixtos del turno vespertino, la cual se subdividió al azar en dos grupos: control y experimental. El grupo control fue conformado de 37 alumnos y el grupo experimental de 34 alumnos. Las edades que presentaban ambas muestras oscilaban entre los 15 y 17 años.

3.1.2. Instrumento de evaluación.

El cuestionario Pretest-Postest fue seleccionado de acuerdo con la clasificación Campbell y Stanley (1963, citado por Rodríguez, 2011) como instrumento de evaluación principal para medir los conocimientos de genética que deben aprender los alumnos durante el trabajo práctico. Se aplicó, tanto para el grupo piloto, como para el grupo control y el experimental. Los resultados obtenidos generalmente se expresan en promedios para compararlos desde el interior de cada muestra y entre la muestra conformada por el grupo control y el experimental.

De esta manera se pretende estimar hasta qué punto la diferencia encontrada en cada una de las muestras puede considerarse un producto al azar o una diferencia significativa.

Para efectos de este estudio se diseñó un primer cuestionario de conocimientos para el turno matutino, el cual consistió de 24 reactivos (Anexo 1 y 2). El propósito de este primer cuestionario fue por un lado, proporcionarnos información sobre las concepciones del estudiante en aspectos de la herencia biológica, cambios y la interacción del ambiente-genotipo; y por el otro, valorar el propio instrumento. En la tabla 3.1 se describe el tipo de reactivos, cantidad y contenido a evaluar.

Tabla 3.1. Descripción del primer cuestionario del Pretest-Postest.

Categoría del reactivo	Cantidad de preguntas	Contenido a evaluar
Opción múltiple	8	Conceptual
Relación de columnas	5	Conceptual
Abierta	6	Conceptual y Procedimental
Verdadero / falso	5	Actitudinal
Total reactivos	24	

La aplicación del primer cuestionario, nos permitió definir un segundo cuestionario para los grupos del turno vespertino (grupo control y experimental). Este segundo cuestionario se constituyó de menos reactivos y solo de dos categorías, en la tabla 3.2: se describe la organización del segundo cuestionario (Anexo 3).

Tabla 3.2. Descripción del segundo cuestionario del Pretest-Postest.

Categoría del reactivo	Cantidad de preguntas	Contenido a evaluar
Opción múltiple	10	Conceptual y procedimental
Verdadero / falso	5	Conceptual y actitudinal
Total reactivos	15	

La validez del propio instrumento de evaluación Pretest - Postest es una de las cualidades que contribuyen a asegurar la calidad de los datos obtenidos (Rodríguez y Valldeuriola, 2009). Para el propósito de este estudio se consideró en los reactivos de opción múltiple el funcionamiento de sus distractores y el índice de discriminación, el cual determina si un reactivo mide la misma habilidad o competencia (Backhoff *et al.*, 2000).

Por lo cual, se espera que quien tuvo una puntuación alta en toda la prueba tendrá altas probabilidades de contestar correctamente el reactivo; también debemos esperar lo contrario, es decir, quien tuvo bajas puntuaciones en la prueba, tendrá pocas probabilidades de contestar correctamente el reactivo.

Así, un buen reactivo debe discriminar entre aquellos que obtuvieron buenas calificaciones en la prueba y aquellos que obtuvieron bajas calificaciones (Arocena *et al.*,

2010). Existen varias maneras equivalentes de calcular el índice de discriminación, en este trabajo utilizaremos la siguiente fórmula:

$$D_i = \frac{GA_{aciertos} - GB_{aciertos}}{N_{grupomayor}}$$

Dónde:

D_i = Índice de discriminación del reactivo **i**

GA_{aciertos} = Número de aciertos en el reactivo **i** del 27% de personas con las puntuaciones más altas en la prueba.

GB_{aciertos} = Número de aciertos en el reactivo **i** del 27% de personas con las puntuaciones más bajas en la prueba.

N_{grupomayor} = Número de personas en el grupo más numeroso (GA o GB).

Entre más alto es el índice de discriminación, el reactivo diferencia mejor a las personas con altas y bajas calificaciones. Si todas las personas del GA contestan correctamente un reactivo y todas las personas del GB contestan incorrectamente, entonces **D** = 1 (valor máximo de este indicador); si sucede lo contrario, **D** = -1 (valor máximo negativo); si ambos grupos contestan por igual, **D** = 0 (valor mínimo de discriminación) (Arocena *et al.*, 2010).

En la tabla 3.3 se muestran los valores de “**D**” y su correspondiente interpretación. Asimismo, en la tabla se señalan las recomendaciones para cada uno de estos valores (Backhoff *et al.*, 2000).

Tabla 3.3. Poder de discriminación de los reactivos según su valor “D”

D	CALIDAD	RECOMENDACIONES
> 0.39	Excelente	Conservar
0.30 - 0.39	Buena	Posibilidades de mejorar
0.20 - 0.29	Regular	Necesidad de revisar
0.00 - 0.20	Pobre	Descartar o revisar a Profundidad
< -0.01	Pésima	Descartar definitivamente

3.1.3. Procedimiento.

Se realizaron dos intervenciones para este estudio:

La primera intervención se llevó a cabo en el grupo piloto. Una semana antes de la intervención se les aplicó el pretest, después en la siguiente semana se iniciaron las actividades del tema “Los principios de la Herencia”. Un aspecto importante en los

alumnos de este grupo, es que no habían visto previamente el tema de herencia biológica, aunque sí se había introducido el estudio de la célula, por parte del profesor titular del grupo. Por lo cual, se les solicitó que realizaran un glosario de los conceptos abordados en la clase.

Posteriormente, la instrucción se caracterizó en un trabajo práctico a partir del modelo de la mosca y en un enfoque de aprendizaje significativo (Fig. 3.1). Las actividades que se realizaron estaban encaminadas hacia una reflexión sobre lo aprendido hasta ese momento, así como un proceso para concientizar a los jóvenes estudiantes sobre factores de riesgo hacia su salud y vida reproductiva. Al final de cada sesión los estudiantes entregaron su ficha práctica de trabajo para anexarlo a su folder de evidencias. El cuestionario postest se aplicó un mes después de la intervención.

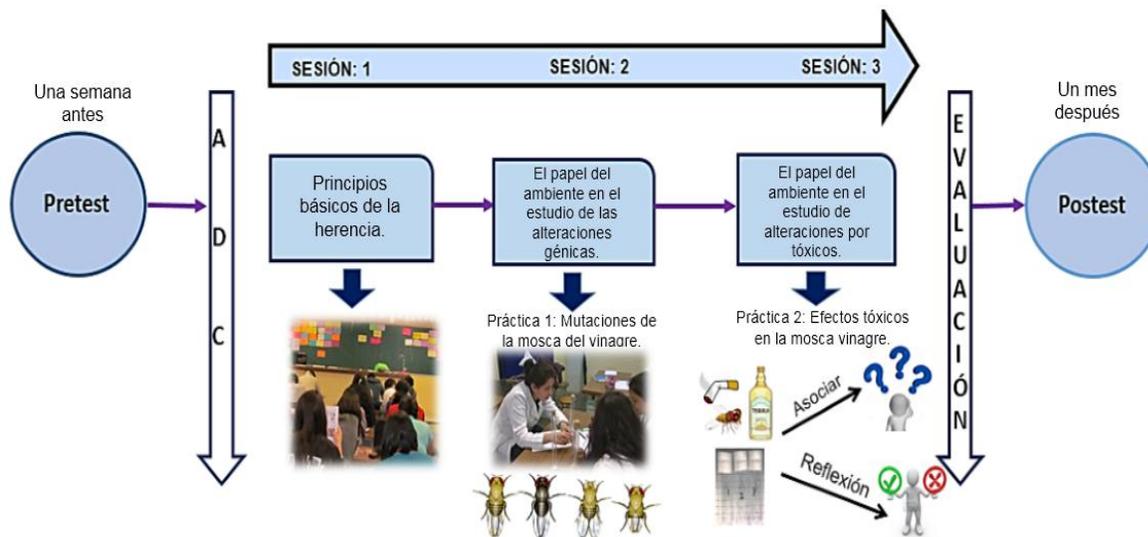


Fig. 3.1 Esquema general del diseño metodológico del grupo piloto. La flecha de la izquierda indica los tres momentos de cada sesión donde, **A**: apertura; **D**: desarrollo y **C**: cierre. La flecha de la derecha indica la evaluación durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje (diagnóstica, formativa y sumativa).

La segunda intervención se trabajó a partir del análisis que se realizó en la primera sesión. Se realizaron modificaciones para adecuar y mejorar la estrategia didáctica en los siguientes aspectos:

- En el cuestionario de conocimientos pretest-postest.
- Se reordenaron las actividades para ajustarlas a un menor tiempo de intervención, de 300 minutos a 200 minutos de clase.
- Se involucró a un grupo control.

Los alumnos del 562 conformaron el grupo control y los del 565 conformaron el grupo experimental, ambos del turno vespertino. Los dos grupos ya habían visto el tema de herencia biológica. No obstante el profesor titular accedió a que retomáramos el contenido de herencia bajo el tema propuesto en la estrategia didáctica: *“Interacción ambiente-genotipo”*. En la figura 3.2 se muestra el esquema general del diseño metodológico de la segunda intervención.

El cuestionario pretest se aplicó tanto para el grupo control como el experimental, en su respectivo horario de clase el mismo día y una semana antes de la intervención. En la primera sesión ambos grupos (control y experimental) realizaron las mismas actividades y con iguales recursos didácticos para conformar su marco conceptual. Posteriormente el trabajo práctico se caracterizó en desarrollar los mismos temas, pero con diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje. De tal manera que ambos grupos realizaron sus actividades con igual número de sesiones y con los mismos tiempos.

La intervención del grupo control se basó en una instrucción habitual, en el cual el tema se abordó de forma expositiva por parte del profesor y además se complementaba con una serie de lecturas (Anexos 13 y 14) para enriquecer el tema. Al final los alumnos entregaron 3 cuestionarios en un formato de preguntas abiertas, los cuales se anexaron a su folder de evidencias. Los resultados obtenidos del grupo control se utilizaron para compararlos con los del grupo experimental.

En el caso del **grupo experimental** la instrucción estuvo apoyada de la estrategia didáctica, en el cual el profesor les planteó una experiencia práctica por medio del modelo de la mosca como MDA. Esta experiencia valió como modelaje con la intención de que los estudiantes por un lado, trabajaran de forma participativa en cada una de las actividades y por el otro, desarrollaran un pensamiento científico. Al final, los alumnos entregaron por equipos y de forma individual sus fichas de trabajo, las cuales se anexaron a su folder de evidencias.

En cada uno de los grupos (piloto, control y experimental) el profesor a cargo de la intervención les brindó en todo momento el apoyo y asesoría para el desarrollo de cada una de sus actividades durante el tiempo de horas clase.

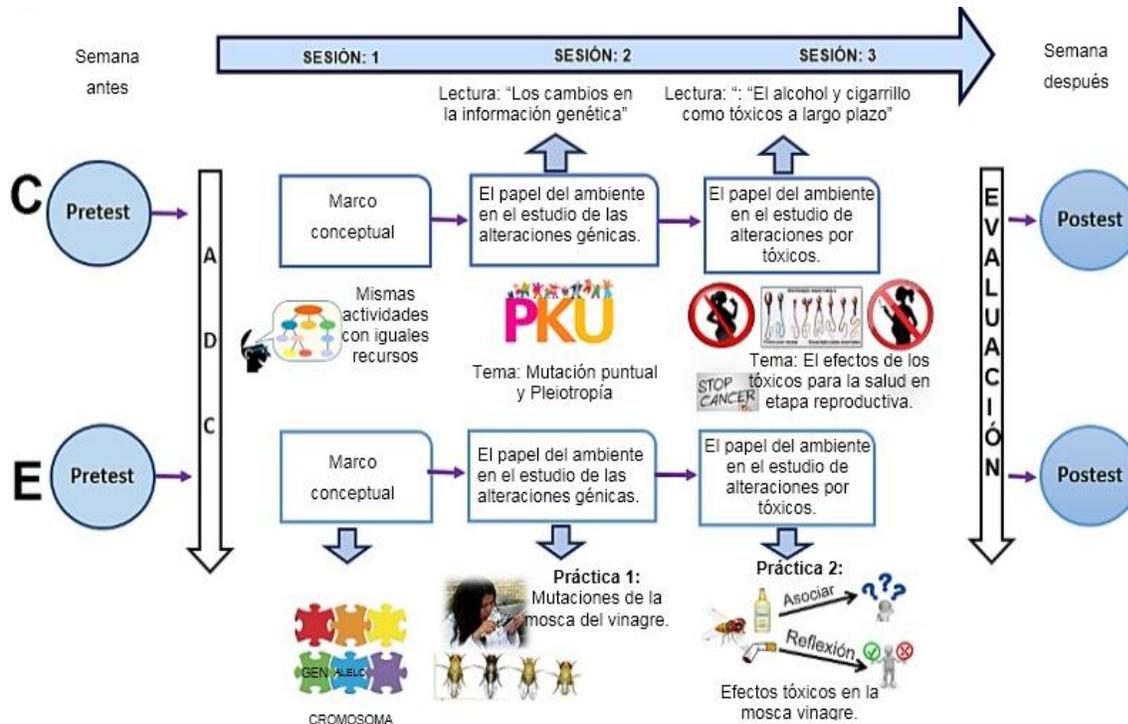


Fig. 3. 2 Esquema general del diseño metodológico de la segunda intervención (**C**: control y **E**: experimental). La flecha de la izquierda indica los tres momentos de cada sesión donde, **A**: apertura; **D**: desarrollo y **C**: cierre. La flecha de la derecha indica la evaluación durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje (diagnóstica, formativa y sumativa)

3.2. LA SECUENCIA DIDÁCTICA.

La secuencia didáctica se entiende como el plan de actuación del profesor, donde se explicitan aquellos aspectos del sistema didáctico fundamentales como los objetivos de aprendizaje, los tiempos, evaluación y recursos, entre otros. A demás de ser un aspecto central de la metodología práctica necesaria para estructurar el trabajo del aula de manera sistemática, en la relación estudiante, profesor, saber y entorno (Guerrero, Sánchez y Lurduy, 2005).

3.2.1. La Secuencia Didáctica en el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria UNAM.

La propuesta de intervención pedagógica, ha sido desarrollada para el curso de Biología IV, el cual se ubica en el mapa curricular de la Escuela Nacional Preparatoria en el quinto año del bachillerato. Pertenece al área de formación de las Ciencias Naturales, de índole obligatoria del núcleo Básico.

El programa de Biología IV tiene un carácter teórico-práctico, por lo que se proponen tres horas semanales teóricas y una práctica. El entrecruzamiento curricular que mantiene con las asignaturas del quinto año son: Química III y Educación para la Salud. Además, este curso de Biología IV sirve de antecedente a las asignaturas de Biología V y Temas Selectos de Biología, ambas orientadas hacia alguna carrera del área de Ciencias biológicas y de la salud.

3.2.2. Recursos didácticos.

El uso de recursos didácticos en la organización de las sesiones y el trabajo grupal, nos favorece, porque aligera y ordena la carga de trabajo tanto para los profesores como para los estudiantes. Los medios didácticos y los recursos educativos en general contribuyen con nuestra labor para proporcionarnos información, guiar los aprendizajes, ejercitar habilidades, motivar, proporcionar simulaciones y entornos para la expresión, creación e innovación, entre otros (Pere Marqués, 2000).

En el Marco Institucional para la Docencia en la UNAM, se establece que en el desarrollo de la actividad docente se recurre a diversos tipos de recursos físicos y materiales (métodos, técnicas, procedimientos y recursos de apoyo) que forman parte del proceso de enseñanza y aprendizaje (Fragoso, 2012).

En este sentido para apoyar y guiar el aprendizaje de los alumnos se diseñó un blog, diseñado para esta propuesta de intervención, con el propósito de motivar, despertar y mantener el interés de los estudiantes para aprender a aprender. El blog (<http://interacciondelambienteylelgenotipo.blogspot.mx/>) es un medio para proporcionar información de manera organizada y confiable.

3.2.3. Evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La evaluación representa un proceso que abarca todas las dimensiones de la personalidad del alumnado (cognitiva, psicomotora, comunicativa, afectiva, social) y no debe centrarse de forma exclusiva en el rendimiento académico (García-Parra, 2010).

Con base en Molina, (1997) la evaluación debe ser vista de manera integral en el proceso de enseñanza y aprendizaje del aula, lo cual implica que debe de alcanzarse cierta calidad, al ser congruente con el enfoque curricular, los objetivos o metas del programa y con los de la disciplina a enseñar durante la acción docente. En este sentido, no se pueden alcanzar cambios significativos en los procesos educativos si no se asumen cambios e innovaciones en la práctica evaluativa.

Para los fines de este proyecto se diseñaron rúbricas de tipo analíticas (Anexo 4), las cuales no solo permiten identificar los puntos fuertes y/o débiles, sino además proporcionan información precisa para valorar habilidades procedimentales y actitudinales, así como la retroalimentación a los estudiantes para que conozcan lo que requieren mejorar.

En este sentido, las rúbricas son un recurso para una evaluación integral y formativa, valorando los aprendizajes considerados subjetivos y productos realizados. Además, permite que los estudiantes identifiquen con claridad la relevancia de los contenidos y los objetivos de los trabajos académicos establecidos (Gatica-Lara *et al.*, 2013).

3.2.4. Descripción de la secuencia didáctica.

La secuencia didáctica se organizó para ejecutarse en 3 sesiones de 100 minutos. Sin embargo, es importante aclarar que el desarrollo de las actividades deben ser percibidas como una propuesta flexible que puede y debe adaptarse a la realidad concreta a la que se vive hoy por hoy en nuestras aulas. Está integrada por tres momentos fundamentales como son: Apertura, Desarrollo y Cierre.

SESIÓN 1

Lugar de trabajo: Laboratorio de Ciencias Biológicas.

Tiempo aproximado: 100 minutos.

ENCUADRE. Se realizó la presentación, por medio de una dinámica llamada: “El escudo”, para propiciar una relación cordial y de confianza entre el docente y los alumnos. Además de darles a conocer la temática a desarrollar y los propósitos a alcanzar.

- **APERTURA.**

Comenzamos por averiguar cuáles eran las ideas previas del grupo en general, a través de la pregunta ¿A qué se refiere el término herencia? Además de promover la participación por parte de los alumnos.

- **DESARROLLO.**

Se trabajó en la construcción del marco conceptual para que el alumno reconociera los conceptos incluyentes en la interpretación del tema interacción ambiente-genotipo en el estudio de las alteraciones genéticas.

• **CIERRE**

Cada integrante del equipo realizó un glosario de los conceptos abordados durante la clase.

- **Evidencias a recopilar:**
 - El rompecabezas armado, respondiendo a la pregunta asignada (Anexo 5).
 - Glosario.
- **Instrumentos de evaluación.**
 - Lista de cotejo (Anexo 5).
 - Rúbrica
 - Folder de evidencias.

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL: 8 "Miguel E. Schulz."		
PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: Biología 4	CLAVE: 1502	AÑO ESCOLAR: Quinto.
TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.	FECHA:	
Propósito Unidad: El alumno comprenderá los procesos biológicos que permiten la continuidad de la vida y su importancia como característica de unidad y diversidad en los seres vivos, lo que le facilitará entender su propio desarrollo y el de las demás formas de vida.		
TEMA: Principios de la Herencia.		
APRENDIZAJE: Conozcan los principios básicos que rigen la transmisión de las características hereditarias como un proceso para la continuidad de la vida.		
Número de sesión: 1		

Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Estrategias de enseñanza	Estrategias de Aprendizaje	Evaluación	Escenario y recursos académicos	Bibliografía Docente
1. <i>herencia</i> 2. <i>Cromosomas</i> 3. <i>Gen</i> 4. <i>Alelo</i> 5. <i>Genotipo</i> 6. <i>Fenotipo</i> 7. <i>Mutación</i>	<p>Conceptuales:</p> <p>Identifican y describen los conceptos de: Herencia, cromosomas, gen, alelo, fenotipo y genotipo, para relacionarlos con la transmisión de las características hereditarias como un proceso para la continuidad de la vida.</p> <p>Procedimentales</p> <p>Relacionan estos conceptos con la transmisión de las características hereditarias en los procesos para la continuidad de la vida.</p> <p>Actitudinales:</p> <p>Adquiere una disciplina de trabajo y responsabilidad en las tareas a realizar.</p> <p>Demuestra la capacidad de</p>	<p>Apertura</p> <p>1. Para empezar a conducir el aprendizaje del alumno, el profesor proyectará una serie de imágenes alusivas al tema: Herencia, como foco introductorio.</p> <p>2. Exploración de sus ideas previas partiendo de la pregunta: ¿A qué se refiere el término herencia?</p> <p>Desarrollo</p> <p>3. El profesor formará equipos de trabajo para que los alumnos respondan a la pregunta que les fue asignada por medio de la técnica del rompecabezas. Para explicar su pregunta los alumnos deberán proponer 3 palabras relacionadas con su respuesta.</p> <p>4. Posteriormente cada equipo elegirá un representante para que explique su pregunta. El profesor retroalimentará a los equipos en cada una de sus intervenciones.</p> <p>5. El profesor retomará cada una de las palabras que los equipos propusieron para integrarlas en un marco conceptual sobre la localización, transmisión y cambios de las características hereditarias.</p> <p>Cierre</p>	<p>Apertura</p> <p>Bienvenida, saludo cordial. Presentación del tema.</p> <p>Posteriormente se establecerán los objetivos de aprendizaje, determinando los resultados que los estudiantes deben alcanzar al terminar la sesión.</p> <p>1 y 2. Los alumnos participarán a través de la expresión de sus ideas en relación a las imágenes y la pregunta detonadora.</p> <p>Desarrollo</p> <p>3 y 4. Los equipos identificarán los conceptos clave para dar respuesta a cada una de sus preguntas. El trabajo deberá ser realizado mediante la participación de todos los integrantes.</p> <p>Cierre</p> <p>6. Los alumnos anotarán los conceptos vistos en clase, para armar su glosario conceptual.</p>	<p>Diagnóstica</p> <p>1.- Análisis de sus respuestas por parte de los alumnos en la expresión de sus ideas.</p> <p>Formativa</p> <p>2 al 4.- examinar el dominio de los conceptos y detectar las confusiones que existan en los alumnos durante la clase, por medio de:</p> <p>a) Una lluvia de ideas realizada durante su participación grupal.</p> <p>b) Actitud y participación de los alumnos durante el trabajo realizado en clase en cada una de las actividades.</p> <p>c) Habilidades que los alumnos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pizzarrón y plumones • Hojas de colores y blancas • Plumones • Imágenes. <p>Anexos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de cotejo. ✓ Folder de evidencias 	<p>Audesirk., (2013). <i>Biología: La vida en la Tierra con fisiología</i>. Novena Edición. Pearson Educación, México. 992Pp.</p> <p>Bugallo, A. (1995): <i>La didáctica de la genética: revisión bibliográfica</i>. Enseñanza de las Ciencias, 13 (3). 188-385.</p> <p>Curtis, Barnes, Schnek et al., (2008). <i>Biología</i>. Séptima edición. Panamericana. 1009 Pp.</p> <p>Contijoch, P. Monserrat.</p>

	trabajar de forma colaborativa, aportando sus puntos de vista, fomentando el trabajo individual entre los equipos.	El profesor realizará una retroalimentación oral de los contenidos revisados en esta clase., así mismo invitará a los alumnos a elaborar un glosario y visitar el blog: "Genética y ambiente" (http://interacciondelambienteyelgenotipo.blogspot.mx/2015/09/los-experimentos-de-mendel-y-el.html) para realizar una autoevaluación y dar un seguimiento de su aprendizaje. Además de recomendar material para ampliar los temas.		alcanzaron para el logro de los objetivos de aprendizaje. d) Identificación y relación de los conceptos en la construcción de su aprendizaje. SUMATIVA Observación y análisis del trabajo realizado a lo largo de toda la clase.	(2007). Introducción a la genética: un mensajero hereditario. Editorial Trillas. 168pp. Griffiths et al., (2008). Genética. Novena edición. Editorial Mc Graw Hill. 235-248Pp.
--	--	--	--	---	---

SESIÓN 2

Lugar de trabajo: Laboratorio de Ciencias Biológicas.

Tiempo aproximado: 100 minutos.

- **APERTURA.**

Se inició con una retroalimentación, por medio de preguntas dirigidas y en la construcción de un mapa conceptual, para detectar las dudas o confusiones de manera global. La finalidad que se buscaba era que los alumnos establezcan las conexiones entre lo que ya saben y lo que aprendieron.

- **DESARROLLO.**

Para lograr que el alumno conozca el papel que juega el ambiente con el genotipo de los organismos y cuál es su importancia para el estudio de las alteraciones genéticas, se usó el modelo de la mosca.

El alumno realizó una apreciación de una característica fenotípica (conducta: locomoción) entre el silvestre con los tres mutantes de *Drosophila melanogaster* (*ebony*, *miniature* y *white*). Los equipos analizaron los datos observacionales obtenidos, para realizar un cuadro comparativo entre las similitudes y diferencias encontradas para cada mutante con respecto al silvestre. La sesión se guió por medio de una serie de preguntas, para generar en los alumnos el análisis de sus inferencias y llegar a identificar y describir los conceptos de fenotipo, genotipo, alelo y mutación.

En esta actividad se favoreció el trabajo en equipo, además de reconocer el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.

- **CIERRE.**

Los alumnos incorporaron los conceptos nuevos al glosario para seguir con su aprendizaje. Asimismo, el profesor realizó la retroalimentación continua en cada

equipo de trabajo y de manera general, concluyendo la actividad con una reflexión sobre los conceptos abordados durante la clase, de tal manera que los alumnos alcancen a integrar sus conocimientos entre el modelo de la mosca (análogo) y el estudio de la alteración fenilcetonuria, con relación causa-efecto y la interacción del ambiente.

- **Evidencias a recopilar.**
 - Cuadro comparativo de los mutantes de *D. melanogaster* (Anexo 7).
 - Ficha práctica de trabajo (Anexo 8).
- **Instrumentos de evaluación.**
 - Rúbrica
 - Lista de cotejo (Anexo 9)
 - Folder de evidencias.

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL: 8 "Miguel E. Schulz."		
PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: Biología 4	CLAVE: 1502	AÑO ESCOLAR: Quinto.
TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.	FECHA:	
Propósito Unidad: El alumno comprenderá los procesos biológicos que permiten la continuidad de la vida y su importancia como característica de unidad y diversidad en los seres vivos, lo que le facilitará entender su propio desarrollo y el de las demás formas de vida.		
TEMA: Alteraciones genéticas: Interacción ambiente-genotipo.		
APRENDIZAJE: Conozcan cómo el ambiente interacciona con el genotipo de un organismo, para comprender los efectos fenotípicos en el estudio de las alteraciones genéticas.		
Número de sesión: 2		

Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Estrategias de enseñanza	Estrategias de Aprendizaje	Evaluación	Escenario y recursos académicos	Bibliografía Docente
<p><i>Ambiente</i> <i>Gen</i> <i>Alelo</i> <i>Dominante/ recesivo</i> <i>Genotipo</i> <i>Fenotipo</i> <i>Mutación</i> <i>Pleiotropía</i></p>	<p>Conceptuales:</p> <p>Reconoce los conceptos de: mutación, cromosoma, gen, genotipo, fenotipo y ambiente, para relacionarlos con los cambios ocurridos a nivel génico en la transmisión de las características hereditarias.</p> <p>Conoce cómo interacciona el ambiente con el genotipo de un organismo, para comprender los efectos fenotípicos en el estudio de las alteraciones genéticas</p> <p>Procedimentales</p> <p>Reflexiona el papel de la alteración</p>	<p>Apertura</p> <p>1. El profesor realizará un resumen de los contenidos revisados la sesión anterior a través de la construcción de un mapa conceptual, para detectar las dudas o confusiones de manera global.</p> <p>Desarrollo</p> <p>2. El profesor realizará una exposición-discusión para empezar a guiar el aprendizaje de los alumnos, a partir de la reflexión de las siguientes preguntas: ¿Qué es una mutación? ¿Qué importancia tendría estudiar los cambios ocurridos en la información genética?, ¿Qué relación existe entre la función del gen, el sistema biológico y su fenotipo observado?, ¿Existe una relación entre el genotipo del individuo y su ambiente?</p> <p>3. El profesor solicitará a los alumnos que observen y comparen tres mutantes de <i>D. melanogaster</i> (ebony, white y miniature) con relación al silvestre,</p>	<p>Apertura</p> <p>Bienvenida, saludo cordial. Presentación de los objetivos de aprendizaje, determinando los resultados que los estudiantes deben alcanzar al terminar la sesión.</p> <p>1. Los alumnos participarán y retroalimentarán el resumen del profesor.</p> <p>Desarrollo.</p> <p>2. Los alumnos participarán a través de la expresión de sus ideas con relación a las preguntas.</p> <p>3. Los alumnos realizarán una reflexión sobre las preguntas efectuadas por el profesor y los conceptos abordados en la clase anterior, mediante la relación y construcción de su cuadro comparativo.</p> <p>4. En equipos los alumnos participarán en la ejecución de actividades</p>	<p>Diagnóstica</p> <p>1. Preguntas guía hacia los alumnos durante la retroalimentación de los temas vistos la sesión anterior.</p> <p>Formativa</p> <p>1 a la 4. examinar el dominio de los conceptos y detectar las confusiones que existan en los alumnos durante la clase, por medio de:</p> <p>A) Revisión de las actividades realizadas en la construcción del mapa conceptual.</p> <p>B) Revisión, actitud y participación de los alumnos durante el trabajo realizado</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pizarrón y plumones ● Hojas de colores y blancas ● Plumones ● Equipo de proyección. ● Cepas de <i>Drosophila melanogaster</i> (silvestre, <i>ebony</i>, <i>white</i> y <i>miniature</i>) ● Video de fenilcetonuria Anexos: ✓ Lista de cotejo. ✓ Folder de evidencias 	<p>Audesirk., (2013). Biología: La vida en la Tierra con fisiología. Novena Edición. Pearson Educación, México. 992Pp.</p> <p>Bugallo, A. (1995): La didáctica de la genética: revisión bibliográfica. Enseñanza de las Ciencias, 13 (3). 188-385.</p> <p>Curtis, Barnes, Schnek et al., (2008). Biología. Séptima edición. Panamericana. 1009 Pp.</p> <p>Contijoch, P. Monserrat. (2007). Introducción a la genética: un mensajero hereditario. Editorial Trillas. 168pp.</p> <p>Díaz F., (2010) Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Tercera</p>

<p>genética con relación a la función del gen y los fenotipos expresados por un único gen.</p> <p>Elabora una gráfica, a través del análisis de sus datos obtenidos en función del modelo biológico, para explicar los efectos fenotípicos en las alteraciones de un gen.</p> <p>Analiza la influencia de la interacción ambiental que tienen los seres vivos con el genotipo, a través del análisis en los efectos fenotípicos de las alteraciones metabólicas.</p> <p>Actitudinales: Demuestra un interés por desarrollar valores y una responsabilidad frente al desarrollo científico y social.</p>	<p>mediante la elaboración de un cuadro comparativo. El profesor guiará y retroalimentará de manera oral a los alumnos durante la actividad.</p> <p>4. A partir del cuadro comparativo y las siguientes preguntas: ¿Qué otro efecto tendrán estos genes?, ¿existirá una influencia del ambiente en el gen?, etc. El profesor invitará a los alumnos a dar respuesta a estas preguntas a partir de una evaluación del gen mediante la locomoción, calculando la velocidad entre el silvestre y los 3 mutantes (ebony, white y miniatura) de <i>Drosophila melanogaster</i>, para desarrollar las habilidades de organización de datos, análisis de resultados, y finalmente hacer una interpretación escrita de lo esperado con lo observado. El profesor realizará una retroalimentación para articular los conceptos y la actividad realizada.</p> <p>Cierre 5. El profesor llevará acabo la proyección de un video, sobre un caso de Fenilcetonuria en México. Posteriormente les solicitará que en equipos respondan y reflexionen las siguientes preguntas: ¿Qué causas y efectos están asociadas con esta alteración? ¿Cómo se hereda esta alteración? ¿Qué factor ambiental está asociado con esta alteración? Para la siguiente clase.</p> <p>6. El profesor realizará un resumen oral de los contenidos revisados en esta sesión (incluir glosario). Finalmente, para dar un seguimiento de su aprendizaje con la relación a la siguiente pregunta de reflexión: ¿Es importante conocer cómo influye el ambiente en el genotipo de un organismo? (Para abrir la siguiente sesión)</p>	<p>que fortalezcan sus habilidades de observación, organización, análisis e interpretación de datos, para que los alumnos reconozcan, por un lado, la capacidad del trabajo en equipo en las actividades del ámbito de la investigación científica y por otro que el alumno integre y amplíe su conceptos en analogía al estudio de las alteraciones genéticas.</p> <p>Cierre 6. Los alumnos anotarán los conceptos vistos en clase, para seguir armando su glosario conceptual.</p>	<p>en cada una de las actividades, expresado tanto de manera oral como escrita durante la clase.</p>		<p>edición. México. McGraw Hill.</p> <p>Griffiths. Wessler, Lewontin y Sean. (2008). Genética. Novena edición. Editorial Mc Graw Hill. 235-248Pp</p> <p>López F y Hinojosa Elsa., (2008). Evaluación del Aprendizaje: Alternativas y nuevos desarrollos. Trillas, México. 142Pp.</p> <p>Torres, José. (2012). Video: Fenilcetonuria Programa de Diálogos once tv México emisión No. 2. Recuperado 3 de agosto del 2015. https://www.youtube.com/watch?v=oV1PK0MJEcY</p>
--	--	---	--	--	--

SESIÓN 3

Lugar de trabajo: Laboratorio de Ciencias Biológicas.

Tiempo aproximado: 100 minutos.

• **APERTURA.**

Se comenzó con un resumen de los temas y conceptos vistos las dos clases anteriores. La finalidad fue realizar una evaluación formativa, para detectar en los

alumnos los conocimientos adquiridos, así como también detectar las dudas que todavía persistan en los alumnos.

- **DESARROLLO.**

En esta última sesión se buscó que el alumno tomara conciencia del trabajo que hasta ahora ha realizado para alcanzar a comprender que todo organismo es el resultado de una interacción única entre los genes y el ambiente en el que habita. Nuevamente con el modelo de la mosca se introdujo a los alumnos en una dinámica experimental, donde ellos realizaron una evaluación experimental de dos tóxicos (alcohol y cigarrillo) entre tres muestras de moscas tipo silvestre. Los equipos discutieron sus resultados con respecto a sus observaciones obtenidas e infirieron que tubo (muestra) es el grupo control, cuál estuvo expuesto al alcohol y cuál al cigarrillo.

Al conseguir un acercamiento sobre esta compleja interacción entre el genotipo de los seres vivos y de ciertos tóxico es esencial para que los alumnos desarrollen habilidades que les permita trabajar dentro del ámbito de la investigación y además a valorar los efectos pleiotrópicos de estas dos sustancias como parte de su vida reproductiva.

- **CIERRE.**

Se realizó la retroalimentación continua en cada equipo, además se resumió los puntos más relevantes de la clase. Los alumnos se autoevaluaron sobre lo que aprendieron, además de expresar por medio de un cuestionario lo que más les gusto y no les gusto del mismo). Finalmente se dieron los agradecimientos.

- **Evidencias recopilar.**

- Rúbrica
- Ficha práctica de trabajo (anexo 10).
- Evaluación cualitativa autoevaluación (anexo 11).
- Evaluación cualitativa coevaluación (anexo 12).

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL: 8 "Miguel E. Schulz."		
PROGRAMA DE LA ASIGNATURA: Biología 4	CLAVE: 1502	AÑO ESCOLAR: Quinto.
TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.	FECHA:	
Propósito Unidad: El alumno comprenderá los procesos biológicos que permiten la continuidad de la vida y su importancia como característica de unidad y diversidad en los seres vivos, lo que le facilitará entender su propio desarrollo y el de las demás formas de vida.		
TEMA: Alteraciones genéticas: Interacción ambiente-genotipo.		
APRENDIZAJE: Conozcan como el ambiente interacciona con el genotipo de un organismo, para comprender los efectos fenotípicos en el estudio de las alteraciones genéticas.		
Número de sesión: 3		

Contenido	Objetivos de Aprendizaje	Estrategias de enseñanza	Estrategias de Aprendizaje	Evaluación	Escenario y recursos académicos	Bibliografía Docente
<p><i>Ambiente</i> <i>Genotipo</i> <i>Fenotipo</i> <i>Mutación</i> <i>Pleiotropía</i> <i>Mutágeno</i></p>	<p>Conceptuales: Interpreten el concepto de mutágeno, para relacionarlo con los cambios fenotípicos ocurridos durante su vida reproductiva.</p> <p>Procedimentales Desarrollen habilidades para analizar, reflexionar y discutir en equipo acerca de los efectos del alcohol y cigarrillo, como agente mutagénico.</p> <p>Actitudinales: Reconozca y comprenda las implicaciones de las alteraciones genéticas, permitiendo que los alumnos apliquen estos conocimientos en sus actividades cotidianas para mejorar su calidad de vida.</p>	<p>Apertura 1. El profesor realizará un resumen de manera oral de los contenidos revisados la sesión anterior. Además de retomar las preguntas que se quedaron pendientes sobre la alteración fenilcetonuria. Mediante esta actividad se busca realizar una evaluación formativa, así como también detectar las dudas de los mismos.</p> <p>Desarrollo 2. El profesor solicitará que realicen una evaluación experimental de dos tóxicos (alcohol y cigarrillo) entre tres muestras de moscas tipo silvestre, para que analicen, comparen y asocien las características fenotípicas (coordinación, orientación y velocidad). Para promover una actitud científica. 3. El profesor realizará una lluvia de ideas para que cada equipo exprese la conclusión de sus resultados obtenidos; con la finalidad de propiciar una alta participación por parte de los alumnos, favorecer la recuperación de información, y la creación de nuevos conocimientos. 4. Posteriormente el profesor les entregará a cada equipo una ficha informativa sobre los efectos a largo plazo del alcoholismo y el tabaquismo. Mediante esta actividad se pretende promover en el alumno una reflexión sobre las implicaciones de ciertos tóxicos como parte de su vida reproductiva. 5. La profesora integrará y ampliará el significado de ciertos procesos ambientales vinculados con alteraciones de las características hereditarias, a través de preguntas: ¿Las mutaciones sólo se transmiten a través de nuestros progenitores? ¿El genotipo puede cambiar a lo largo de la vida? ¿Cuáles son los agentes externos que aumentan las tasas de mutación?, etc.</p> <p>Cierre 6. El profesor realizará un resumen oral de los contenidos revisados en esta sesión, con la finalidad de reforzar lo aprendido durante las clases anteriores, detectar las posibles dudas que existan en los alumnos. Además de completar su glosario. Agradecimientos por su participación: Supervisor Docente y Estudiantes.</p>	<p>Apertura Bienvenida, saludo cordial. Presentación de los objetivos de aprendizaje, determinando los resultados que los estudiantes deben alcanzar al terminar la sesión.</p> <p>1. Los alumnos participarán y retroalimentarán el resumen del profesor y expresaran sus ideas con relación a las preguntas sobre la fenilcetonuria.</p> <p>Desarrollo 2. Los alumnos trabarán con el modelo biológico <i>Drosophila melanogaster</i>, para que en equipos los alumnos analicen y discutan sus resultados con relación a las observaciones obtenidas, infieran y propongan qué tubo (muestra) es el grupo control, cuál estuvo expuesto al alcohol y cuál al cigarrillo. 3. Los alumnos explicarán oralmente cuáles fueron sus conclusiones, a partir de los resultados que obtuvieron en esta actividad. 4 y 5. Los alumnos participarán en la revisión de las fichas informativas, para que identifiquen y valoren los efectos pleiotrópicos del alcohol y el tabaquismo, a través de un cuestionario y una reflexión oral, donde expresen su opinión personal, para desarrollar una actitud crítica durante su aprendizaje.</p>	<p>Diagnóstica 1. preguntas guía hacia los alumnos durante la retroalimentación de los temas vistos la sesión anterior.</p> <p>Formativa 1 al 5. examinar el dominio de los conceptos y detectar las confusiones que existan en los alumnos durante la clase, por medio de: A) Revisión de las actividades realizadas en la construcción de su conocimiento B) Revisión, actitud y participación de los alumnos durante el trabajo realizado en cada una de las actividades, expresado tanto de manera oral y escrita durante la clase.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pizarrón y plumones • Hojas de colores y blancas • Plumones • Equipo de proyección. • Cepas de <i>Drosophila melanogaster</i> (silvestre, ebony, white y miniatura) • Fichas del Síndrome del alcoholismo fetal y efectos del cigarrillo. <p>Anexos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de cotejo. ✓ Folder de evidencias 	<p>Audesirk., (2013). <i>Biología: La vida en la Tierra con fisiología</i>. Novena Edición. Pearson Educación, México. 992Pp.</p> <p>Bugallo, A. (1995): <i>La didáctica de la genética: revisión bibliográfica</i>. Enseñanza de las Ciencias, 13 (3). 188-385.</p> <p>Curtis, Barnes, Schneek et al., (2008). <i>Biología</i>. Séptima edición. Panamericana. 1009 Pp.</p> <p>Contijoch, P. Monserrat. (2007). <i>Introducción a la genética: un mensajero hereditario</i>. Editorial Trillas. 168pp.</p> <p>Díaz F., (2010) <i>Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista</i>. Tercera edición. México. McGraw Hill.</p> <p>Griffiths et al., (2008). <i>Genética</i>. Novena edición. Editorial Mc Graw Hill. 235-248Pp</p> <p>López F y Hinojosa Elsa., (2008). <i>Evaluación del Aprendizaje: Alternativas y nuevos desarrollos</i>. Trillas, México. 142Pp.</p>

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

“Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo”
Albert Einstein.

A continuación se presentan los resultados y el análisis procedente de la intervención didáctica que se describió anteriormente. Estos resultados son presentados en dos momentos: 1) La primera intervención del grupo piloto y 2) La segunda intervención de los grupos control y experimental.

La evaluación de los conocimientos se realizó tanto de forma cuantitativa como cualitativa. Además, los alumnos que se consideraron para el análisis y comparación de los resultados de ambas intervenciones fueron aquellos que respondieron al cuestionario en los dos momentos de evaluación del pretest y postest.

4.1 Resultados cuantitativos de la primera intervención correspondiente al grupo piloto.

Para la evaluación de los conocimientos de genética del grupo piloto, se compararon los promedios del cuestionario de conocimientos del pretest y postest por medio de una t-student pareada. El valor de t calculado para el grupo piloto se muestra en la tabla 4.1, el cual, al ser comparado con el valor crítico de t ($\alpha/2$ 0.025= 2.00) es mayor, lo que confirma que existen diferencias significativas en la respuesta entre pretest y el postest.

Tabla 4.1. Resumen de las calificaciones promedio del pretest-postest y la prueba de t para las medias de dos muestras pareada.

	PRETEST Grupo piloto.	POSTEST Grupo piloto.
Media	2.4	6.8
Desviación estándar	1.0	1.7
n	50	50
Grados de libertad	49	49
Estadístico t calculado	15.9	

Valor crítico (α 0.025)= 2.00

Los alumnos del grupo piloto mejoraron su aprendizaje en los conceptos básicos de genética debido a que el uso del modelo de la mosca como MDA, favorece la participación de vivir experiencias prácticas con organismos modelo. Además de

entender y desarrollar una responsabilidad acerca de la naturaleza de la investigación científica (Manney y Manney, 1992, citado por WormClassroom.org).

4.1.1. Resultados del primer instrumento de evaluación pretest-postest.

4.1.1.1. Evaluación de los reactivos de Opción múltiple (ROM)

El porcentaje de alumnos aprobados fue de 70 y no aprobados de 30 %. Para la evaluación de los reactivos de opción múltiple (ROM) del cuestionario 1 (8 reactivos) se obtuvieron los índices de discriminación para medir la calidad de estos reactivos y se analizó el funcionamiento de sus distractores. En la tabla 4.2 se muestra el índice de discriminación de los ocho reactivos de opción múltiple.

Tabla 4.2. Índice de discriminación de cada reactivo de opción múltiple (ROM).

Número de ROM	Número de alumnos aprobados (G _A)	Número de alumnos no aprobados (G _B)	ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN (D) (G _A -G _B)/N _{grupo mayor}
1	9	7	0.22
2	13	8	0.38
3	13	7	0.46
4	8	3	0.62
5	13	6	0.53
6	13	11	0.15
7	12	3	0.75
8	12	7	0.41

Este índice nos indica que los reactivos 3, 4, 5, 7 y 8 son considerados excelentes, el reactivo 2 con posibilidades de mejorar, el 1 con la necesidad de revisar y el reactivo 6 como pobre con posibilidades de ser descartado o revisado a profundidad (Backhoff, *et al.*, 2000).

4.1.1.2. Análisis e interpretación del cuestionario 1.

Para el análisis e interpretación de los 24 reactivos se compararon los porcentajes de respuesta con base en cada categoría y número de pregunta del cuestionario 1 pretest-postest. Además se obtuvieron los múltiplos de respuesta correcta (MRC) como el cociente de la probabilidad de la respuesta observada entre la probabilidad de la respuesta esperada (Tabla 4.3). El cuestionario está dividido en cuatro categorías: Opción múltiple; Relación de columnas; Verdadero/falso y Preguntas abiertas.

Tabla 4.3. Resumen de los Múltiplos de la respuesta correcta (MRC) entre la probabilidad observada y la esperada por categoría y número del reactivo.

Categoría del reactivo	Número del reactivo	Probabilidad de la respuesta observada (PRO)		Probabilidad de la respuesta esperada (PRE)		Múltiplos de respuesta correcta (PRO / PRE)	
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
Opción múltiple	1	0.46	0.60	0.25	0.25	1.84	2.40
	2	0.02	0.90			0.08	3.60
	3	0.14	0.78			0.56	3.12
	4	0.20	0.48			0.80	1.92
	5	0.48	0.66			1.92	2.64
	6	0.78	0.94			3.12	3.76
	7	0.22	0.50			0.88	2.00
	8	0.52	0.66			2.08	2.64
Relación de columnas	9	0.16	0.42	0.14	0.14	1.14	3.00
	10	0.20	0.72			1.43	5.14
	11	0.08	0.66			0.57	4.71
	12	0.20	0.58			1.43	4.14
	13	0.24	0.32			1.71	2.29
Verdadero /falso	20	0.50	0.78	0.5	0.5	1.00	1.56
	21	0.58	0.76			1.16	1.52
	22	0.60	0.92			1.20	1.84
	23	0.42	0.72			0.84	1.44
	24	0.36	0.60			0.72	1.20

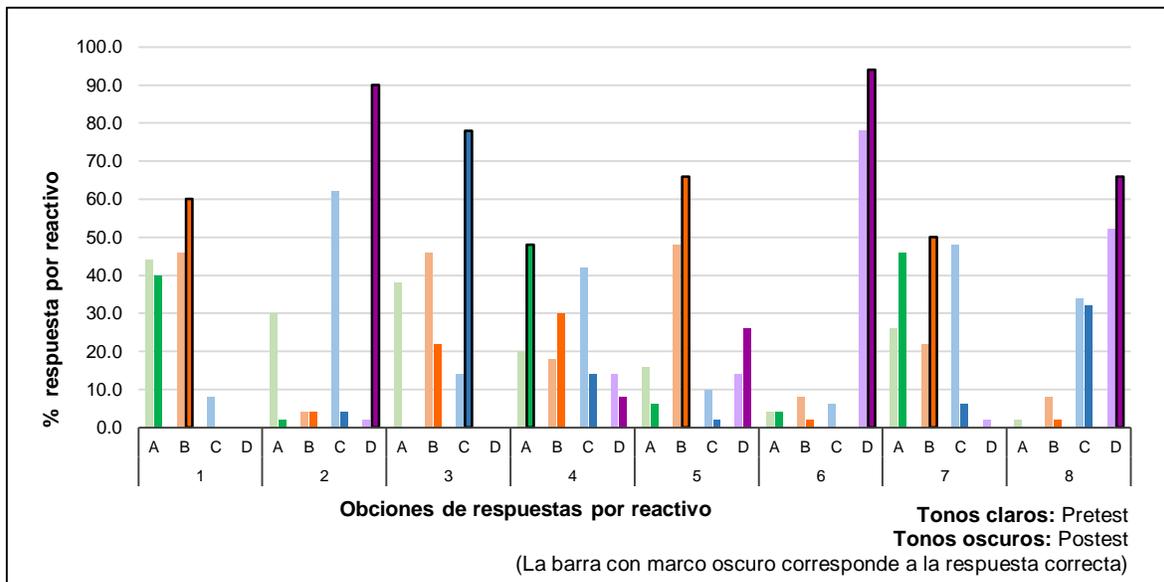


Fig. 4.1 Porcentaje de respuesta en los reactivos de opción múltiple para evaluar contenidos conceptuales del grupo piloto.

En la figura 4.1 Se compara el porcentaje de respuesta de los reactivos de opción múltiple en el pretest y el postest. En el reactivo 6, el porcentaje de respuesta en la opción correcta es alto desde el pretest y este porcentaje aumenta en menor medida en el postest, lo cual puede indicar que las otras opciones no fueron adecuadas para ser consideradas en la respuesta del reactivo. En los reactivos 4 y 5 se registró un porcentaje de respuesta correcta mejor distribuido en las cuatro opciones, tanto en el pretest como en el postest. Finalmente en los reactivos 1, 2, 3, 7 y 8 el porcentaje de respuesta correcta se encuentra repartido en dos o tres opciones desde el pretest y en el postest este porcentaje se incrementa en la opción correcta dejando solo una o dos opciones como no funcionales.

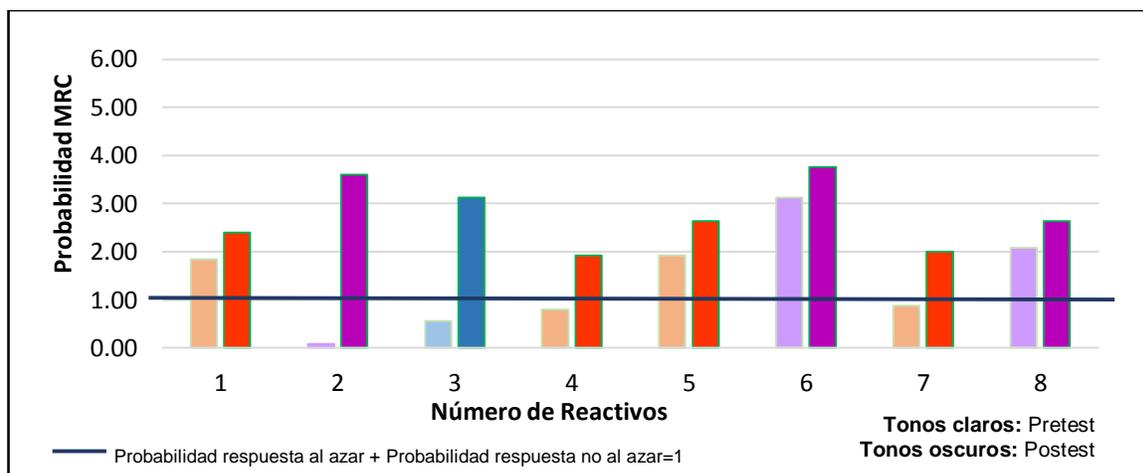


Fig. 4.2 Múltiplos de respuesta correcta (MRC) en los reactivos de opción múltiple del grupo piloto.

La figura 4.2 compara los múltiplos de respuesta correcta (MRC) de los reactivos de opción múltiple, se muestra que en los reactivos 2, 3, 4 y 7 el MRC-postest se incrementa en mayor medida en paralelo con el MRC del pretest. Lo cual indica que la respuesta en estos cuatro reactivos mejoró de manera significativa, por lo tanto los alumnos logran un avance en el aprendizaje de los conceptos de alelo, fenotipo, meiosis y células gaméticas.

Además, con respecto a la homogeneidad que presentaron estos reactivos son considerados eficaces por presentar al menos tres de las cuatro opciones con más del 5% de respuesta elegida por el alumno, ya que la calidad de un reactivo está dada en cierta manera por la función que juegan los distractores en un examen (Arocena, et al., 2010).

En los reactivos restantes (1, 5, 6 y 8) se observa una menor diferencia entre el MRC del postest con el MRC del pretest. Lo cual significa que la respuesta no es significativa. En este sentido, los alumnos ya identificaban los conceptos de gen (reactivo 1 y 5), mutación (reactivo 6) y mitosis (reactivo 8) desde el pretest y por ello la intervención no modificó notoriamente la respuesta en el postest.

En la figura 4.3 Se compara el porcentaje de respuesta a los reactivos de relación de columnas en el pretest el postest del grupo piloto. En todos los reactivos las respuestas se distribuyen en las siete opciones en el pretest y el porcentaje de respuestas correctas se incrementa en mayor medida en el postest en los reactivos 9, 10, 11 y 12. En el reactivo 13, el incremento es en menor medida en el postest.

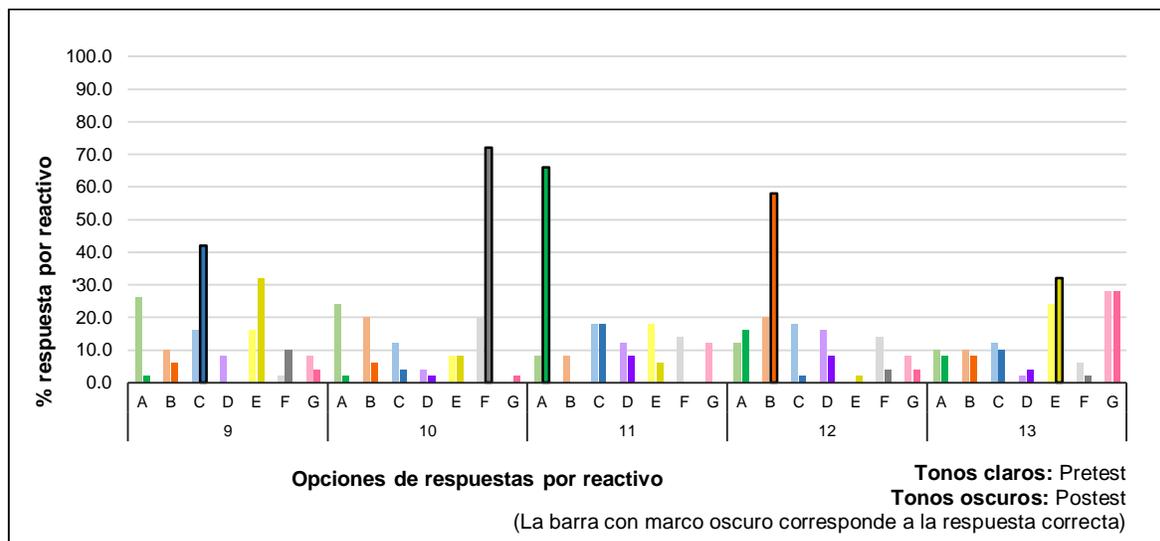


Fig. 4.3. Porcentaje de respuesta en los reactivos de relación de columnas para evaluar relación de columnas del grupo piloto.

La figura 4.4 muestra la comparación de los múltiplos de respuesta correcta (MRC) de los reactivos de relación de columnas. Los reactivos 9, 10, 11 y 12 presentan un aumento en mayor medida del MRC-postest en paralelo con el MRC del pretest. Lo cual significa que la respuesta en estos reactivos mejoró de manera significativa, los alumnos reconocen que los alelos de un gen pueden encontrarse en los individuos en una relación homocigótica recesivos/dominantes o heterocigótica, además identifican el concepto de cromosoma homólogo.

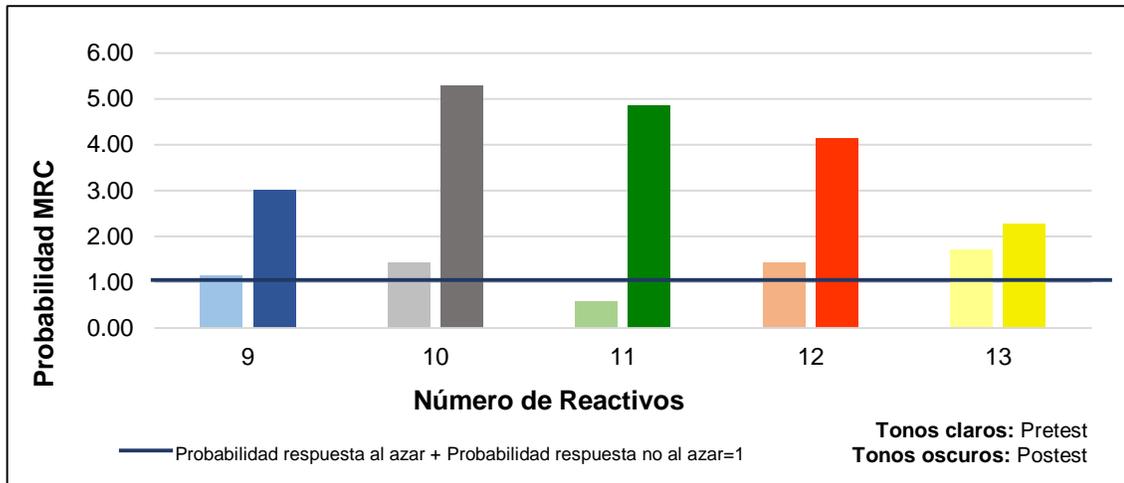


Figura 4.4. Múltiplos de respuesta correcta (MRC) en los reactivos de relación de columnas del grupo piloto.

En el reactivo 13 se muestra menor diferencia entre el MRC del pretest con el MRC del postest. Lo cual significa que la diferencia en la respuesta en este reactivo está dada por el azar, esto nos indica que los alumnos no logran identificar el concepto de *cromátida hermana*, mostrando así una escasa comprensión entre un *cromosoma sencillo* y uno *replicado* (Marbach, 2001).

En la figura 4.5 se muestra la comparación de los reactivos de verdadero y falso. En los cinco reactivos 20, 21, 22, 23 y 24 el porcentaje de respuesta en el postest se incrementa.

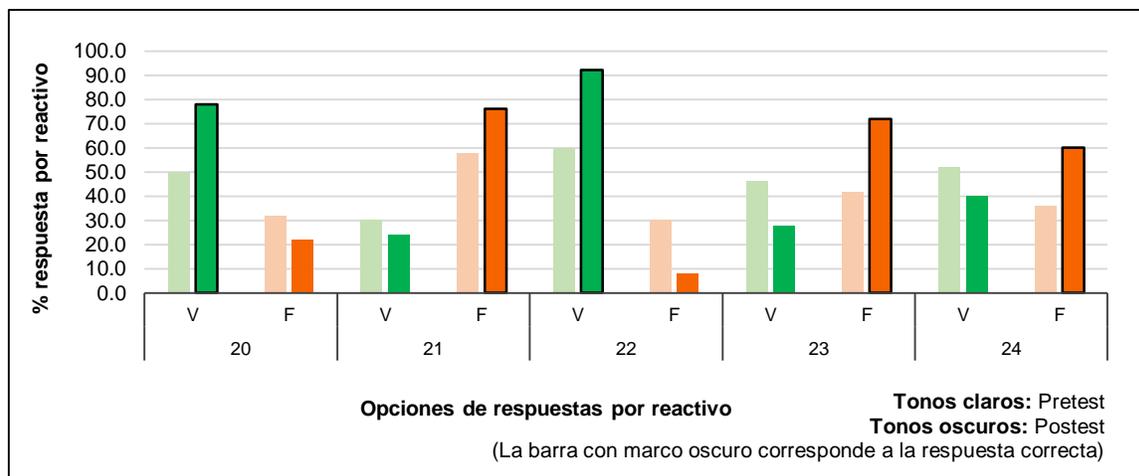


Fig. 4.5. Porcentaje de respuesta en los reactivos de verdadero/falso para evaluar contenidos conceptuales del grupo piloto.

La figura 4.6 muestra la comparación de los múltiplos de respuesta correcta (MRC) de los reactivos de verdadero/falso, en los 5 reactivos 21, 22, 23, 24 y 25, el MRC-postest presenta un incremento mínimo en paralelo con el MRC del pretest. Lo cual indica que la diferencia en las respuestas de estos reactivos no es significativa. Sin embargo, los alumnos reconocen que el fenotipo es producto de la interacción del ambiente-genotipo, además identifican el concepto de mutación, pero, no alcanzan a comprender la relación entre genes y cromosomas y los cambios que en ellos ocurren (Wood-Robinson *et al*, 1998).

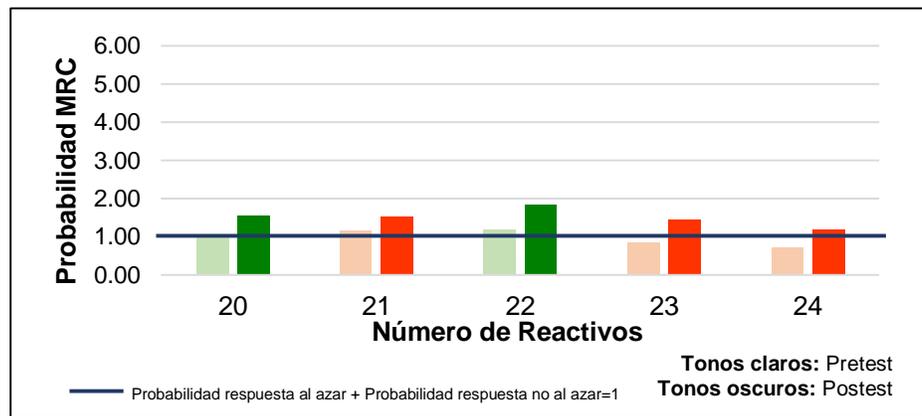


Fig 4.6. Múltiplos de respuesta correcta (MRC) en los reactivos de falso/verdadero del grupo piloto

En la figura 4.7 se muestra la comparación de los reactivos de preguntas abiertas en el pretest y postest. El porcentaje de respuesta es menor en el pretest y aumenta en el postest; además, este aumento se encuentra en mayor medida en el nivel de aprendizaje de excelente (E), seguido del nivel suficiente (S) y finalmente el nivel insuficiente (I).

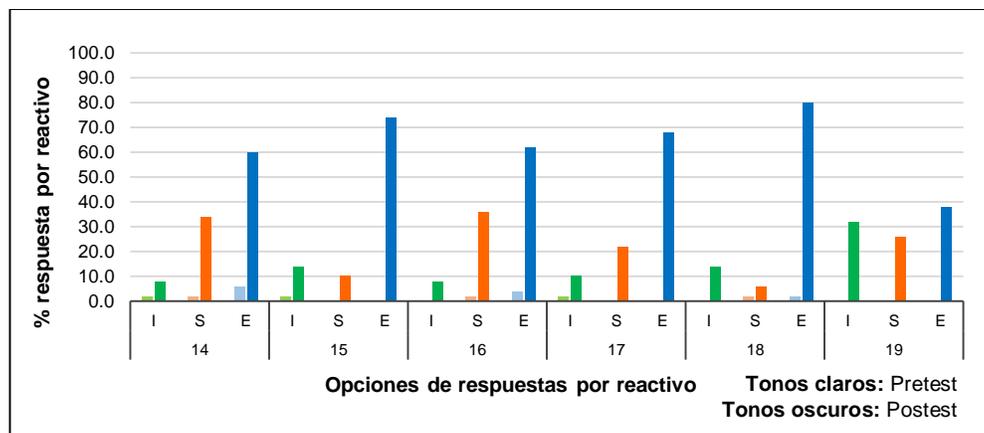


Fig. 4.7. Frecuencia de respuesta en los reactivos de pregunta abierta para evaluar contenidos conceptuales del grupo piloto.

Existe un avance en el aprendizaje de los conceptos de genética, al identificar, describir y comprender cada uno de ellos, además de reconocer que los estudios de esta disciplina actualmente conciben el aspecto de un organismo como el resultado de la interacción entre el genotipo que posee y el ambiente en que se desarrolla, tal y como comenta Kampouraskis, (2014).

4.2. Resultados cualitativos de la primera intervención correspondiente al grupo piloto.

Los resultados cualitativos se valoran a partir de la actitud e interés que los estudiantes expresaron de forma escrita acerca de lo que más les gustó y lo que no les gustó en esta experiencia de enseñanza y aprendizaje.

En la figura 4.8 se muestra el porcentaje de las actitudes positivas y negativas de los alumnos del grupo piloto frente a cuatro diferentes aspectos que desarrollaron durante la intervención didáctica. El porcentaje de actitud positiva y negativa con relación al trabajo práctico con el modelo de la mosca fue de 74% y 26% respectivamente; en relación tema: interacción ambiente-genotipo fue de 66% positiva y 34% negativa; trabajo en equipos fue de 56% y 44%; trabajar como investigador fue de 62% y 40%; y trabajar con el blog 80% y 20% respectivamente.

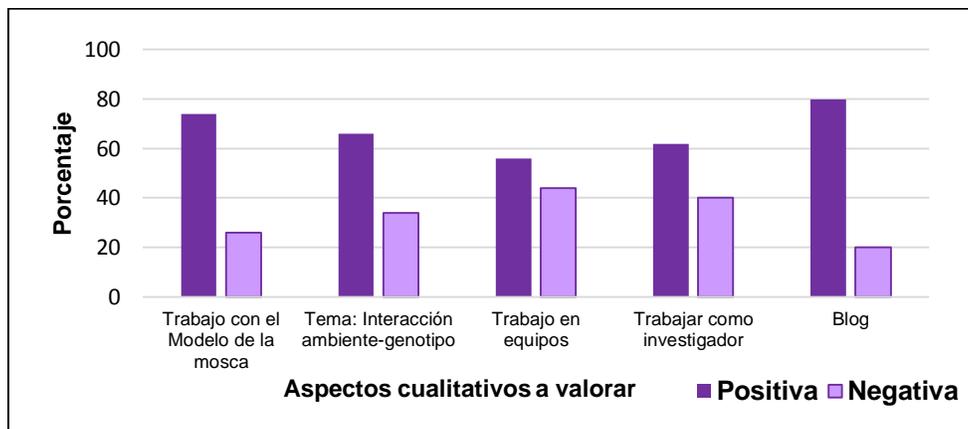


Fig. 4.8. Porcentaje de respuesta de los alumnos (grupo piloto) frente una actitud positiva o negativa.

El trabajar con el tema de interacción ambiente-genotipo y el blog demostró gran interés por parte de los alumnos, debido a la participación constante que los alumnos mantuvieron durante todo el proceso de su aprendizaje. Dentro de los aspectos que mostraron poca actitud positiva es el trabajo en equipo; en este sentido, el trabajo en equipo sigue siendo un reto, en especial porque los estudiantes desconocen la experiencia y métodos didácticos, que supone llevar a cabo un trabajo sistemático (Vázquez-Bustamante *et al.*, 2013).

Algunos comentarios de los alumnos del grupo piloto:

“Las clases fueron amenas, didácticas, entretenidas y algunas veces divertidas. Me gustó la idea de que se trabajara en equipo y que cada integrante tuviera que desempeñar un papel, además de que se enriquecieran las clases con experimentos”

“Las clases eran didácticas y así, observando y realizando pequeñas actividades sobre un mismo tema no se hace tediosa la clase y lo que se aprende se te queda grabado. Lo que más me gustó de todo fue la práctica de las moscas y ver como son diferentes”

“El poder trabajar con modelos biológicos reales fue muy diferente a lo que usualmente se trabaja en clase, y me gusto también poder investigar y sacar conclusiones de lo que pasa cuando ingerimos sustancias que perjudican mi cuerpo”

“Me gustó aprender que es un fenotipo y genotipo y como este interactúa con el ambiente, el poder ver estos cambios a través de un modelo biológico fue interesante, ¡me encanto trabajar con las moscas!”

“Me gustó haber trabajado como científico, con las moscas y todos los conceptos y temas que vimos en clase sobre herencia y mutaciones, además pudimos entenderlo mejor en las moscas, ya que todo me resultó interesante y no aburrido”

“Las prácticas con las moscas me pareció muy interesante sobre todo cuando analizábamos sus características entre ellas y ver como actuaban bajo ciertas condiciones, fue impactante saber cómo esos efectos pueden estar relacionados con el hombre”

Estos datos y comentarios indican que al trabajar con modelos y particularmente biológicos son significativos en el aprendizaje porque favorece algunas habilidades como la relación con otras personas, resolver problemas y contribuye a la formación del pensamiento crítico (Castro y Valbuena, 2007).

4.3. Resultados cuantitativos de la segunda intervención correspondiente al grupo control y experimental.

Los resultados y el análisis procedentes de la segunda intervención didáctica son mostrados en cuatro etapas: 1) El estado inicial de los estudiantes, donde se muestra que el nivel de conocimientos del grupo control y experimental; 2) La comparación entre y dentro del grupo control y experimental del pretest y postest; 3) Evaluación, análisis e interpretación de los reactivos del segundo cuestionario. Además de la interpretación comparativa de los múltiplos de la respuesta correcta (MRC) entre el pretest y postest del grupo control y experimental y 4) La evaluación cualitativa derivada del trabajo realizado entre el grupo control y experimental. En la tabla 4.4 se presentan las calificaciones promedio del cuestionario pretest-postest.

Tabla 4.4. Calificaciones promedio en el cuestionario de conocimientos.

GRUPOS	Número de alumnos	Turno	PRETEST Promedio \pm ee	POSTEST Promedio \pm ee
Control	37	Vespertino	4.2 \pm 0.20	6.1 \pm 0.21
Experimental	34	Vespertino	3.8 \pm 0.38	7.2 \pm 0.23
TOTAL	71			

4.3.1. Etapa 1: Estado inicial del nivel de conocimientos básicos de genética.

Se realizó la comparación de medias del pretest entre el grupo control-pretest (Pre-C) y el grupo experimental-pretest (Pre-E) ambos del turno vespertino, por medio de la t-student para muestras independientes para conocer si existían diferencias entre los promedios. El valor de t calculado es de 1.10, el cual fue comparado con el valor crítico de $t \alpha/2$ 0.025= 1.99. En la tabla 4.5 se muestra que los promedios de los grupos Pre-C y Pre-E son similares, debido a que el valor calculado de la prueba de t es menor, lo que indica que el nivel de conocimientos de los alumnos de ambos grupos es equivalente.

Tabla 4.5. Comparación de medias del pretest por medio de la prueba t para muestras independientes.

	PRETEST-control	PRETEST-experimental
<i>Media</i>	4.1	3.8
<i>Desviación estándar</i>	1.39	2.22
<i>Muestra</i>	37	34
<i>Grados de libertad</i>	69	
<i>Estadístico t</i>	1.10	

Valor crítico (α 0.025)= 1.99

4.3.2. Etapa 2. Comparación de medias entre el grupo control y experimental en el cuestionario posttest.

Se observó que el grupo experimental obtuvo un promedio de calificación mayor que el control. Para determinar si existían diferencias significativas en el posttest de los grupos control y experimental se realizó una prueba de t para muestras independientes. El valor de t calculado es de 3.93 el cual comparado con el valor crítico de $t_{\alpha/2} 0.025 = 1.99$ es mayor, lo que confirma que hay diferencias entre los grupos. En la tabla 4.6 se muestra el resumen de la prueba de t.

Tabla 4.6. Resumen de la prueba de t para las medias del posttest.

	POSTEST-control	POSTEST-experimental
<i>Media</i>	6.1	7.2
<i>Desviación estándar</i>	1.32	1.33
<i>Muestra</i>	37	34
<i>Grados de libertad</i>	69	
<i>Estadístico t</i>	3.93	

Valor crítico ($\alpha/2 0.025$)= 1.99

4.3.2.1. Comparación de medias hacia el interior del grupo control y experimental en el cuestionario pretest-posttest.

Se compararon los promedios al interior de cada grupo (al inicio y al final), por medio de una t-student pareada, se encontró que hay diferencias significativas para ambos grupos. El valor de t calculado para cada grupo se muestra en la tabla 4.7, los cuales al ser comparados con el valor crítico de $t_{\alpha/2} 0.025 = 2.00$ es mayor, lo que confirma que ambos grupos avanzaron significativamente en sus conocimientos.

Tabla 4.7. Resumen de la prueba de t para medias de dos muestras pareadas.

	Pos-Pre Control	Pos-Pre Experimental
\bar{d}^*	1.8	3.4
Sd**	1.18	1.93
muestra	37	34
Grados de libertad	36	33
Estadístico t calculado	8.9	10.3

Valor crítico ($\alpha/2 0.025$)= 2.00

*diferencia de las medias y ** desviación estándar de la diferencia de las medias.

Los resultados del análisis estadístico indican que al inicio del estudio los alumnos del grupo control y experimental, fueron semejantes, es decir, presentaron el mismo nivel de conocimientos. Después de la intervención didáctica, se asume que los alumnos del grupo experimental mejoraron su aprendizaje en los conceptos básicos de genética y en el desarrollo del tema interacción ambiente-genotipo,

El uso del modelo de la mosca como MDA, favorece el aprendizaje del alumno porque le ayuda a representar su propio modelo mental sobre conceptos abstractos, de tal manera que los modelos son considerados herramientas de representación teórica del mundo, auxiliares para explicarlo, predecirlo y transformarlo; por lo tanto la didáctica de las ciencias requiere pensar en un modelo de cómo se aprende, para optimizar las experiencias de enseñanza y aprendizaje (Galagovsky, 2005).

4.3.3. Etapa 3: Evaluación, análisis e interpretación de los reactivos del segundo cuestionario pretest-postest.

El porcentaje de alumnos aprobados y no aprobados tanto del grupo control como del experimental se muestra en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Porcentaje de alumnos aprobados y no aprobados en el cuestionario de conocimientos del postest.

GRUPOS	Número de alumnos	Porcentaje de alumnos aprobados	Porcentaje de alumnos no aprobados
Control	37	0.60	0.40
Experimental	34	0.90	0.10
TOTAL	71		

La evaluación de los reactivos de opción múltiple (ROM) se realizó a partir del índice de discriminación. En la tabla 4.9 se muestra el índice de discriminación de los diez reactivos de opción múltiple.

Tabla 4.9. Índice de discriminación de cada reactivo de opción múltiple (ROM).

Número de ROM	Número de alumnos aprobados (G _A)	Número de personas no aprobadas (G _B)	ÍNDICE DE DISCRIMINACIÓN (D) $(G_A - G_B) / N_{\text{grupo mayor}}$
1	13	2	0.84
2	13	2	0.84
3	13	0	1
4	11	3	0.72
5	13	2	0.84
6	9	2	0.77
7	13	4	0.69
8	5	2	0.6
9	11	1	0.9
10	14	4	0.71

De acuerdo al poder de discriminación los 10 ROM son considerados excelentes al obtener un valor alto. El reactivo 3 alcanzó el valor máximo de este indicador, que es 1, por lo tanto logra diferenciar a los alumnos aprobados que contestan correctamente de los alumnos no aprobados que contestan incorrectamente (Backhoff *et al.* 2000).

4.3.3.1. Análisis e interpretación.

Con los resultados del segundo cuestionario pretest-postest se compararon los porcentajes de respuesta correcta con base al número y categoría (ROM y V/F) del reactivo entre el pretest y postest, tanto del grupo control como del experimental; además de analizar el funcionamiento de sus distractores. Así mismo se obtuvieron los múltiplos de respuesta correcta (MRC) como el cociente de la probabilidad de la respuesta observada entre la probabilidad de la respuesta esperada (Tabla 4.10)

Tabla 4.10. Resumen de los Múltiplos de la respuesta correcta (MRC) entre la probabilidad observada y la esperada por categoría y número del reactivo del grupo control y experimental.

Categoría del reactivo	Número del reactivo	Probabilidad de la respuesta observada (PRO-C)		Probabilidad de la respuesta esperada (PRE-C)		Múltiplos de respuesta correcta (PRO / PRE-C)	
		Pretest	Postest	Pretest	Postest	Pretest	Postest
CONTROL							
Opción múltiple	1	0.43	0.59	0.25	0.25	1.73	2.38
	2	0.62	0.81			2.49	3.24
	3	0.11	0.49			0.43	1.95
	4	0.43	0.54			1.73	2.16
	5	0.46	0.62			1.84	2.49
	6	0.27	0.38			1.08	1.51
	7	0.73	0.92			2.92	3.68
	8	0.22	0.32			0.86	1.30
	9	0.27	0.46			1.08	1.84
	10	0.70	0.84			2.81	3.35
Verdadero /falso	11	0.24	0.65	0.5	0.5	0.49	1.30
	12	0.65	0.68			1.30	1.35
	13	0.51	0.76			1.03	1.51
	14	0.35	0.70			0.70	1.41
	15	0.46	0.51			0.92	1.03
EXPERIMENTAL							
Opción múltiple	1	0.32	0.68	0.25	0.25	1.29	2.71
	2	0.44	0.74			1.76	2.94
	3	0.09	0.71			0.35	2.82
	4	0.35	0.59			1.41	2.35
	5	0.50	0.79			2.00	3.18
	6	0.18	0.44			0.71	1.76

	7	0.53	0.91			2.12	3.65
	8	0.21	0.44			0.82	1.76
	9	0.24	0.50			0.94	2.00
	10	0.62	0.88			2.47	3.53
Verdadero /falso	11	0.32	0.85	0.5	0.5	0.65	1.71
	12	0.50	0.74			1.00	1.47
	13	0.41	0.88			0.82	1.76
	14	0.47	0.94			0.94	1.88
	15	0.44	0.71			0.88	1.41

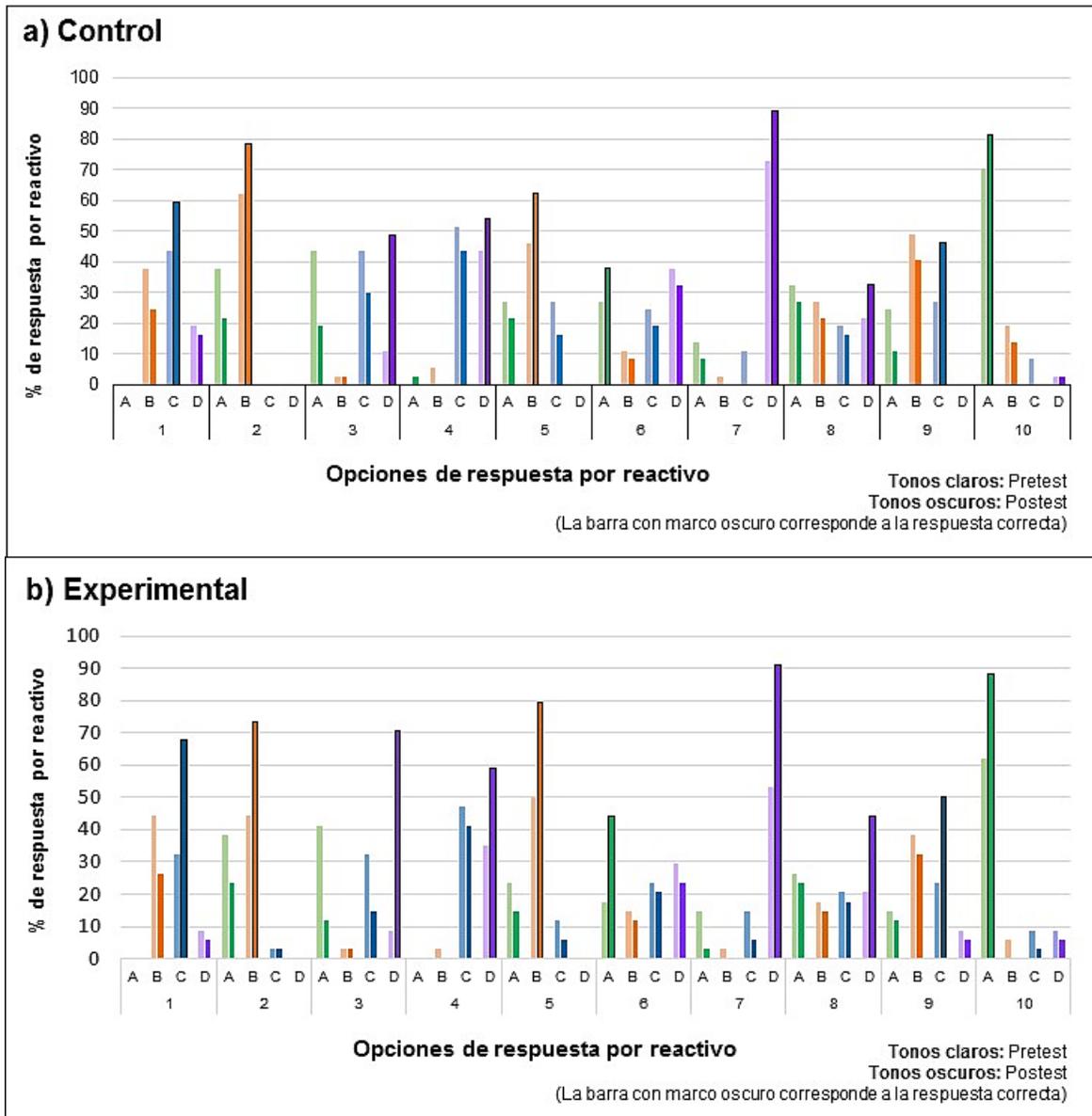


Fig. 4.9. Porcentaje de respuesta en los reactivos de opción múltiple para evaluar contenidos conceptuales y procedimentales.

En la figura 4.9 Se muestra la comparación del porcentaje de respuesta en cada uno de los reactivos de opción múltiple en el pretest y postest, tanto del grupo control como del experimental.

- a) **grupo control:** en los reactivos 2, 7 y 10 se muestra que los distractores de respuesta no fueron adecuados, debido a que la opción correcta se ve incrementada desde el pretest y este valor aumenta en menor medida en el postest. Los reactivos 1, 3, 4, 5 y 9 presentan uno o dos distractores como no funcionales al observarse que el porcentaje de respuesta correcta en el postest se incrementa con relación a las opciones de respuesta del pretest. Finalmente los reactivos 6 y 8 se muestran mayor homogeneidad en los cuatro distractores desde el pretest al postest.
- b) **Grupo experimental:** los reactivos que presentan mayor homogeneidad en el porcentaje de respuesta de los distractores son: 6, 8 y 9. En los reactivos 1, 2, 3 y 4 se muestra que el porcentaje de respuesta se encuentra repartido en dos o tres opciones desde el pretest y en el postest este porcentaje se incrementa en la opción correcta dejando solo una o dos opciones como no funcionales. Finalmente en los reactivos 5, 7 y 10 el porcentaje de respuesta correcta se ve incrementada desde el pretest y este porcentaje aumenta en el postest, lo cual puede indicarnos que el resto de las opciones no fueron adecuadas para poder jugar en la respuesta del reactivo.

Los distractores con un porcentaje de selección menor a 5 no son funcionales ni estimables, ya que carecen de consistencia interna porque ofrece pistas a los estudiantes (Jurado-Nuñez *et al*, 2013).

La figura 4.10 muestra la comparación de los múltiplos de respuesta correcta (MRC) entre el pretest y postest de los reactivos de opción múltiple del grupo control y experimental.

- a) **Grupo control:** En los reactivos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10, el MRC-postest presenta un menor incremento en paralelo con el MRC del pretest. Lo cual significa que la diferencia en la respuesta de estos reactivos está dado por el azar. Sin embargo, en el reactivo 3 se observa que el MRC-postest se incrementa en mayor medida. Lo cual significa que la respuesta que mide este reactivo (concepto de alelo) mejoró de manera significativa.

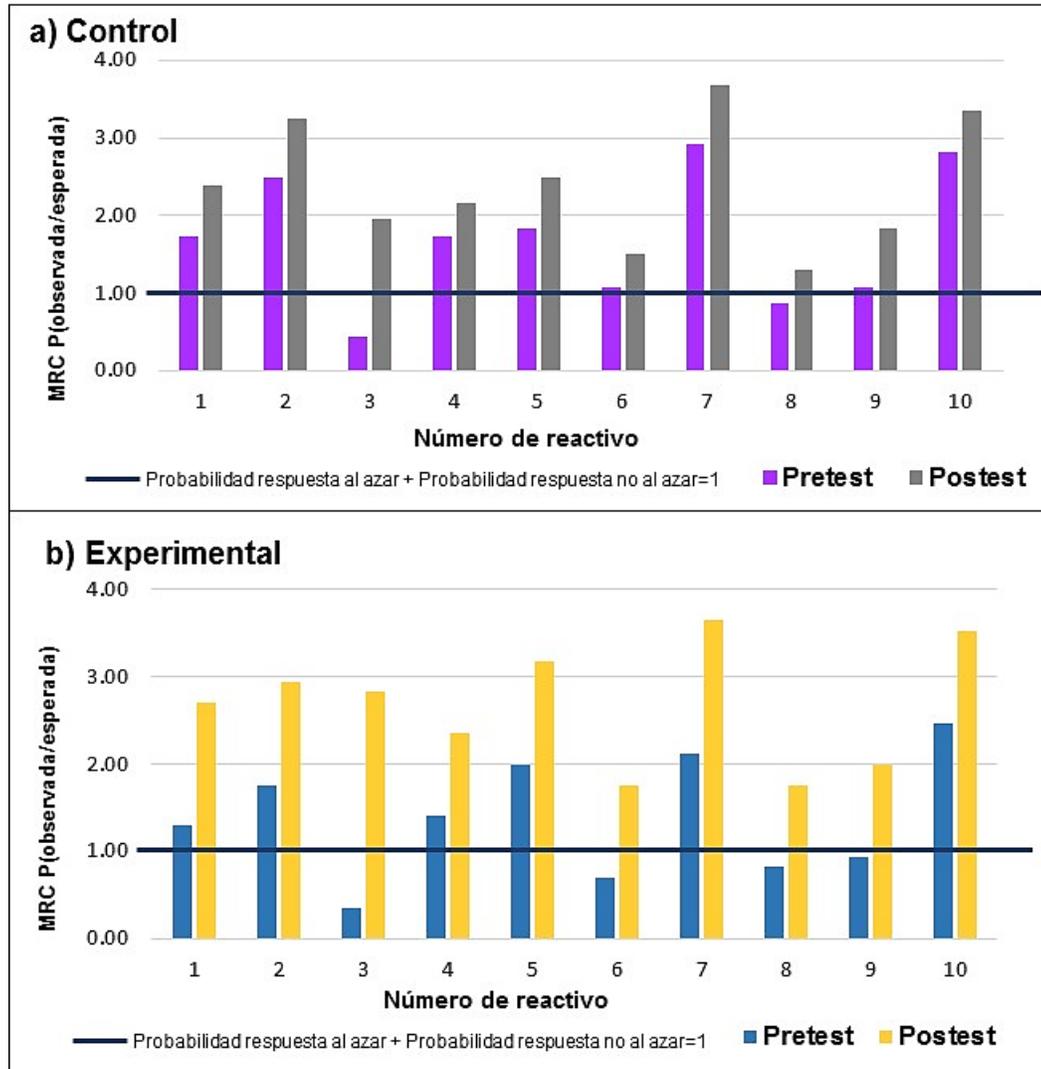


Fig. 4.10. Múltiplos de respuesta correcta (MRC) en los reactivos de opción múltiple del grupo: a) control y b) experimental.

b) Grupo experimental: en los reactivos 2, 4, 5, 7 y 10 el MRC-postest la diferencia en la respuesta en estos reactivos no es significativa. En los reactivos restantes (1, 3, 6, 8 y 9) el MRC se duplicó en el postest, con respecto a lo que se esperaba en una respuesta al azar; siendo el reactivo 3 el que presentó más del doble de lo esperado. En este sentido, la respuesta que miden estos reactivos son los conceptos de: localización de la información genética, alelo, meiosis, genotipo y fenotipo; por lo cual existe un avance en su aprendizaje.

Sin embargo, ambos grupos (control y experimental) desde el pretest lograron identificar los conceptos de mitosis, mutación, células sexuales y somáticas; además de reconocer a las mutaciones como mecanismo de variación. Un aspecto importante que influye en conocer e interpretar estos conceptos es producto del contacto diario que los jóvenes tienen con los medios de comunicación masivos (Orozco-Marín, 2013).

No es extraño encontrar diariamente noticias con temas relacionados con términos como mutación, evolución o clonación en programas infantiles y juveniles, lo cual podría dar una falsa impresión de que los estudiantes conocen e incluso dominan estos temas (Gallego *et al.*, 2004). Sin duda, esto es un factor importante en el aprendizaje de los jóvenes, que puede derivar en errores conceptuales importantes

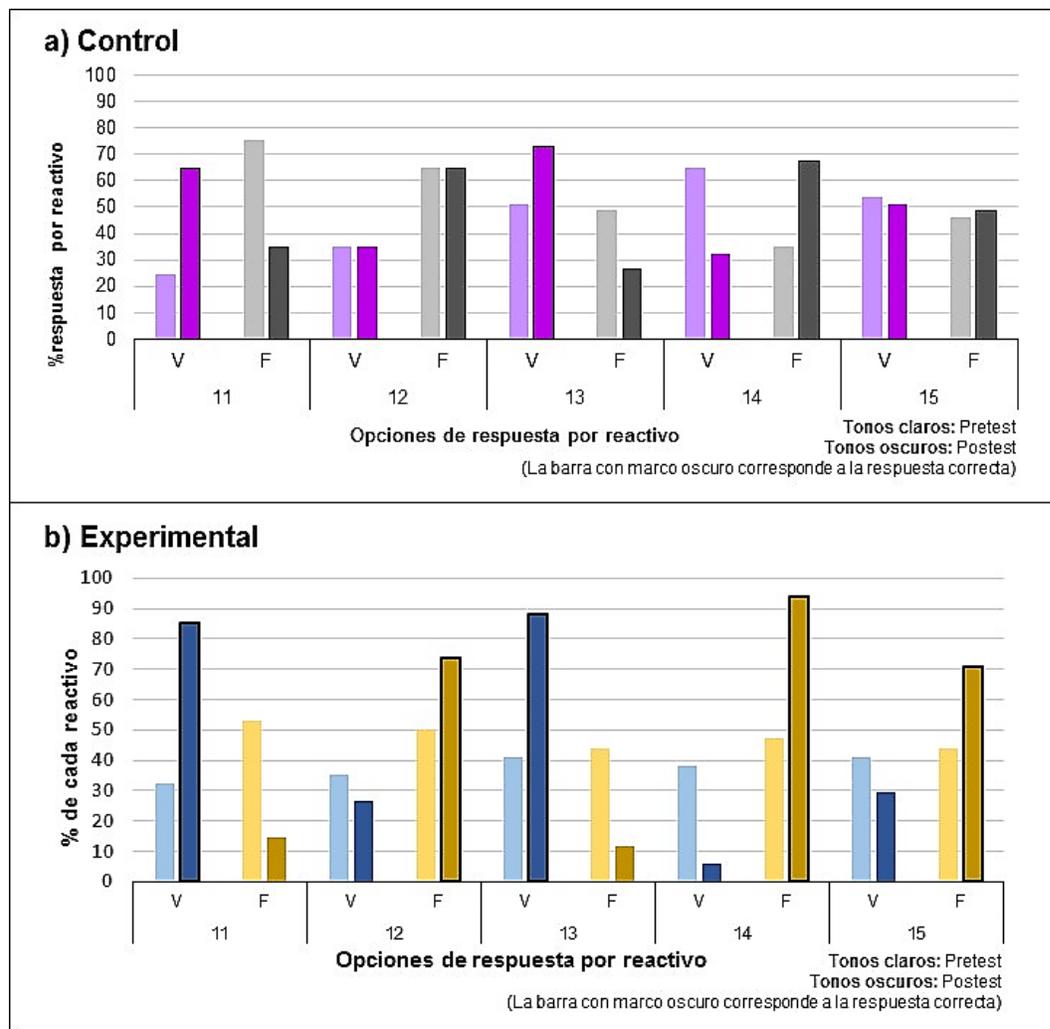


Fig. 4.11. Porcentaje de respuesta en los reactivos de verdadero/falso para evaluar contenidos actitudinales: a) grupo experimental y b) grupo experimental.

En la figura 4.11 se muestra la comparación de respuesta en los reactivos de Verdadero/Falso en el pretest y postest, tanto del grupo control como experimental.

- a) **Grupo control:** en los reactivos 11 y 14 se observa un incremento en el porcentaje de respuesta correcta en el postest en paralelo con el pretest. En el reactivo 13 presenta un menor aumento en el porcentaje de respuesta del postest. Finalmente el porcentaje de respuesta pre-postest en los reactivos 12 y 15 son similares, lo cual significa que estos dos reactivos son imprecisos con lo que pretende medir.
- b) **Grupo experimental:** en los reactivos 11, 13 y 14 se muestra un mayor incremento en el porcentaje de respuesta correcta en el postest en paralelo con el pretest. En los reactivos 12 y 15 se registró un incremento en menor medida en el porcentaje de respuesta correcta en el postest en paralelo con el pretest.

La figura 4.12 muestra la comparación de los múltiplos de respuesta correcta (MRC) entre el pretest y postest de los reactivos de Verdadero/Falso del grupo control y experimental.

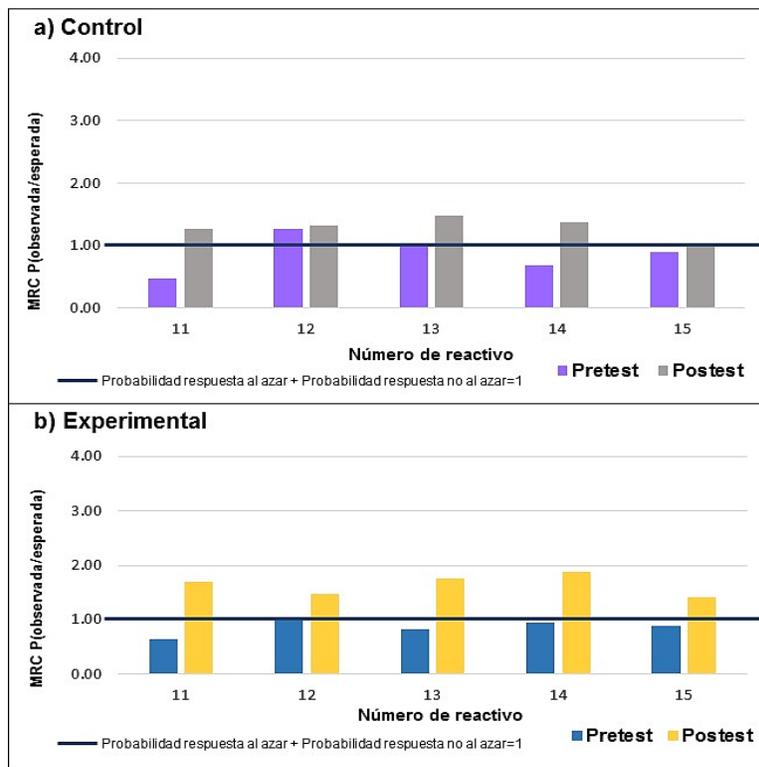


Fig.4.12. Múltiplos de respuesta correcta (MRC) en los reactivos de falso/verdadero: a) grupo control y b) grupo experimental.

- a) **Grupo control:** en los reactivos 12 y 15 el MRC pretest y postest fue equivalente y por lo tanto no significativas. En el resto de los reactivos (11, 13 y 14) los MRC-postest se incrementaron más del doble de lo que se esperaba en una respuesta al azar.
- b) **Grupo experimental:** en los reactivos 12 y 15 el MRC-postest presenta un menor aumento en paralelo con el MRC del pretest, de manera que la diferencia en la respuesta no es significativa. En los reactivos 11, 13 y 14, el MRC-postest se incrementa en mayor medida en el MRC del pretest, esto indica que la respuesta que miden estos reactivos mejoró de manera significativa

Lo anterior permite ver que los alumnos tanto del grupo control como experimental no distinguen la relación entre cromosoma-gen y posiblemente ADN-gen (Banet y Ayuso, 1995). Sin embargo, existe un avance en su aprendizaje al reconocer que la función de un gen puede ser modificada por el ambiente y que las alteraciones genéticas no sólo se adquieren hereditariamente. Incluso se logra un cambio en el concepto de que las mutaciones son por lo general perjudiciales, alteraciones anatómicas (Gallego et al, 2004).

Además, el grupo experimental presentó cambios favorables y significativos en el aprendizaje del concepto mutágeno al comprender que tóxicos pueden producir alteraciones en la expresión fenotípica de un ser vivo, así como reconocer que ésta es resultado de la interacción ambiente-genotipo.

Conincido con Puig y Jimenez, (2015) en la necesidad de comprender que determinados caracteres fenotípicos son resultado de una interacción entre el ambiente y los genes; en la medida de que el alumno se apropie de este conocimiento mejorará la interpretación y uso de la información que tiene disponible para desarrollar un pensamiento crítico que les permita reflexionar sobre lo están aprendiendo.

4.3.4. Etapa 4: Resultados cualitativos de la segunda intervención.

Los resultados cualitativos se valoraron e interpretaron a partir de los intereses y actitudes (positivas/negativas) durante la intervención del grupo control y la experiencia con la estrategia del grupo experimental.

En la figura 4.13 se muestra el porcentaje de actitud positiva y negativa que los alumnos expresaron en 5 aspectos en el que participaron a lo largo de su trabajo académico tanto del control como experimental.

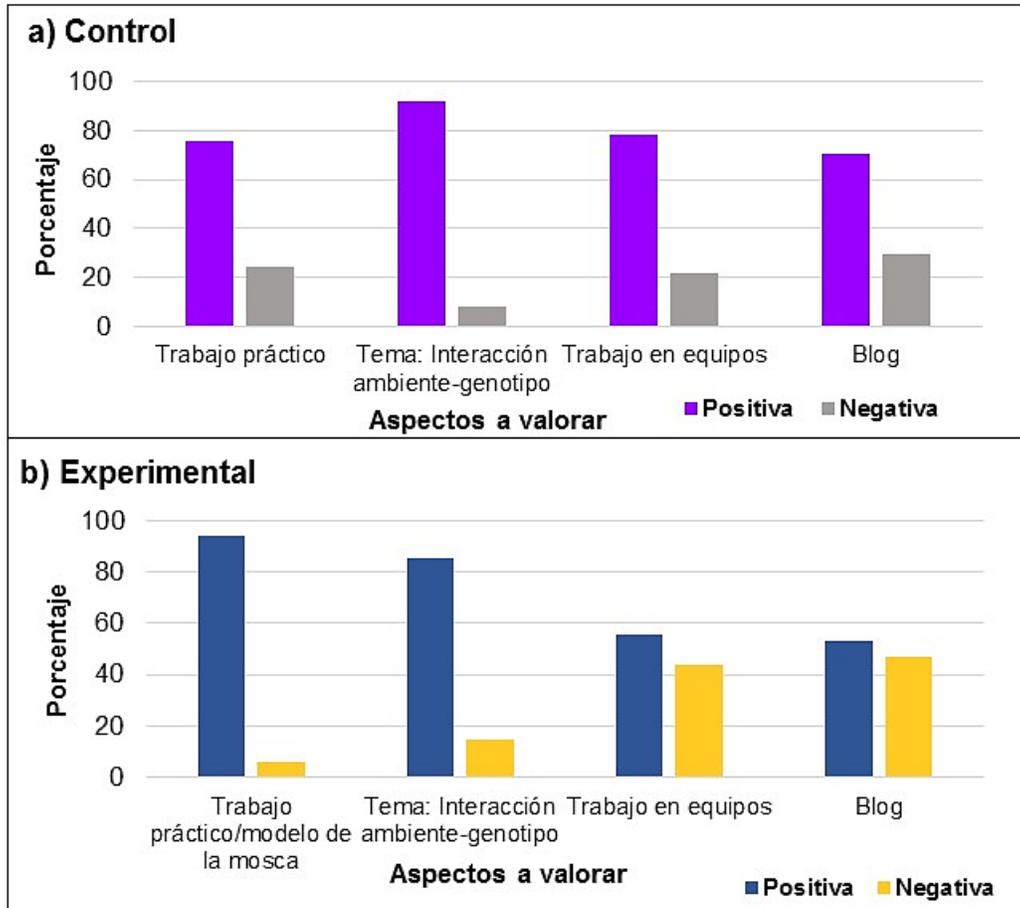


Fig. 4.13. Porcentaje de respuesta frente una actitud positiva o negativa: a) grupo control y b) grupo experimental.

- a) **Grupo control:** el porcentaje de actitud positiva y negativa con relación al trabajo práctico fue de 76 y 24 %, respectivamente; con relación al tema: interacción ambiente-genotipo fue de 92% positiva y 8% negativa; trabajo en equipos fue de 78.5% y 22%; y el trabajar con el blog 70% y 30%, respectivamente.
- b) **Grupo experimental:** Con relación al trabajo práctico (Modelo de la mosca) se muestra un 94% actitud positiva y 6% negativa; respecto al tema: interacción ambiente-genotipo fue de 85% y 15% respetivamente; el trabajo en equipos un 56% positiva y 44% negativa; y trabajar con el blog 53% y 47% respectivamente.

A partir de los datos anteriores se muestra que el **grupo control** en la parte cualitativa logró las habilidades y capacidades para identificar y definir los conceptos que integran el marco conceptual del tema desarrollado en la intervención. Además de demostrar un interés durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, reflejado en una actitud positiva hacia el trabajo práctico, de equipos y en las actividades del blog, en el cual fue importante sus comentarios sobre la información que les proporcionó el blog en su aprendizaje, así como la facilidad para acceder y trabajar en él.

Sin embargo, en la parte práctica su trabajo fue limitado, debido a que solo se desarrollaron habilidades de análisis, identificación, descripción, comparación y conclusión con base en las lecturas que se les proporcionaron y la información que recibieron por parte del profesor a manera expositiva y en el blog.

Un aspecto importante que se dió durante la intervención con el grupo control fue la empatía que se generó entre el docente y los alumnos desde el inicio, además de mantener expectativas favorables de su trabajo realizado en el aula, lo cual propició un ambiente de confianza. Donde, posiblemente pudo darse un efecto Pigmalión positivo, en el cual no solo hubo un impacto en su conducta, sino también en su aprendizaje sobre los conocimientos de la genética y su relación con el ambiente.

Finalmente, los alumnos expresaron que les agradó el trabajo que realizaron en cada una de las actividades, sin embargo les hubiera gustado un trabajo con actividades más experimentales.

A continuación se presentan algunos comentarios que expresaron los alumnos del grupo control sobre el trabajo que se desarrolló durante la intervención áulica.

“Me gustó mucho la forma en que nos explicó el tema de genética y las lecturas que nos dio en clase”

“Todo estuvo muy bien, pero me hubiera gustado que incluyera actividades más interactivas o prácticas conforme al tema”

“La maestra supo manejar bien el tema con sus actividades, aprendí cómo el alcohol y el cigarro pueden afectar mi salud”

“Vimos muchos conceptos, creo que hubiera sido mejor que sus actividades fueran más prácticas porque así se puede aprender de forma más divertida”

“Me gustó cómo nos explicó el tema ya que se me hacía muy fácil entender los conceptos”

“Me gustó que era muy paciente con nosotros y explicaba de manera muy concisa, le recomiendo incluir actividades más prácticas, así aprendo mejor”

La experiencia práctica que el **grupo experimental** tuvo con el modelo de la mosca, les permitió un desarrollo de habilidades y capacidades que se realizan dentro del ámbito de la investigación científica como: el trabajo en equipo, la observación, inferencias, suposiciones, organización, análisis e interpretación de datos, la argumentación, etc. (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001; y Galagovsky, 2005).

Así, como también manifestar sentimientos similares o diferentes puntos de vista, que los llevó a reflexionar sobre la labor científica, lo cual los conduce a las discusiones sobre el proceso de hacer ciencia (la experimentación, la construcción basada en la evidencia en modelos, el razonamiento hipotético-deductivo), la aplicación de los descubrimientos científicos, y el impacto de la ciencia en la sociedad (Movahedzadeh, 2011).

Sin duda, esta visión se refleja con respecto al tema (interacción ambiente-genotipo) que desarrollaron los alumnos, al presentar un mayor porcentaje de actitud positiva. No obstante, la actividad del blog y el trabajo en equipos muestran un porcentaje similar frente a una actitud positiva y una negativa.

En este sentido, el blog es un recurso tecnológico, que si bien contribuye al proceso de enseñanza y aprendizaje para guiar al alumno y proporcionarle un entorno de expresión y evaluación (Fragoso, 2012), no siempre despierta el interés de los estudiantes para apropiarse de un conocimiento. Por otro lado, aprender y trabajar entre iguales es una de las metodologías más usadas y difundidas en las aulas de clase a lo largo de la historia (Durán, 2009), por lo cual es importante fomentar y valorar el significado del trabajo en equipo.

Se presentan algunos comentarios que resumen las expresiones de los alumnos del grupo experimental:

“Me gustó que me hizo cuestionar la información que ya tenía y poder ampliar mis conocimientos sobre genética, también fue genial trabajar con moscas, la felicito”.

“Al hacer equipos me ayudaron para comprender lo que no entendía sobre todo porque cada clase trabaje con personas diferentes y como fue divertido se me grabó mejor en mi memoria en particular los experimentos con las moscas”

“Antes no tenía ni idea sobre el tema, ahora al menos se un poco sobre genética, los efectos del alcohol y el fumar, me gustó mucho las prácticas que hicimos con las mosquitas ver como reaccionaban, porque es lo que nos puede suceder”

“Me agradó interactuar con mis compañeros, lo de las prácticas y las aportaciones de la profesora muy buenas. Estas prácticas son geniales ¡Las moscas son chidas!”

“Aprender a observar me gustó mucho, me sentí como un científico, aunque las moscas no son mucho de mi agrado, pero fue interesante ver como se comportaban y como reaccionaron con el cigarro y el alcohol, creo que debo pensar en las moscas cuando se me antoje fumar o beber”

“Las dinámicas que realizamos fueron novedosas, siento que su método con las moscas me atrapó y las explicaciones eran fáciles, sin duda creo que aprendí mucho de los conceptos de genética”

La actitud que los alumnos expresaron a través de su desempeño en clase y sus comentarios particulares refleja un sentimiento auténtico no solo hacia su aprendizaje, sino que además tienen una imagen positiva de la ciencia y sus avances, sobre todo porque les permite visualizar una mejor calidad de vida y reconocer que ningún modelo científico posee la verdad absoluta, al contrario se encuentra en un avance constante para explicar la realidad (Martínez e Ibáñez, 2006).

En este sentido, la estrategia didáctica que se aplicó al grupo experimental proporcionó la integración de elementos tanto teóricos como prácticos, para que el alumno construyera su propio conocimiento sobre la interacción que tiene el ambiente con el genotipo de los organismos y su significado en el estudio de ciertas alteraciones genéticas.

De acuerdo con Movahedzadeh, (2011) el uso de temas controvertidos para introducir contenidos y conceptos en las clases de biología ayuda a "*plantear preguntas que merecen respuestas y también generan interés entre los estudiantes y el interés puede mejorar la motivación para aprender biología*". Al transmitir temas importantes para la vida de los estudiantes les ayuda a reconocer el valor de la ciencia y, a su vez los motiva a desarrollar una mejor actitud hacia la enseñanza de la ciencia y la ciencia misma.

Así, los beneficios de las experiencias de enseñanza y aprendizaje tienden a proyectar sentimientos tanto positivos como negativos de forma significativa dentro de su estructura cognitiva del aprendiz, de manera tal, que todo aprendizaje también supone necesariamente una transferencia (Ausubel, 2002).

Por lo tanto, el trabajar con modelos biológicos favorece experiencias de aprendizaje para el alumno, además de fomentar el trabajo entre pares, la transferencia de aprendizajes, la toma de decisiones, el desarrollo de un pensamiento científico y determina aspectos tan importantes como la identidad, la elección de una vida saludable, la de una carrera profesional y el desempeño de la misma (Galagovsky, 2005; y Castro y Valbuena, 2007).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Educar para educarse

“Tal como yo lo veo en los planes de estudio, lo más importante sería ser capaz de contestar cuando se nos pregunta y ser a su vez capaz de hacer preguntas y recibir respuestas”

Hans-Georg Gadamer, 1999.

Promover los conceptos abstractos que conforman la genética en un contexto escolar implica por un lado, reducir los obstáculos presentes en la enseñanza y aprendizaje, y por el otro, integrar todos los elementos necesarios para transformar ese saber en un proceso de reflexión, de manera tal que el estudiante sea capaz de cuestionarse sobre su propio aprendizaje y además de aceptar respuestas.

Los alumnos que trabajaron con el modelo de la mosca como Modelo Didáctico Analógico en el desarrollo del tema interacción ambiente-genotipo mostraron una mejor comprensión de los conceptos de la genética, además de enriquecer otros contenidos como los procedimentales y actitudinales durante esta experiencia de aprendizaje.

A través del uso de modelos didácticos fue posible valorar habilidades y capacidades como la observación de hechos (o la adquisición de datos), inferir con respecto a posibles causas (formando hipótesis alternativas), discutir y argumentar para poder seleccionar una mejor explicación; además de abstraer conceptos, generalizar, organizar su pensamiento y reflexionar sobre el trabajo científico y su estudio. Sin duda, el aprendizaje de cada estudiante es único, así como la forma en que cada uno de ellos se apropia de este.

Los resultados obtenidos también aportan nuevas interrogantes sobre las formas en que se debe gestionar los procesos de la enseñanza y de aprendizaje de las ciencias en el bachillerato, y de manera particular en el conocimiento de la genética, en el que es necesario seguir diseñando experiencias educativas para orientar la actividad académica en contextos que favorezcan el interés por aprender, además de fomentar la reflexión hacia una mejor calidad de vida social y de salud.

Se reconoce que la responsabilidad docente es medular para poder lograr un cambio en los procesos educativos.

PERSPECTIVAS.

La estrategia didáctica que se diseñó es un instrumento flexible que está abierta a enriquecerse en los siguientes aspectos:

- Implementarse como una actividad de cierre (retroalimentación) en una unidad o resultado de aprendizaje porque puede integrar contenidos que van desde la identificación de procesos biológicos que permiten la continuidad de la vida, hasta la evolución de los seres vivos y su ambiente.
- Implementar otros mutantes de *Drosophila melanogaster* para la segunda fase de la estrategia donde se evaluará el comportamiento de 3 mutantes en comparación con el silvestre de la práctica 1.
- Mejorar los recursos didácticos en los que se apoyó la estrategia como: el texto de las lecturas, formatos de prácticas, los videos e imágenes que se implementaron para el desarrollo teórico-práctico.
- Mejorar los instrumentos de evaluación.
- Implementar la estrategia en otras instituciones educativas de Nivel Medio Superior para comparar y/o ampliar los resultados. Así como la difusión con otros docentes para mejorar sus experiencias de enseñanza y aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Adúriz-Bravo, Agustín., Garófalo, Judith., Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. (2005). Modelo Didáctico Analógico: marco teórico y ejemplos. Enseñanza de las Ciencias, vol. Extra del VII Congreso, 1-6.

Alvarado, R. María E. y Flores, C. Fernando. (2010). Percepciones y supuestos sobre la enseñanza de la ciencia: Las concepciones de los investigadores universitarios. Perfiles Educativos, IISUE-UNAM vol. 22(128), 10-26.

Arocena, Rafael., Gascue, Cecilia y Leymoní, Julia. (2010). Evaluación y validación de pruebas parciales de opción múltiple de un curso universitario de primer año. Enseñanza de las Ciencias, vol. 9(3), 737-756.

Ausubel, David P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva. España: Ediciones Paidós.

Ayuso, G. E. y Banet, E. (2002): Alternativas a la enseñanza de la genética en la educación secundaria. Enseñanza de las Ciencias, vol. 20 (1). 133-157.

Banet, E. y Ayuso, G. (1995): Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos. Enseñanza de las ciencias, vol. 13(2), 137-153.

Backhoff Escudero, Eduardo., Larrazolo Reyna, Norma y Rosas Morales, Martín (2000). Nivel de dificultad y poder de discriminación del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). Revista Electrónica de Investigación Educativa, vol. 2(1), 11-29.

Bugallo, A. (1995): La didáctica de la genética: revisión bibliográfica, en: Enseñanza de las Ciencias, vol. 13 (3). 188-385.
de las ciencias, 17(2), pp. 179-192.

Caponi, Gustavo. (2007). Física del organismo vs hermenéutica del viviente: el alcance del programa reduccionista en la biología contemporánea. História, Ciências, Saúde, vol. 14(2), 443-468.

Castro, M. Julio A. y Valbuena, U. Édgar O. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. Revista TEΔ (22), 126-145.

Chamizo, J. Antonio. (2000). La enseñanza de las ciencias en México: el paradójico papel central del profesor. Educación Química, vol. 11, 132-136.

Chamizo, J. Antonio. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 7(1), 26-41.

Coll, Richard K. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education*, vol. 27(2), 183-198.

Carretero, Mario y León, José Antino. (1990). Cap. 17 Del pensamiento formal al cambio conceptual en la adolescencia. Cita en: Coll, S. César., Marchesi, U. Álvaro y Palacios, Jesús. En *el Desarrollo Psicológico y Educación*. España: Ediciones Alianza.

Drosophila Information Service: Promoting open scientific communication since 1934. Recuperado el 18 de Junio del 2015, de <http://www.ou.edu/journals/dis/teachingarticles.html>

Duncan, R. Golan y Reiser, B. (2007). Reasoning Across Ontologically Distinct Levels: Students' Understandings of Molecular Genetics, vol. 44(7), 938-959.

Duncan, R. Golan., Rogat, D. Aaron y Yarden, Anat. (2009). A Learning Progression for Deepening Students' Understandings of Modern Genetics Across the 5th–10th Grades, vol. 46(6), 655-674.

Encuesta Nacional de Adicciones. (2011) Reporte de drogas ilícitas. Secretaria de Salud, México. Recuperado el 26 de Julio del 2015, http://www.conadic.salud.gob.mx/pdfs/ENA_2011_DROGAS_ILICITAS_.pdf

Espinosa, J. y Román, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 9(2), 151-154.

Figini, Eleonora y De Micheli, Ana. (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*, número extra VII Congreso, 1-5.

Fragoso, R. V. (2012). Programa de investigación sobre la docencia en el CCH. Seminario de Investigación educativa, en "estudios sobre la práctica docente, recursos y materiales didácticos. Recuperado el 25 de octubre del 2015, de http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/textos/material_didactico.pdf

Furió, C., Vilches, A., Guisasola, J. y Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las ciencias*, vol. 19 (3), 365-376.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19 (2). 231-242.

Galagovsky, Lidya. (2005). Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable, parte 2: derivaciones comunicacionales y didácticas. Enseñanza de las Ciencias, vol. 22(3). 349-364.

Gallego, A. María Abril., Mayoral, M. María Victoria y Muela, G. Francisco J. (2004). Los medios de comunicación social y la didáctica de la genética y la biología molecular en E.S.O. Libro de actas: La nueva alfabetización: un reto para la educación del siglo XXI. Jaén, España.

García Medina, R. y Parra Ortiz, J.M (2010): Didáctica e innovación curricular. Editorial: La Catarata, Madrid España.

Gatica-Lara, F. y Uribarren-Berretua, Teresita. (2012) ¿Cómo elaborar una rúbrica? Investigaciones Educación Médica, vol. 2(1). 61-65.

Gómez, G. Alma Adriana. (2013). Explicaciones narrativas y modelización en la enseñanza de la biología. Enseñanza de las Ciencias, vol. 25(3), 325-340.

Guerra-Ramírez, (2012). Cap. IX ¿Y después del bachillerato? Transición al mundo del trabajo entre egresados de la modalidad tecnológica. En Jóvenes y bachillerato (pp. 267-294), México, D.F. Editorial ANUIES.

Guerrero, Fernando; Sánchez, Neila y Lurduy, Orlando. (2005). La práctica docente a partir del modelo DECA y la teoría de las situaciones didácticas. Enseñanza de las Ciencias, número extra VII Congreso.

Guerrero-Salinas, (2012). Cap. IV Algunos rasgos de la experiencia estudiantil en el bachillerato. En Jóvenes y bachillerato (pp. 125-150), México, D.F. Editorial ANUIES.

Hernández, R. Gerardo. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. Perfiles Educativos, vol. 29(117), 38-77.

Jurado-Núñez, Alma., Flores-Hernández, Fernando., Delgado-Maldonado, Laura., Sommer-Cervantes, Hermann., Martínez-González, Adrián y Sánchez- Mendiola, Melchor. (2013). Distractores en preguntas de opción múltiple para estudiantes de medicina: ¿cuál es su comportamiento en un examen sumativo de altas consecuencias? Investigaciones Educación Médica, vol. 2(8). 202-210.

Justi, Rosária; Chamizo Guerrero, José A., García Franco, Alejandra y Figueirêdo, Kristianne Lina. (2011). Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje. Enseñanza de las Ciencias, vol. 29(3), 413-426.

kampourakis, K., Reydon, Thomas A.C., P, George y Strasser, Patrinos Bruno J. (2014). genetics and society educating scientifically literate citizens: introduction to the thematic issue. *Science & education*, vol. 23 (2), 251-258.

Kohler, Robert E. (1993). *Drosophila: A Life in the Laboratory*. *Journal of the History of Biology*, vol. 26(2), 281-310.

Krell, Moritz y Krüger, Dirk. (2015). Testing Models: A Key Aspect to Promote Teaching Activities Related to Models and Modelling in Biology Lessons? *Journal of Biological Education*, DOI: 10.1080/00219266.2015.1028570. Recuperado el 20 de enero del 2016 de la base de datos UNAM.

Lozano, M. Mónica. (1994). Cap. 3 La formación del pedagogo y su vinculación con el área de la enseñanza de las ciencias. En la memoria del Coloquio: La pedagogía hoy (pp. 123-133). México: editorial Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM.

Lugo, Guadalupe. (2016, 30 de mayo). Mueren en México más de 40 mil personas al año por tabaquismo. *Gaceta UNAM*, p. 8.

Manassero, María Antonieta, Vázquez, Alonso A. (2001). La evaluación de las actitudes CTS. *Organización de Estados Iberoamericanos*. Recuperado el 19 de abril del 2016, <http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo11.htm>

Marbach, Gili. (2001). Attempting to break the code in student comprehension of genetic concepts, *Journal of Biological Education*, vol. 35(4), 183-189.

Martínez, A. M. M. e Ibañez, O. M. T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 24(2). 193-206.

Martínez, M. Nicolás. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 43-55.

Meece, J. L. (2001). *Desarrollo del niño y del adolescente: compendio para educadores*. México, editorial: Mac Graw Hill.

Méndez, R. Ignacio, et al. (1990). *El protocolo de la investigación: lineamientos para su elaboración y análisis*. Segunda edición. Editorial Trillas, México.

Molina Z. (1997). *Planeamiento didáctico: fundamentos, principios, estrategias y procedimientos para el desarrollo*. EUNED, 61-126.

Moreira, m. Antonio. (2012). Aprendizaje significativo, campos conceptuales y pedagogía de la autonomía: implicaciones para la enseñanza. *Meaningful Learning Review*, Vol. 2(1), 44-65.

Moreno, A. Luis G. y Waldegg, Guillermina. (1998). La epistemología constructivista y la didáctica de las ciencias: ¿Coincidencia o complementariedad? Enseñanza de las Ciencias, vol 16 (3), 421-429.

Movahedzadeh, F. (2011). Improving Students' Attitude Toward Science Through Blended Learning. Science Education and Civic Engagement, vol 3 (2), 14-19.

Oppenheimer, Andrés. (2010) ¡Basta de historias!: la obsesión latinoamericana con el pasado y las 12 claves del futuro. México: Debate.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2014). Adolescentes: riesgos para la salud y soluciones. Recuperado el 25 de Noviembre del 2015, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345/es/>

Orozco-Marín, Yónier A. (2013). Aprender sobre herencia genética: Más que un cuadro de Punnett. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 1-8.

Ortega, J. (2006) rendimiento escolar: Bases emocionales de su origen y vías P.P. 64. Afectivas. Recuperado: 2 de junio del 2016, de https://books.google.com.mx/books?id=QtHgK5uhG3oC&printsec=frontcover&dq=ortega+2006+rendimiento+escolar&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwix5pO7qbHPAhUr2oMKHYW_DdUQ6wEIHDAA#v=onepage&q=ortega%202006%20rendimiento%20escolar&f=false

Ortega, R. Pedro., Saura S. José Pablo y Mínguez Vallejos, Ramón. (1993). Investigaciones y experiencias: la formación de actitudes positivas hacia el estudio de las ciencias experimentales. Revista de Educación 301, 167-196.

Papalia, E. Diane., Feldman, Duskin R. y Martorell, Gabriela. (2013). Desarrollo Humano. 12ª edición. México: Mc Graw Hill Interamericana.

Pere Marqués, (2000). Los medios didácticos y los recursos educativos. Recuperado el 22 de septiembre del 2015, de <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>

Pierce A. Benjamin. (2009). Genética: un enfoque conceptual. 3ª edición. Editorial medica Panamericana.

Plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), 1996. <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/>

Puig, Blanca y Jiménez, A. María del Pilar. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. Eureka Enseñanza y Divulgación en la enseñanza de las Ciencias, vol. 12(1), 55-65.

Puigcerver Oliván, Manel e Íñiguez Porras, Francisco Javier; (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 10(3), 307-327.

Rodríguez, Nacarid. (2011). Diseños Experimentales en Educación. *Revista Pedagógica*, vol. 32(91), 147-158.

Rodríguez, Palmero M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Investigación Educativa y Socioeducativa*, vol. 3(1), 29-48.

Rodríguez, G. David y Valldeoriola, R. Jordi. (2009). Metodología de la investigación. Ediciones UOC.

Rogers, William y Ford, Robert. (1997). Factors that Affect student attitude toward Biology. *Bioscene*, vol. 23(2), 3-5.

Rosenthal, Robert y Jacobson, Lenore. (1968). *Pygmalion in the Classroom*. Recuperado el 28 de Julio del 2016, de https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/psyifp/aeechterhoff/sommersemester2012/schluessselstudiendersozialpsychologiea/rosenthal_jacobson_pygmalionclassroom_urbrev1968.pdf

Sadler, D. Troy. (2009). Socioscientific issues in science education: labels, reasoning, and transfer. *Cultural Studies of Science Education*, vol. 4(3), 697-703.

Solbes, J. y Vilchis, A. (2004). Papel de las relaciones ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana, vol. 22(3), 1-11.

Sofer, Willian y Tompkinst, Laurie. (1994). *Drosophila Genetics in the Classroom*. *Genetics Society of America*, vol. 136, 417-422.

Solbes, Jordi. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): nuevas perspectivas. *Eureka Enseñanza y Divulgación de las ciencias* vol. 6(2), 190-212.

Universidad de Duquesne. (2016). The Pygmalion Effect. Recuperado el 26 de Julio del 2016, de <http://www.duq.edu/about/centers-and-institutes/center-for-teaching-excellence/teaching-and-learning/pygmalion>

Vazquez-Bustamante, Odalis y Vazquez-Bustamante Rafael. (2013). Aprendizaje del trabajo en equipo mediado por la producción de videos educativos: Básica Secundaria de la Institución Educativa. *Escenarios*, vol. 11 (1), 23-37.

Viera, T. Trilce. (2003). El aprendizaje significativo de Ausubel: algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. *Universidades*, (26), 37-43.

Villa-Lever, L. (2000). La educación media. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 5 (10), 201-204.

Viau, Javier y Moro, Lucrecia. (2009). Un marco epistemológico para el concepto de modelo. *Actas de las V Jornadas sobre "La Formación del Profesorado: docentes, narrativas e investigación educativa"*. Recuperado el 9 de febrero del 2016, de http://www.mdp.edu.ar/humanidades/cienciasdelaeducacion/jornadas/profesorado2009/final/comunicaciones/1_docentes/1a_enz_apr_curr/1a_19.pdf

Weimer, C. Richard. (2007). *Estadística*. Editorial Grupo Patria.

Wood-Robinson, C., Lewis, J., Leach, J. y Driver, R. (1998). Genética y formación científica: resultados de un proyecto de investigación y sus implicaciones sobre los programas escolares y la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16(1), 43-61.

WormClassroom.org (S/A). *Teaching With Model Organisms*. Recuperado el 20 de Junio del 2015, de <http://wormclassroom.org/teaching-model-organisms>

ANEXOS.

Anexo 1. Primer cuestionario de conocimientos Pretest-Postes que se aplicó al grupo piloto.

 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO</p>	<p>ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No. 8 "Miguel E. Schulz"</p>	 <p>MADEMS Maestría en Docencia para la Educación Media Superior</p>
---	---	---

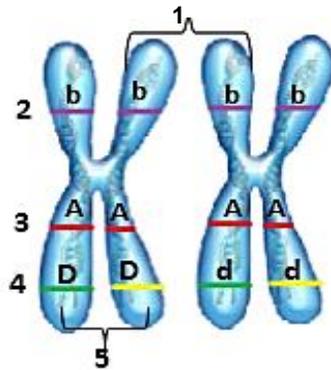
EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.

Nombre: _____ GRUPO: _____ Fecha: _____
Edad: _____ Delegación y/o municipio: _____

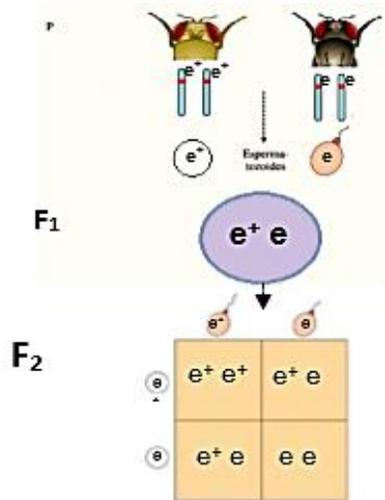
Instrucciones: Encierra en un círculo solo una de las letras que consideres la respuesta correcta.

- 1.- Una característica particular de cualquier gen es:
 - a) rasgo hereditario
 - b) secuencia de ADN
 - c) genoma de un organismo
 - d) glucosa
- 2.- La forma alternativa de un gen se denomina:
 - a) cromosoma
 - b) locus
 - c) genoma
 - d) alelo
- 3.- Si la mamá tiene Cabello rizado (RR), y el papá tiene cabello lacio (rr). ¿Cuál es el fenotipo de los descendientes?
 - a) $\frac{3}{4}$ cabello liso y $\frac{1}{4}$ cabello rizado
 - b) $\frac{1}{2}$ cabello rizado y $\frac{1}{2}$ cabello liso
 - c) Todos con el cabello rizado
 - d) Todos con el cabello lacio
- 4.- En la meiosis la separación de alelos de un gen se explica por:
 - a) segregación de los caracteres
 - b) segregación independiente de los caracteres
 - c) Teoría cromosómica
 - d) Teoría celular
- 5.- Un gen recesivo se expresa fenotípicamente en un:
 - a) homocigoto dominante
 - b) homocigoto recesivo
 - c) heterocigoto dominante
 - d) heterocigoto recesivo
- 6.- Los cambios en el material genético producen:
 - a) recombinación
 - b) traducción
 - c) replicación
 - d) alteración
- 7.- La Información genética es transmitida a la siguiente generación por las células:
 - a) somáticas
 - b) gaméticas
 - c) madre
 - d) indiferenciadas
- 8.- La división celular en células somáticas está dada por:
 - a) Transcripción
 - b) duplicación
 - c) meiosis
 - d) mitosis.

Instrucciones: Relaciona las columnas con el número en la imagen.



- () homocigoto dominante
- () heterocigoto
- () Cromátidas homólogas
- () Cromatina
- () Cromátidas hermanas
- () homocigoto recesivo
- () cromosoma sencillo



Instrucciones: contesta las siguientes preguntas a partir del esquema izquierdo.

- 14.- ¿Cuál es el genotipo de los padres?
- 15.- ¿Cuál es el fenotipo de los padres?
- 16.- Indica él o los genotipos de los hijos en F₂:
- 17.- Indica él o los fenotipos de los hijos en F₂:
- 18.- ¿Cuál es el alelo que produce el color oscuro a nivel corporal?
- 19.- ¿Qué patrón hereditario está ocurriendo?

Instrucciones: Marca con una "X", la letra **V** si consideras que es verdadero o con una **F** si consideras que es falso.

- 20.- Los organismos haploides poseen un juego de cromosomas.
V F
- 21.- Los cambios producidos en la información genética sólo afecta a células somáticas.
V F
- 22.- La expresión del fenotipo es resultado de la influencia ambiental y genética.
V F
- 23.- Las alteraciones genéticas se adquieren sólo hereditariamente.
V F
- 24.- Una mutación ocurre sólo a nivel cromosómico.
V F

Total de aciertos:

Anexo 2. Rúbrica de evaluación para las preguntas abiertas del primer cuestionario.

 <p>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO</p>	<p>ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No. 8 "Miguel E. Schulz"</p>	 <p>Maestría en Docencia para la Educación Media Superior</p>
---	---	--

NOMBRE	GRUPO:	FECHA:
--------	--------	--------

INDICADORES	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	TOTAL
PUNTAJE	1	0.5	0	
Fenotipo	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de fenotipo y logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de fenotipo, pero no logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂	El alumno no analiza la imagen para reconocer el concepto de fenotipo y por lo tanto, no logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂	
Genotipo	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de genotipo y logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂ .	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de genotipo, pero no logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂ .	El alumno no analiza la imagen para reconocer el concepto de genotipo y por lo tanto, no logra representarlo de manera escrita tanto en los progenitores, como en los hijos en la F ₂ .	
Alelo	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de alelo y logra representar de manera escrita el alelo que produce el color obscuro	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de alelo, pero no logra representar de manera escrita el alelo que produce el color obscuro	El alumno no analiza la imagen para reconocer el concepto de alelo y por lo tanto, no logra representar de manera escrita el alelo que produce el color obscuro.	
Patrón hereditario	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de patrón hereditario que está ocurriendo, además logra describir de manera escrita las condiciones alélicas para que se herede.	El alumno hace un análisis con base en la imagen para reconocer el concepto de patrón hereditario que está ocurriendo, pero no logra describir de manera escrita las condiciones alélicas para que se herede.	El alumno no analiza la imagen para reconocer el concepto de patrón hereditario, además no logra describir de manera escrita las condiciones alélicas para que se herede.	

Anexo 3. Segundo cuestionario de conocimientos Pretest-Postes que se aplicó al grupo control y experimental.

 UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO	ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA No. 8 "Miguel E. Schulz"	 <small>Maestría en Docencia para la Educación Media Superior</small>
--	---	---

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.

Nombre: _____ **Grupo:** _____ **Fecha:** _____

Edad: _____ **Delegación y/o municipio:** _____

Instrucciones: Encierra en un círculo solo una de las letras que consideres la respuesta correcta.

- 1.- La información genética de un individuo se encuentra en:
 - a) las células cerebrales.
 - b) las células de los espermatozoides u óvulos.
 - c) todas las células.
 - d) las células de la sangre.
- 2.- Una característica particular de cualquier gen es:
 - a) rasgo hereditario
 - b) secuencia de ADN
 - c) genoma de un organismo
 - d) glucosa
- 3.- La forma en que un gen puede variar se conoce como:
 - a) cromosoma
 - b) locus
 - c) genoma
 - d) alelo
- 4.- La división celular en células somáticas está dada por:
 - a) Transcripción
 - b) duplicación
 - c) meiosis
 - d) mitosis.
- 5.- La Información genética es transmitida a la siguiente generación por las células:
 - a) somáticas
 - b) gaméticas
 - c) madre
 - d) indiferenciadas
- 6.- Al finalizar la meiosis la información genética de las células se encuentra:
 - a) reducida a la mitad
 - b) igual que al inicio
 - c) el doble de cuando inicio
 - d) repartida en cada nueva célula.
- 7.- En una mutación el DNA se:
 - a) recombina
 - b) traduce
 - c) separa
 - d) altera
- 8.- En la mosca del vinagre, la coloración del cuerpo puede ser ébano u oscuro, siendo el color oscuro un gen recesivo (ee) respecto al ébano (EE). Al cruzar dos razas puras con las alternativas para este carácter, ¿qué proporciones genotípicas se obtendrán en la segunda generación?
 - a) 100% Ee
 - b) ½ EE y ½ ee
 - c) ¾ Ee y ¼ ee
 - d) ¼ EE, 2/4 Ee y ¼ ee
- 9.- Si la mamá tiene Cabello rizado (RR), y el papá tiene cabello lacio (rr). ¿Cuál es el fenotipo de los descendientes?
 - a) ¾ cabello liso y ¼ cabello rizado
 - b) ½ cabello liso y ½ cabello rizado
 - c) Todos con el cabello rizado
 - d) Todos con el cabello lacio
- 10.- Las mutaciones son un mecanismo de:
 - a) Variación
 - b) Enfermedad
 - c) supervivencia
 - d) Conservación

			Realizan una conclusión de forma escrita sobre los perjuicios que el alcohol y el cigarrillo representan en su propia vida como adolescente.	No logra una conclusión de forma escrita sobre los perjuicios que el alcohol y el cigarrillo representan en su propia vida como adolescente.	No realiza una conclusión de forma escrita sobre los perjuicios que el alcohol y el cigarrillo representan en su propia vida como adolescente.	
A C T I V I D A D E S	Participación y Comunicación	2	Demuestra una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas); y fuera del aula (tareas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en cada una de sus intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.	Solo demuestra una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en algunas de las intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.	Solo demuestra una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en algunas de las intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.	
			Expresa una comunicación respetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. Reconoce y valora el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.	Expresa una comunicación respetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. Solo reconoce el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.	Expresa una comunicación irrespetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. No reconoce y no valora el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.	

• **Rúbrica de evaluación del grupo experimental**

NOMBRE	GRUPO:	FECHA:
---------------	---------------	---------------

RÚBRICA DE EVALUACIÓN

INDICADORES		ESCALA			TOTAL	
PRODUCTOS	Valor	EXCELENTE (100%)	SUFICIENTE (70%)	INSUFICIENTE (45%)		
C O N C E P T U A L	Glosario	1	Definen los conceptos de: Herencia, cromosoma, gen, alelo, homocigoto, heterocigoto, fenotipo y genotipo. A demás incluyen más conceptos (mutación, gen dominante, gen recesivo, pleiotropía, mutágeno, etc., que fueron abordados en las demás sesiones.	Definen los conceptos de: Herencia, cromosoma, gen, alelo, homocigoto, heterocigoto, fenotipo y genotipo. No incluyen más conceptos (mutación, gen dominante, gen recesivo, pleiotropía, mutágeno, etc., que fueron abordados en las demás sesiones.	Definen menos de 4 conceptos de los establecidos y abordados en cada una de las sesiones.	
	Actividades Blog	1	Identifican los conceptos vistos en clase con el blog y lo relacionan con la transmisión de las características hereditarias. A demás expresan mediante comentarios en el blog sus dudas de aprendizaje.	Identifican los conceptos vistos en clase con el blog, pero no lo relacionan con la transmisión de las características hereditarias. A demás expresan mediante comentarios en el blog sus dudas de aprendizaje.	Identifican los conceptos vistos en clase con el blog, pero no lo relacionan con la transmisión de las características hereditarias. A demás no expresan mediante comentarios en el blog sus dudas de aprendizaje.	
P R O C E	Cuadro comparativo	2	Comparan en cada uno de los mutantes (ebony, white y miniatura) las características fenotípicas en relación con el silvestre. Además de reconocer donde ocurre la alteración para cada uno.	Comparan en cada uno de los mutantes (ebony, white y miniatura) las características fenotípicas en relación con el silvestre. Además de reconocer donde ocurre la alteración para cada uno.	Comparan en cada uno de los mutantes (ebony, white y miniatura) las características fenotípicas en relación con el silvestre. No reconocen donde ocurre la alteración para cada uno.	
			Identifican y comparan los alelos que representan su genotipo para los tres mutantes en relación con el silvestre.	No identifican y comparan los alelos que representan su genotipo para los tres mutantes en relación con el silvestre.	No identifican y comparan los alelos que representan su genotipo para los tres mutantes en relación con el silvestre.	
	Practica I	2	Generan una hipótesis a partir de la identificación a un problema (¿Existe una diferencia en velocidad para cada uno de los mutantes con relación al mutante?	Generan una hipótesis a partir de la identificación a un problema (¿Existe una diferencia en velocidad para cada uno de los mutantes con relación al mutante?	Generan una hipótesis sin identificar el problema (¿Existe una diferencia en velocidad para cada uno de los mutantes con relación al mutante?	

D I M E N S I O N A L			Identifican las variables en la relación matemática ($V=d/t$) para obtener sus datos, y posteriormente registrar, comparar y organizar gráficamente sus resultados entre los tres mutantes (ebony, white y miniatura) y el silvestre. Además consideran los siguientes elementos para la elaboración de sus gráfica: Escala, título principal, título de eje "X" y "Y"; y la distribución de sus datos.	Identifican las variables en la relación matemática ($V=d/t$) para obtener sus datos, y posteriormente registrar, comparar y organizar gráficamente sus resultados entre los tres mutantes (ebony, white y miniatura) y el silvestre. Además consideran algunos de los siguientes elementos para la elaboración de sus gráfica: Escala, título principal, título de eje "X" y "Y"; y la distribución de sus datos.	Identifican las variables en la relación matemática ($V=d/t$) para obtener sus datos, y posteriormente registrar, pero no logran comparar, ni organizar gráficamente sus resultados entre los tres mutantes (ebony, white y miniatura) y el silvestre. Además no consideran los siguientes elementos para la elaboración de sus gráfica: Escala, título principal, título de eje "X" y "Y"; y la distribución de sus datos.
			Analizan sus resultados obtenidos a partir de la verificación y observación de sus datos registrados y los relacionan con el concepto de gen y mutación.	Analizan sus resultados obtenidos a partir de la verificación y observación de sus datos registrados, pero no lo relacionan con el concepto de gen y mutación.	No analizan sus resultados obtenidos a partir de la verificación y observación de sus datos registrados y los relacionan con el concepto de gen y mutación.
			Realizan una conclusión por escrito a partir de la comparación de sus resultados obtenidos entre los esperados de acuerdo a su hipótesis.	Realizan una conclusión por escrito a partir de la comparación de sus resultados obtenidos, pero no entre los esperados de acuerdo a su hipótesis.	No realizan una conclusión por escrito a partir de la comparación de sus resultados obtenidos entre los esperados de acuerdo a su hipótesis.
	Practica II	2	Describen las características fenotípicas de cada uno de los tubos experimentales mediante la observación.	Describen las características fenotípicas de cada uno de los tubos experimentales mediante la observación.	Describen las características fenotípicas de cada uno de los tubos experimentales mediante la observación.
			Con base en sus observaciones y descripciones analizaron los posibles efectos producidos por los tóxicos: alcohol y cigarrillo, para inferir cuál de los tres tubos experimentales, es el grupo control, y cuál estuvo expuesto al cigarrillo y al alcohol.	Con base en sus observaciones y descripciones analizaron los posibles efectos producidos por los tóxicos: alcohol y cigarrillo, para inferir cuál de los tres tubos experimentales, es el grupo control, y cuál estuvo expuesto al cigarrillo y al alcohol.	Con base en sus observaciones y descripciones no analizaron los posibles efectos producidos por los tóxicos: alcohol y cigarrillo, no inferieron cuál de los tres tubos experimentales, es el grupo control, y cuál estuvo expuesto al cigarrillo y al alcohol.
			Realizan una conclusión entre sus resultados inferidos y la información de las fichas informativas sobre los efectos tóxicos del alcohol y el cigarrillo, para hacer una reflexión escrita sobre estos dos tóxicos y su aprendizaje.	Realizan una conclusión sin considerar sus resultados inferidos y la información de las fichas informativas sobre los efectos tóxicos del alcohol y el cigarrillo, no hacen una reflexión escrita sobre estos dos tóxicos y su aprendizaje.	No realizan una conclusión entre sus resultados inferidos y la información de las fichas informativas sobre los efectos tóxicos del alcohol y el cigarrillo, para hacer una reflexión escrita sobre estos dos tóxicos y su aprendizaje.
A C T I V I D A D E S	Participación y Comunicación	2	Demuestran una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas); y fuera del aula (tareas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en cada una de sus intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.	Solo demuestran una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en algunas de las intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.	Solo demuestran una actitud participativa en cada una de las actividades realizadas dentro del aula (lecturas, ejercicios y prácticas). Además logra trabajar de manera colaborativa con sus compañeros de grupo y de equipos. Demuestran una actitud crítica en algunas de las intervenciones orales con relación a las actividades grupales realizadas en cada una de las sesiones.
			Expresa una comunicación respetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. Reconoce y valora el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.	Expresa una comunicación respetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. Solo reconoce el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.	Expresa una comunicación irrespetuosa entre los alumnos a la hora de expresar sus ideas y en el trabajo realizado de manera grupal e individual. No reconoce y no valora el trabajo que se realiza en el ámbito de la investigación científica.

Anexo 5. Materiales didácticos para desarrollar la primera sesión.

- Rompecabezas.

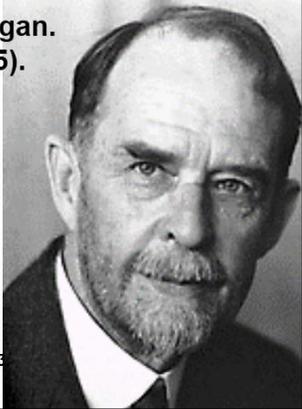


Johann Gregor Mendel.
(1822 - 1884).

Las aportaciones que realizó a la genética fueron los siguientes principios en 1866:

- 1.- El principio de la segregación de los caracteres.
- 2.- El principio de distribución independiente de los caracteres.

Thomas Hunt Morgan.
(1866 - 1945).



Las aportaciones que realizó a la genética moderna:

- ✓ Teoría cromosómica.
- ✓ Herencia ligada al sexo.
- ✓ Mapas cromosómicos.
- ✓ Obtuvo el premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1933.

Anexo 6. Lista de Cotejo de la sesión 1.

Aprendizaje: Conozcan los principios básicos que rigen la transmisión de las características hereditarias como un proceso para la continuidad de la vida.	
Tercera unidad: Procesos para la continuidad de la vida.	
TEMA: Herencia biológica	Fecha:
Número de sesión: 1	Grupo:

Profesor:

LISTA DE COTEJO (Evaluar desempeño del grupo experimental).

INDICADORES		GRUPO						Observaciones
APERTURA	El grupo participa en la actividad inicial al expresar de manera oral sus ideas.	SI	NO					
	El grupo respeta y espera su turno para opinar sobre el concepto de herencia.	SI	NO					
	El grupo demuestra una actitud positiva hacia el profesor y el trabajo realizado durante la actividad: "rompecabezas"	SI	NO					
INDICADORES		EQUIPOS						Observaciones
		1	2	3	4	5	6	
DESARROLLO	Todos los integrantes del equipo participan en armar su rompecabezas. Además asignan roles para trabajar.							
	Todos los integrantes del equipo colaboran para responder la pregunta que integra su rompecabezas.							
	Los integrantes del equipo reconocen el o los conceptos que están relacionados a su pregunta por contestar.							
	El equipo describe los conceptos que eligieron para dar respuesta a la pregunta del rompecabezas.							
	Cada equipo elige a un representante para responder su pregunta relacionando los conceptos que propusieron a todo el grupo.							
	El equipo demuestra una actitud participativa y de respeto hacia el trabajo realizado por sus demás compañeros.							
	Cada integrante registra los conceptos y las preguntas que cada equipo expuso, para elaborar su glosario.							
INDICADORES		GRUPO						Observaciones
CIERRE	Relacionan los conceptos de cada equipo con la transmisión de las características hereditarias en los procesos para la continuidad de la vida.	SI	NO					
	Demuestran una actitud participativa y de respeto hacia todo trabajo realizado en clase.							
	Demstrar una actitud comprometida frente a las formas de vida actual y el trabajo de la propia ciencia.	SI	NO					

Anexo 7. Cuadro comparativo.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.</p>	<p>ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 8 "Miguel E. Schulz"</p>	 <p>Maestría en Docencia para la Educación Media Superior</p>
---	--	--

PROPOSITO: El alumno reconocerá las implicaciones de alteraciones génicas, a través del modelo biológico *Drosophila melanogaster*, para realizar un análisis y reflexión sobre causa-efecto en el material genético.

TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.

GRUPO:

FECHA:

EQUIPO:

INTEGRANTES Y ASIGNACIÓN DE ROLES:

- | | | |
|----|----|----|
| 1. | 4. | 7. |
| 2. | 5. | |
| 3. | 6. | |

ANDAMIO COGNITIVO "ALTERACIONES GENÉTICAS"

	<i>Drosophila melanogaster</i>				HOMBRE
	Silvestre 	ebony 	White 	miniatura 	PKU
¿Cuál es su fenotipo?					
¿Cuál es su genotipo?					
¿Cuáles son las causas de la alteración?					
¿Cuáles son los efectos de la alteración?					

Anexo 8. Ficha de práctica de trabajo de la sesión 2

EQUIPO:		
FECHA:	GRUPO:	
INTEGRANTES Y ASIGNACIÓN DE ROLES:		
1.	4.	7.
2.	5.	
3.	6..	

RESULTADOS.

Hipótesis:

	<i>Drosophila melanogaster</i>			
	Silvestre 	ebony 	White 	miniatura 
Velocidad				

Gráfica:

Conclusiones.

Anexo 9. Lista de cotejo de la sesión 2.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.</p>	<p>ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 8 "Miguel E. Schulz"</p>	 <p>MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR</p>
---	--	--

OBJETIVO: Reconocer los conceptos de: genotipo, fenotipo, gen, mutación y ambiente, para entender los cambios ocurridos a nivel génico, a través del análisis y reflexión de los efectos fenotípicos en el estudio de alteraciones genéticas y su interacción con el ambiente.

TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.	GRUPO:
TEMA: Alteraciones genéticas en interacción con el ambiente-genotipo	Número de sesión: 2 Fecha:

Profesor:

LISTA DE COTEJO (Evaluar desempeño del grupo experimental).

INDICADORES		EQUIPOS						OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	6	
INICIO	Los integrantes del equipo de organizan para asignar roles.							
	Respetan las opiniones de los demás.							
	Escuchan atenta y respetuosamente a los demás.							
DESARROLLO	Identifican y comparan las características fenotípicas y genotípicas tanto del silvestre como de los 3 mutantes (ebony, white y miniatura).							
	Manipulan de manera ordenada sus materiales para su prueba experimental.							
	El equipo evalúa la velocidad del silvestre con los 3 mutantes.							
	El equipo discute sus resultados con respecto a sus observaciones obtenidas.							
	Cada integrante aporta ideas para llegar a sus inferencias.							
	El equipo interpreta el concepto de dominancia y recesividad en la expresión de los alelos.							
CIERRE	Cada integrante del equipo participa en el análisis del video proyectado.							
	El equipo Identifica las características fenotípicas y genotípicas que expresa la alteración fenilcetonuria.							
	El equipo describe el concepto de pleiotropía y lo relacionan con la alteración genética: Fenilcetonuria.							
	Cada integrante del equipo anexa el nuevo concepto a su glosario.							

Anexo 10. Ficha práctica de trabajo de la sesión 3.

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.</p>	<p>ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 8 "Miguel E. Schulz"</p>	
---	--	---

<p>PROPÓSITO: El alumno reflexionará el concepto de mutágeno, a través de la exposición de agentes tóxicos en <i>Drosophila melanogaster</i>, para realizar un análisis y reflexión sobre causas-efectos durante el desarrollo embrionario.</p>	
<p>TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.</p>	<p>GRUPO:</p>
<p>FECHA:</p>	<p>EQUIPO:</p>
<p>INTEGRANTES Y ASIGNACIÓN DE ROLES:</p>	
<p>1. 2. 3.</p>	<p>4. 5. 6..</p>
<p>7.</p>	

	Número de tubo.		
	1	2	3
¿Qué características fenotípicas observaron?			
¿A qué sustancia fue expuesto cada tubo?			
CONCLUSIONES			

Anexo 11. Actividad evaluación (cualitativa)

<p>PROPÓSITO: El alumno valorará el concepto de mutágeno, a través de la exposición de agentes tóxicos en <i>Drosophila melanogaster</i>, para realizar un análisis y reflexión sobre causas-efectos durante el desarrollo embrionario.</p>	
<p>TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.</p>	<p>GRUPO:</p>
<p>NOMBRE</p>	<p>FECHA:</p>

ACTIVIDAD INDIVIDUAL (Autoevaluación).

↓

¿Qué paso?

↓

¿Qué senti?

↓

¿Qué aprendí?

Anexo 12|. Actividad de evaluación (Cualitativa)

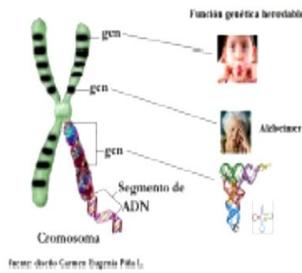
PROPÓSITO: El alumno valorará el concepto de mutágeno, a través de la exposición de agentes tóxicos en <i>Drosophila melanogaster</i> , para realizar un análisis y reflexión sobre causas-efectos durante el desarrollo embrionario.	
TERCERA UNIDAD: Procesos para la continuidad de la vida.	GRUPO:
NOMBRE	FECHA:

ACTIVIDAD GRUPAL (Coevaluación).

¿Qué no entendí?	
¿Qué integro?	
¿Qué propongo?	

Anexo 13. Lectura que se trabajó con el grupo control en la sesión 2.

LOS CAMBIOS EN LA INFORMACIÓN GENÉTICA.



A mediados del siglo XIX científicos descubrieron que la información genética se encuentra almacenada en unidades discretas a las que llamarán **genes**. Posteriormente a principios del siglo XX los estudios realizados para reconocer el mecanismo de la división celular aportaron una fuerte evidencia acerca de que los genes son parte constituyente de los cromosomas. La publicación de los trabajos de Griffith en 1920 y el de Watson-Crick en 1953 sentaron las bases para el descubrimiento de la estructura molecular del ADN (Ácido Desoxirribonucleico), unidad estructural de los genes.

El ADN es una molécula sumamente estable que se duplica con una precisión asombrosa, pero en esta pueden ocurrir cambios en su estructura y en sus mecanismos fundamentales. En este sentido podemos definir el concepto de **mutación**: como las alteraciones ocurridas en la secuencia del ADN, denominada gen. Sin embargo, estos cambios pueden ser benéficos, al ser fuente de variación genética en una población, o perjudiciales al ser fuente de muchas alteraciones genéticas.

Las **mutaciones génicas** pueden ocurrir tanto en células somáticas (que no se transmiten a la descendencia), como en células germinales (que se transmiten a la descendencia).

Las alteraciones génicas se denominan también "mutaciones puntuales", ya que estas pueden producirse por diversas causas y afectar a uno o varios pares de bases nitrogenadas (Adenina, Timina, guanina y citosina) de un solo gen. Existen diversas formas para estudiar a las mutaciones, desde el efecto fenotípico y por el agente causante. En la figura 3 se muestran tres posibles causas de mutaciones puntuales.

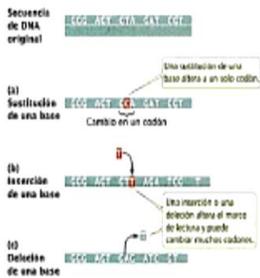


Figura 3. Tres tipos de mutaciones génicas. Imagen tomada del autor Pierce en su libro: "Genética: un enfoque conceptual"

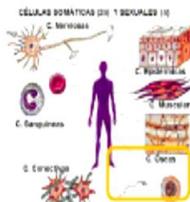


Figura 2. Células somáticas y células germinales.

Las mutaciones tienen la capacidad de alterar la secuencia de aminoácidos de una **proteína** (producto de un gen), teniendo diversos efectos en su estructura y función, por esta razón los genetistas utilizan términos especiales para describir dichos efectos. Figura 4.

¿Cómo se emplean las mutaciones para ayudar a la comprensión de los procesos biológicos?

Estudiar los efectos de las mutaciones nos conduce a la comprensión de un determinado sistema biológico, al comparar un mutante con un silvestre. En este sentido, cuando hablamos de un mutante nos estamos refiriendo al alelo u organismo cuya variación en el fenotipo es diferente al fenotipo que comúnmente se halla en la naturaleza.

Mutación	Efecto a nivel molecular	Ejemplo
Aminocido	La sustitución de una base por otra, dando como resultado un aminoácido diferente en determinada proteína.	El cambio de un aminoácido en la proteína hemoglobina causa la anemia falciforme.
Terminadora	El cambio afecta a un codón codificante (codifica para un aminoácido) por un codón terminador (termina la traducción), dando como resultado una proteína incompleta y no funcional.	El cambio de un aminoácido en la proteína de la insulina causa la diabetes.
Silenciosa	Crea una secuencia de DNA diferente que especifica los mismos aminoácidos que la silvestre.	El cambio de un aminoácido en la proteína de la insulina causa la diabetes.

Figura 4. Diversos efectos en la estructura y función de la proteína. Imagen tomada del autor Pierce en su libro: "Genética: un enfoque conceptual"

Los genetistas no sólo estudian los patrones hereditarios de los genes, sino también las relaciones funcionales con los procesos biológicos del ser vivo.

Por lo tanto, cualquier proceso biológico puede analizarse genéticamente mediante la obtención de mutantes afectados en dicho proceso (las mutaciones nos revelan los componentes importantes del proceso); ya que dichos procesos están regulados a menudo por la genética y el ambiente.

¿Qué importancia tendría estudiar las alteraciones génicas?

Los **modelos biológicos** juegan un papel importante en el estudio de alteraciones genéticas en humanos, tal es el caso de la mosca de la fruta, *Drosophila melanogaster*, que durante más de un siglo ha sido utilizada en diferentes áreas de la investigación genética, no solo por sus ventajas de cultivo y cuidados que ofrece este organismo, sino también por la compatibilidad de vías metabólicas que comparte con la especie humana, ya que cerca del 75% de los genes humanos que están vinculados con enfermedades tienen su homólogo en el genoma de *Drosophila*.



Figura 5. Publicación del genoma de *D. melanogaster* en el 2000. <https://biocentral.wordpress.com/2013/01/22/historia-de-una-mosca-lleada-drosophila/>

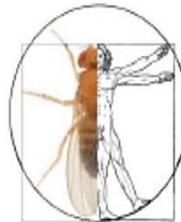


Figura 6. *D. melanogaster* comparte más del 60% de sus genes con el humano, esto lo hace un organismo ideal para la investigación científica. Imagen del banco de moscas UNAM (modificada por Silvia A. Cano).

Actualmente sigue utilizándose como modelo genético para la detección de diversas enfermedades humanas incluyendo desórdenes neurodegenerativos como el de Parkinson, Huntington, Alzheimer, etc. Esta mosca también se usa en estudios de mecanismos del sistema inmunitario, diabetes, cáncer, abuso de drogas, entre otras.

Referencias.

- Audesirk., (2013). Biología: La vida en la Tierra con fisiología. Novena Edición. Pearson Educación, México. 992Pp.
- Curtis, Barnes, Schnek, et al., (2008). Biología. Séptima edición. Panamericana. 1009 Pp.
- Pierce. (2008). Genética: un enfoque conceptual. Tercer edición. Panamericana, España. 726 Pp.

Anexo 14. Lectura que se trabajaron en la sesión 3 grupo control y experimental.

EL ALCOHOL COMO TÓXICO A LARGO PLAZO.

La Organización Mundial de Salud reconoce que en diferentes partes del mundo el consumo de bebidas alcohólicas es parte de las tradiciones culturales de cada región. El abuso, de las diferentes presentaciones de esta sustancia pone en riesgo la salud de quienes lo realizan. Además de ser considerado un problema de salud pública, el alcohol tiene propiedades adictivas y tóxicas trayendo como consecuencia alteraciones biopsicosociales al ser humano. Se sabe que el alcohol es uno de los principales causantes de accidentes automovilísticos y por lo tanto de muerte prematura.

Alcohol y cáncer.

El cáncer es la segunda causa de muerte en nuestro país y en el mundo. Entre un 80 y un 90% de los cánceres en humanos tiene su origen en factores ambientales. De acuerdo con estudios toxicológicos recientes han demostrado que el alcohol aumenta el riesgo de cáncer y actúa como promotor de tumores; además el riesgo se amplía como consecuencia de la cirrosis alcohólica y el hábito de fumar.

Efectos del alcohol en el sistema reproductor y nervioso.

Se ha demostrado que los varones que consumen alcohol de manera moderada, tienden a presentar alteraciones en: testículos, glándulas sexuales, el sistema neuroendocrino y también en el sistema nervioso central (SNC).

Los efectos originados en el SNC esta asociado a la acción alterada de los neurotransmisores, al modificar su estructura y función. En consecuencia de estas alteraciones el individuo puede manifestar: disminución de sus sentidos y reflejos; así como también cambios en la visión, pérdida de coordinación muscular, temblores y alucinaciones. Además existen afectaciones en la memoria, la capacidad de concentración y las funciones motoras.



Alcohol y cáncer: que dice la evidencia disponible

EVIDENCIA	DISMINUYE EL RIESGO	SIN RELACIÓN APARENTE	AUMENTA EL RIESGO
Convinciente		vajiga	boca y faringe ¹ laringe ² esófago ¹ higado ² mama
Probable		estómago páncreas	colon recto
Posible		próstata riñón	pulmón
Insuficiente			

World Cancer Research Fund / American Institute for Cancer Research (2006).



Efectos en la mujer

Se sabe que el consumo moderado de bebidas alcohólicas puede conducir a problemas reproductivos significativos. El sesenta por ciento de las mujeres alcohólicas y el cuarenta por ciento de las bebedoras moderadas tienen problemas en la ovulación. Además existe una disminución en la fecundidad, un aumento de abortos, la anticipación de la menopausia. Sin embargo, la intensidad de los efectos depende de la magnitud del daño y la duración de la exposición al tóxico.

El consumo de alcohol también disminuye la respuesta sexual de la mujer. Una de las consecuencias más serias es cuando la mujer se encuentra embarazada y consume bebidas alcohólicas, se ha observado una mayor incidencia de efectos teratogénicos, los cuales se han denominado "síndrome del alcoholismo fetal (SAF)".

ESTUDIO DE CASO.

Debbie, madre adolescente, ha tenido 3 hijos hasta la fecha. Durante sus embarazos se emborrachaba sin importar las consecuencias que esta actividad pudiera ocasionar en el futuro próximo de su bebé. Una de sus hijas, Cory, fue diagnosticada con el Síndrome del Alcoholismo Fetal (FAS, por sus siglas en inglés) que es una de las alteraciones graves relacionadas directamente con el consumo de alcohol en exceso, durante el periodo gestacional de la madre. Cory, a la edad de tres años, era una niña hiperactiva con habilidades lingüísticas características de un niño de un año aproximadamente. Esta situación provocó cierta angustia a Debbie por lo que acudió al Pediatra en busca de ayuda. Los especialistas al observar que otra de sus pequeñas, Teresita presentaba características específicas del Síndrome del Alcoholismo Fetal tales como ojos pequeños, nariz corta y volumen craneal pequeño, sospecharon que Cory presentara dicha alteración. Al ser cuestionada la mamá, esta refirió que su pequeña tuvo dificultad para incorporarse por sí sola y fue hasta los siete meses cuando consiguió realizarlo y a esta edad seguía alimentándola con leche solamente ya que se le dificultaba juntar los labios para poder ingresar alimentos semisólidos, o papillas, a su boca.



REFERENCIAS.

- Autecik. (2013). Biología: La vida en la Tierra con Fisiología. Novena Edición. 350p.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Síndrome alcohólico fetal: esperanzas frustradas, vidas dañadas. <http://www.who.int/docstore/201106/s11060611new/>
- Montoya, S. Kalle. (2011). Síndrome del Alcohólico Fetal. Revista Medicina, vol. 28 (2) 51-55p.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO **MADEMS** Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

EFFECTOS TÓXICOS DEL TABACO.

Los cigarrillos se obtienen de la hoja de *Nicotiana tabacum*, esta hoja es procesada químicamente para mejorar su sabor y otras características; como resultado, más de 4000 sustancias tóxicas aparecerán en el humo de la combustión. La nicotina es una sustancia altamente adictiva y psicoactiva. El consumo excesivo de esta sustancia, en sus diferentes presentaciones, puede desencadenar diferentes alteraciones tales como cáncer de pulmón, laringe, esófago, cavidad oral, vejiga y riñón. Además de la enfermedad crónica obstructiva (EPOC) y desórdenes cardiovasculares, entre otras.



La mayoría de los cigarrillos del mercado contienen 10mg o más de nicotina, de la cual se inhalan entre 1 y 2 mg por cigarrillo. La absorción de la nicotina llega a nivel pulmonar en cada una de estas inhalaciones arrastrando consigo todas las sustancias tóxicas presentes en el humo.

La nicotina se metaboliza a través del hígado y riñón; y es eliminada por diferentes vías como: la saliva, sudor, leche materna y por medio de la placenta. A nivel cerebral una parte de la nicotina se transforma en sustancias neurotóxicas (normicotina), que actúan sobre los receptores del Sistema Nervioso Central (SNC). Los efectos que se producen durante la absorción son: estimulación corporal, aumento de la presión arterial, la respiración y el ritmo cardíaco. Además se produce dopamina, un neurotransmisor que controla las sensaciones de placer y bienestar.



Sin embargo, dependiendo de la dosis de la nicotina inhalada y del nivel de estimulación del sistema nervioso, la nicotina puede producir un efecto sedante.

La intensidad de los efectos tóxicos depende de la cantidad de cigarrillos que se fuman durante el día, del número de inhalaciones, la profundidad de las mismas, del tipo de cigarrillo, así como del tiempo que se tenga con este hábito.

Estudios recientes muestran que existe una relación directa entre el tabaquismo y el estado nutricional ya que se ha observado una alteración en el sentido del gusto y el olfato.



Por otro lado, se ha identificado un incremento en el número de casos de mujeres que presentan descalcificación así como menopausia prematura. Otros de los efectos más desafortunados son las alteraciones que presentan durante el periodo de gestación.



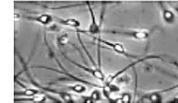
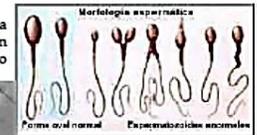
Muchas de las mujeres fumadoras que continuaron con el hábito durante este periodo de tiempo, expusieron al embrión a sustancias tóxicas como la nicotina. Cuando ingresa el humo de tabaco al organismo de la gestante, la concentración de oxígeno disminuye, lo que provoca que aumenten los latidos del corazón y se altere el crecimiento de los pulmones de este ser vivo en formación. También existe una disminución de la circulación de la sangre, a través de la placenta, afectando la absorción de nutrientes.

Como resultado de esta actividad, las madres fumadoras tienen un alto porcentaje de presentar niños de bajo peso al nacer, abortos involuntarios y un alto nivel de riesgo de muerte prematura. Los niños nacidos bajo estas condiciones es muy probable que presenten alteraciones severas en el comportamiento y déficit de atención grave.



Efectos en el hombre.

Se ha demostrado que los varones que fuman, tienden a presentar mayor infertilidad, debido a la disminución en el número de espermatozoides y un porcentaje alto de formas anormales.



REFERENCIAS:

- *Audiomark. (2013). Biología: La vida en la Tierra con Fisiología. Novena Edición. 354Pp.
- *Organización Mundial de la Salud (OMS). (1999). La mujer y el tabaco: atención fetal. <http://www.who.int/bulletin/volumes/88/8/10408747/en/>
- *Hernández, C. Maspaly. (2011). Bajo peso al nacer y tabaquismo. Revista Cubana de salud pública, vol. 25 (1). 55-58Pp.
- *Ruiz, A. Martín, Rodríguez, G., Rubio, C. et al. (2004). Efectos tóxicos del tabaco. Revista de toxicología 21: 64-71 Pp.

Anexo 15. Expectativas positivas y negativas de todo su proceso de enseñanza y de aprendizaje.

ACTIVIDAD ANÓNIMA Y PERSONAL.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 8
"Miguel E. Schulz"



Maestría en Docencia para la Educación Media Superior

¿Qué fue lo que más me gusto?

¿Qué fue lo que no me gusto?